

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ЛУГАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени ВЛАДИМИРА ДАЛЯ**

# **ВЕСТНИК**

**ЛУГАНСКОГО  
НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА  
имени ВЛАДИМИРА ДАЛЯ**

**№ 3 (5)  
ЧАСТЬ 2  
2017**

**ВОЗРОЖДЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ  
И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНЖЕНЕРНОЙ  
ИНФРАСТРУКТУРЫ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ  
ДОНБАССА: ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

Луганск 2017

# ВЕСТНИК

ЛУГАНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО  
УНИВЕРСИТЕТА  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ

№ 3(5) Ч.2 2017

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
ОСНОВАН В 2015 ГОДУ

ВХОДИТ В БАЗУ  
РИНЦ

ОСНОВАТЕЛЬ

Луганский национальный университет  
имени Владимира Даля

Журнал зарегистрирован в Министерстве  
информации, печати и массовых коммуникаций  
Серия № ПИ 000108 от 08 июня 2017 г.

Свидетельство о государственной регистрации  
Издателя, изготовителя и распространителя  
средства массовой информации

МИ-СРГ ИД 000003 от 20 ноября 2015г.

# VESTNIK

LUGANSK VLADIMIR DAHL  
NATIONAL UNIVERSITY

№ 3(5) P.2 2017

THE SCIENTIFIC JOURNAL  
WAS FOUNDED IN 2015

INCLUDED INTO THE BASE OF  
RISC

Founder

Lugansk Vladimir Dahl  
National University

Journal is registered by the Ministry of Information,  
Publishing and Mass Communications  
Series № PI 000108 of June, 08 2017

State Registration Certificate of Publisher,  
Producer and Distributor of means of mass  
information

MI-SRG ID 000003 of November, 20 2015

В журнале публикуются результаты диссертационных работ на соискание ученой степени доктора и кандидата технических, гуманитарных, экономических, общественных, юридических, педагогических, исторических, химических и физико-математических наук.

ISSN 2522-4905

## Главная редакционная коллегия :

Свиридова Н.Д., докт. экон. наук, (главный редактор),  
Корсунов К.А., докт. техн. наук, (зам. главн. редактора),  
Витренко В.А., докт. техн. наук (зам. главн. редактора),  
Ver R., dr hab,  
Авершин А.А., канд. техн. наук,  
Андрійчук Н.Д., докт. техн. наук,  
Артемко В.А., докт. экон. наук,  
Атоян А.И., докт. филос. наук,  
Белых А.С., докт. пед. наук,  
Болдырев К.А., докт. экон. наук,  
Будиков Л.Я., докт. техн. наук,  
Гедрович А.И., докт. филос. наук,  
Губачева Л.А., докт. техн. наук,  
Гутько Ю.И., докт. техн. наук,  
Дейнека И.Г., докт. техн. наук,  
Дрозд Г.Я., докт. техн. наук,  
Евдокимов Н.А., докт. ист. наук,  
Ерошин С.С., докт. техн. наук,  
Захарчук А.С., докт. техн. наук,  
Замота Т.Н., докт. техн. наук,  
Исаев В.Д., докт. филос. наук,  
Клименко А.С., докт. филол. наук,  
Коваленко А.А., канд. техн. наук, проф,  
Кожемякин Г.Н., докт. техн. наук,  
Коробецкий Ю.П., докт. техн. наук,  
Кривоколыско С.Г., докт. хим. наук,  
Крохмалева Е.Г., канд. пед. наук,  
Куликов Ю.А., докт. техн. наук,

Лазор В.В., докт. юридич. наук,  
Лазор Л.И., докт. юридич. наук,  
Лустенко А.Ю., докт. филос. наук,  
Ляпин В.П., докт. биол. наук,  
Максимова Т.С., докт. экон. наук,  
Максимов В.В., докт. экон. наук,  
Мечетный Ю.Н., докт. мед. наук,  
Мирошников В.В., докт. техн. наук,  
Мортиков В.В., докт. экон. наук,  
Нечаев Г.И., докт. техн. наук,  
Панайотов К.К., канд. техн. наук,  
Родионов А.В., докт. экон. наук,  
Рябичева Л.А., докт. техн. наук,  
Рябичев В.Д., докт. техн. наук,  
Санжаров С.Н., докт. ист. наук,  
Семина Д.А., докт. техн. наук,  
Скляр П.П., докт. психол. наук,  
Слащев В.А., канд. техн. наук, проф,  
Старченко В.Н., докт. техн. наук,  
Тарарычкин И.А., докт. техн. наук,  
Тисунова В.Н., докт. экон. наук,  
Ульшин В.О., докт. техн. наук,  
Утутов Н.Л., докт. техн. наук,  
Фесенко Ю.П., докт. филол. наук,  
Шамшина И.И., докт. юридич. наук,  
Шелюто В.М., докт. филос. наук,  
Яковенко В.В., докт. техн. наук

Ответственный за выпуск: Андрійчук Н.Д.

Рекомендовано в печать Ученым советом Луганского национального университета имени Владимира Даля (Протокол № 12 от 27.06.2017 г.)

Материалы номера печатаются на языке оригинала.

© Луганский национальный университет имени Владимира Даля, 2017  
© Lugansk Vladimir Dahl National University, 2017

---

---

**СО Д Е Р Ж А Н И Е**

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПНЕВМАТИЧЕСКИХ КЛАПАНОВ-УСИЛИТЕЛЕЙ ПРИВОДОВ СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН. Ч. 1 <i>Ремень В.И., Квенцель А.Л.</i> .....	10
УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ РАФИНИРОВАНИИ СВИНЦА <i>Сердюк А.И., Ялалова М.М.</i> .....	16
ТИКСОТРОПИЯ ВОДОУГОЛЬНОЙ СУСПЕНЗИИ <i>Пилявов М.В., Коваленко А.А., Максюк И.К.</i> .....	20
ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ЖИДКОСТНЫХ ЭЖЕКТОРОВ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК ВОДООТЛИВА И ВОДОПОНИЖЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ <i>Квенцель А.Л., Гапонов А.В.</i> .....	25
ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРОБЛЕМ С ВОДОСНАБЖЕНИЕМ В КУРОРТНЫХ ГОРОДАХ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ГЕЛЕНДЖИК <i>Борзов В.В., Дрозд Г.Я.</i> .....	34
ГИДРОЛОГИЯ И УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ <i>Салуквадзе И.Н., Демьяненко Т.И.</i> .....	40
ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ЖИДКОСТНЫХ СТРУЙНЫХ НАСОСОВ <i>Квенцель А.Л., Ремень В.И.</i> .....	45
ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ СЕКТОРА ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ НА ЛУГАНЩИНЕ <i>Дрозд Г.Я.</i> .....	53
АДСОРБЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫМИ ПОРОШКАМИ БИТУМА ИЗ БЕНЗОЛЬНЫХ РАСТВОРОВ <i>Братчун В.И., Бизирка И.И.</i> .....	65
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПНЕВМАТИЧЕСКИХ КЛАПАНОВ-УСИЛИТЕЛЕЙ ПРИВОДОВ СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН. Ч. 2 <i>Ремень В.И., Квенцель А.Л.</i> .....	68
ФОРМИРОВАНИЕ СЕКТОРА ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В ДОНБАССЕ <i>Дрозд Г.Я.</i> .....	73
ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДОЕМЫ ДОНБАССА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ <i>Дрозд Г.Я., Хвортова М.Ю.</i> .....	77
ПЕРЕРАБОТКА И УТИЛИЗАЦИЯ РАЗРУШЕННЫХ ВОЙНОЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В ДОНБАССЕ <i>Дрозд Г.Я., Хвортова М.Ю.</i> .....	86
СТЕНДЫ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК ЭГУ <i>Чубарова И.А.</i> .....	93
ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ АЭРОЗОЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ <i>Максюк И.К., Сороканич С.В., Бахмутов А.О.</i> .....	97
ХОЛОДНЫЕ АСФАЛЬТОШЛАКОБЕТОНЫ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ПОЛУЖЕСТКИХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ <i>Беспалов В. Л., Братчун В. И., Жеванов В. В.</i> .....	100
КОМПЛЕКСНО-МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ДОРОЖНЫЕ АСФАЛЬТОБЕТОНЫ ПОВЫШЕННОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ <i>Братчун В.И., Беспалов В.Л.</i> .....	105

---

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ <i>Дрозд Г.Я.</i> .....	108
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ НА РАСТЯЖЕНИЕ ПРИ ИЗГИБЕ ВИБРОПРЕССОВАННОГО БЕТОНА С МЕТАЛЛОАБРАЗИВНЫМИ ОТХОДАМИ <i>Засько В.В.</i> .....	117
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМЫХ РАДОНОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ЗДАНИЙ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ <i>Бакаева Н.В., Калайдо А.В.</i> .....	123
ПРИМЕНЕНИЕ ТОПЛИВНЫХ ЗОЛ И ШЛАКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ НЕАВТОКЛАВНЫХ ГАЗОБЕТОНОВ <i>Вишторский Е.М., Нескоромный И.М.</i> .....	127
ВЫСОКОПРОЧНЫЕ БЕТОНЫ КАК БЕТОНЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ <i>Гончаренко А. А.</i> .....	130
ДЕКОМПОЗИЦИЯ СИСТЕМ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К РАСЧЕТУ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ <i>Гусенцова Я.А., Риблова Е.В.</i> .....	133
ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ МАШИННЫХ МАСЕЛ <i>Гущин А. А., Набой К.С.</i> .....	136
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИТЫХ АСФАЛЬТОПОЛИМЕРСЕРОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ РЕМОНТА ПОКРЫТИЙ НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НА ТЕРРИТОРИИ ДОНБАССА <i>Загородняя А.В.</i> .....	140
ЭФФЕКТИВНОСТЬ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ХИМИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ SRA <i>Назарова А.В., Коваленко Д.С.</i> .....	143
ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ САМОУПЛОТНЯЮЩЕГОСЯ БЕТОНА <i>Пономарёв А.А.</i> .....	146
ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ РАЗРУШЕНИЯ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ВЗРЫВОВ <i>Родыгина М.М., Ищенко А.С.</i> .....	149
АНАЛИЗ МАРКЕТИНГОВОЙ КОНКУРЕНТНОЙ БОРЬБЫ ЗА ПОТРЕБИТЕЛЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ <i>Коровин М.А.</i> .....	152
ВЫБОР ВАРИАНТОВ В НЕЧЕТКОЙ СРЕДЕ <i>Андрийчук Н.Д.</i> .....	157
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА <i>Андрийчук Н.Д., Богатырёва Л.Ю.</i> .....	160
ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕМЕНТНЫХ ПАСТ С ДОБАВКАМИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД <i>Бреус Р.В., Конец Ю.В.</i> .....	162
ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ОТ СОЕДИНЕНИЙ АЛЮМИНИЯ МЕТОДОМ КОАГУЛИРОВАНИЯ <i>Высоцкий С.П., Степаненко Т.И.</i> .....	165
ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ АТМОСФЕРЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ <i>Высоцкий С.П., Гавриленко А.С.</i> .....	169
ВЛИЯНИЕ АКТИВНОСТИ ВОДОРОДНЫХ ИОНОВ ПОГЛОТИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ НА ПРОЦЕССЫ ДЕСУЛЬФУРИЗАЦИИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ <i>Высоцкий С.П., Дариенко О.Л.</i> .....	173

---

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШАХТНЫХ ВОД В ОБОРОТНЫХ ЦИКЛАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ <i>Гулько С.Е.</i> .....	177
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ПРЭСНОВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ <i>Игнатов О.Р., Власова А.Ю.</i> .....	180
УТИЛИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ <i>Скоробогатова К.А., Дрозд Г.Я.</i> .....	183
ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕКЛОБОЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Сороканич С.В.</i> .....	186
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ КАНАТНОГО ГРЕЙФЕРА В ПРОЦЕССЕ ЗАЧЕРПЫВАНИЯ МАТЕРИАЛА <i>Шевченко Н.А.</i> .....	189
УСИЛЕНИЕ ПЕРЕКРЫТИЯ КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА ПО 121 СЕРИИ <i>Псюк В.В., Псюк М.Ю.</i> .....	193
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПЫЛЕ – И СЕРООЧИСТКИ ГАЗОВ В ПОЛЫХ СКРУББЕРАХ <i>Высоцкий С.П.</i> .....	197
МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ <i>Родыгина М.М., Парамонова А.В.</i> .....	202
НАЛОГИ И ПОВИННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ДОНБАССА В КОНТЕКСТЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В РОССИЙСКОЙ ИМПЕРИИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XIX – НАЧАЛЕ XX В.: ИСТОРИОГРАФИЯ ПРОБЛЕМЫ <i>Скоков А. С.</i> .....	205
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ <i>Пилагов М.В., Гапонов А.В., Андрийчук К.Н.</i> .....	210
МОДЕРНИЗАЦИЯ ГАЗОБЕТОННОЙ СМЕСИ <i>Скачко Н. А.</i> .....	215
ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВНО-МГНОВЕННОГО МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦИИ ГРУНТОВ, ОБЛАДАЮЩИХ ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ <i>Иванова М.С., Шабельникова Д.С., Шабельников С.И.</i> .....	218
ЧИСЛЕННОЕ ОПИСАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ВАКУУМНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ <i>Дрозд Г.Я., Григоренко Н.И.</i> .....	222
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА АВТОТРАКТОРНЫХ ШИН <i>Новичков Ю.А.</i> .....	230
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВИБРОПРЕССОВАНИЯ СО СДВИГОМ БЕТОННОЙ СМЕСИ <i>Рябичева Л.А.</i> .....	234
КУЛЬТУРА КНИГОИЗДАНИЯ В ЛНР (НА ПРИМЕРЕ КНИГИ «ДОРОГАМИ СУДЬБЫ В.И. ДАЛЯ» <i>Одинцова М. И.</i> .....	239
ТВОРЧЕСТВО КАК ОСНОВА СОЗДАНИЯ ИННОВАЦИЙ <i>Бугаевская Ю.Ю.</i> .....	244
ПРОБЛЕМА ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕГАМАССИВОВ ИНФОРМАЦИИ <i>Калюжный В.В.</i> .....	253
ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ ЗАРОЖДЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ <i>Калюжный В.В., Бугаевская Ю.Ю.</i> .....	264

## CONTENTS

EXPERIMENTAL STUDIES OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF PNEUMATIC VALVES-AMPLIFIERS OF DRIVES OF CONSTRUCTION AND ROAD MACHINES. Part 1 <i>Remen V.I., Kventsel A.L.</i> .....	10
ESTABLISHMENT OF THE REGULATIONS OF EMISSIONS OF POLLUTANT SUBSTANCES TO THE ATMOSPHERE AT LEVEL RAFINING <i>Serdyuk A.I., Yalalova M.M.</i> .....	16
THIXOTROPY OF COAL WATER SLURRY <i>Manolis V. Pilavov, Alim A. Kovalenko, Inna K. Maksuk</i> .....	20
WAYS TO OPTIMIZE THE WORK OF LIQUID EJECTORS OF CIRCULATING INSTALLATIONS OF WATER PUMPING AND DEPRECIATION IN CONSTRUCTION <i>Kventsel Anatoly, Haponov Alexander</i> .....	25
CAUSES OF PROBLEMS WITH WATER SUPPLY IN RESORT TOWNS BY THE EXAMPLE OF THE CITY OF GELENDZHİK <i>Borzov V.V., Drozd G.Ya.</i> .....	34
HYDROLOGY AND IMPROVEMENT OF WATER QUALITY <i>Salukvadze I.N., Demyanenko T.I.</i> .....	40
WAYS TO INCREASE EFFICIENCY OF LIQUID JET PUMPS <i>Kventsel Anatoly, Remen Valentin</i> .....	45
POTENTIAL OF DEVELOPMENT OF THE WASTE MANAGEMENT SECTOR ON THE EXAMPLE OF THE LUGANSHIN <i>Drozd G.Ya.</i> .....	53
ADSORPTION OF BITUMEN MINERAL SPRINKLES OF SNOW FROM BENZOL SOLUTIONS <i>Bratchun V.I., Bizirka I.I.</i> .....	65
EXPERIMENTAL STUDIES OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF PNEUMATIC VALVES-AMPLIFIERS OF DRIVES OF CONSTRUCTION AND ROAD MACHINES. Part 2 <i>Remen Valentin, Kventsel Anatoly</i> .....	68
FORMATION OF THE WASTE MANAGEMENT SYSTEM IN DONBASS <i>Drozd G.</i> .....	73
ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF MILITARY ACTIONS ON SURFACE WATER OF DONBAS <i>Drozd G.Ya., Khvortova M.Yu.</i> .....	77
PROCESSING AND DISPOSAL OF DESTROYED WAR CONSTRUCTION OBJECTS IN DONBAS <i>Drozd G.Ya., Khvortova M.Yu.</i> .....	86
STANDS FOR EXPERIMENTAL STUDY OF EHA CHARACTERISTICS <i>Chubarova I.A.</i> .....	93
ORGANIZATION CONTROL OF AEROSOL EMISSIONS <i>Inna K. Maksuk, Stanislav V. Sorokanich, Aleksandr O. Bahmutov</i> .....	97
COLD ASPHALT-SLAB CONCRETE FOR THE DEVICE OF HALF-COATED COATINGS OF ROADS <i>Bespalov V. L., Bratchun V. I., Zhevanov V. V.</i> .....	100
COMPREHENSIVE-MODIFIED ROAD ASFALTOBETONS OF INCREASED DURABILITY <i>Bratchun V.I., Bespalov V.L.</i> .....	105

---

MODERNIZATION OF PIPELINE SYSTEMS LIFE SUPPORT <i>Drozd G.Ya.</i> .....	108
RESEARCH OF DURABILITY ON STRETCHING AT THE BEND THE VIBROPRESSED CONCRETE WITH METALABRASIVE WASTE <i>Zasko V.V.</i> .....	117
DETERMINATION OF THE BUILDINGS REQUIRED RADON PROTECTIVE PROPERTIES AT THE DESIGN STAGE <i>Bakaeva N.V., Kalaydo A.V.</i> .....	123
APPLICATION OF FUEL ASHES AND SLAGS IN THE PRODUCTION OF NON-AUTOCLAVED AERATED CONCRETE <i>Vishtorskiy Evgeniy, Neskromnyi Ihor</i> .....	127
HIGH-STRENGTH CONCRETE AS A NEW GENERATION OF CONCRETE <i>Goncharenko A.A.</i> .....	130
DECOMPOSITION OF SYSTEMS DURING PREPARATION FOR THE CALCULATION OF THE CHARACTERISTICS OF HYDROTRANSPORT SYSTEMS <i>Yana A. Gusentzova, Eugenia V. Ryblova</i> .....	133
PROBLEM OF UTILIZATION OF EXHAUST ENGINE OILS <i>Gushchin A.A., Naboy D.S.</i> .....	136
USE OF CAST ASPHALTOPOLIMERSULFUR CONCRETE FOR REPAIR OF COVERINGS OF NONRIGID ROAD CLOTHES IN THE TERRITORY OF DONBASS <i>Zagorodnyaya A.V.</i> .....	140
THE EFFECTIVENESS OF CONCRETES BASED ON CHEMICAL ADMIXTURES SRA <i>Nazarova A.V., Kovalenko D.S.</i> .....	143
ADVANTAGES AND PERSPECTIVES OF SELF-COMPACTING CONCRETE <i>Ponomarev A.A.</i> .....	146
INVESTIGATION OF WAYS OF DESTRUCTION OF CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE STRUCTURES WITH EXPLOSIVES <i>Rodygina M.M., Ishchenko A.S.</i> .....	149
ANALYSIS OF MARKETING COMPETITION FOR THE CONSUMER IN MODERN CONDITIONS <i>Korovin M. A.</i> .....	152
THE CHOICE OF OPTIONS IN A FUZZY ENVIRONMENT <i>Nikolay D. Andrichuk</i> .....	157
USE OF COAL SLUDGES FOR MANUFACTURING WATER HEAT FUEL <i>Andriychuk N.D., Bogatyryova L.Yu.</i> .....	160
INVESTIGATION OF STRENGTH CHARACTERISTICS OF CEMENT PASTE WITH ADDITIVES FROM SEWAGE SLUDGE <i>Breus Roman V., Kopets Iurii V.</i> .....	162
PROBLEMS OF DRINKING WATER CLEANING FROM ALUMINUM COMPOUNDS BY THE COAGULATION METHOD <i>Vysotsky S.P., Stepanenko T.I.</i> .....	165
THE AIR ABATEMENT PROBLEMS <i>Vysotsky S.P., Gavrilenko A.S.</i> .....	169

INFLUENCE OF ACTIVITY OF HYDROGEN IONS OF ABSORPTION SOLUTIONS ON THE PROCESSES OF DESULPHURIZATION OF FLUE GASES <i>Vysotskiy S.P., Darienko O.L.</i> .....	173
FEATURES OF USING MINE WATER IN REVOLVING CYCLES OF INDUSTRIAL ENTERPRISES <i>Gulko S.E.</i> .....	177
ECOLOGICAL NORMING OF POLLUTION IN FRESHWATER OBJECTS <i>Ignatov O.R., Vlasova A.Y.</i> .....	180
UTILIZATION OF CONSTRUCTION WASTE <i>Skorobogatova KA, Drozd G.Ya.</i> .....	183
SECONDARY USE OF GLASS IN THE PRODUCTION OF BUILDING MATERIALS <i>Sorokanich S.V.</i> .....	186
THE RESEARCH OF WORK OF ROPE GRAB DURING SCOOPING MATERIAL <i>Shevchenko N.A.</i> .....	189
STRENGTHENING THE OVERLAPPING OF A LARGE PANEL HOUSING FOR 121 SERIES <i>Psyuk V.V., Psyuk M.Yu.</i> .....	193
THE MODEL OF DUST AND SULFUR DIOXIDE CLEANING IN CORELESS ABSORBEES <i>Vysotsky S.P.</i> .....	197
METHOD OF QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF OBJECTS OF INDUSTRIAL PURPOSE <i>Rodygina M.M., Paramonova A.V.</i> .....	202
TAXES AND DUTIES OF THE POPULATION OF THE DONBASS IN THE CONTEXT OF SOCIAL AND ECONOMIC TRANSFORMATIONS IN THE RUSSIAN EMPIRE IN THE SECOND HALF OF THE XIX - THE BEGINNING OF THE XX CENTURY: THE HISTORIOGRAPHY OF THE PROBLEM <i>Skokov A. S.</i> .....	205
INVESTIGATION OF THERMAL TRANSMISSION THROUGH THE BUILDING CONSTRUCTIONS OF BUILDINGS UNDER NON-STATIONARY OPERATION MODES <i>Manolis V. Pilavo, Aleksandr V. Haponov, Konstantin N. Andriyчук</i> .....	210
MODERNIZATION OF AERATED CONCRETE MIXES <i>Skachko N. A.</i> .....	215
DEFINITION OF A CONDITIONAL-INSTANT MODULE OF DEFORMATION OF SOILS WITH RHEOLOGICAL PROPERTIES <i>Ivanova M.S., Shabelnikova D.S., Shabelnikov S.I.</i> .....	218
NUMERICAL DESCRIPTION OF WORK OF THE VACUUM SANITATION SYSTEM <i>Drozd G.Ya., Grigorenko N.I.</i> .....	222
RESEARCH OF PARAMETERS AND PYROLYSIS PRODUCTS OF AUTOTRACTOR TIRES <i>Novichkov Y.A.</i> .....	230
THEORETICAL BASES OF VIBROPRESSING WITH SHIFT OF CONCRETE MIX <i>Ryabicheva L.A.</i> .....	234
THE CULTURE OF BOOK PUBLISHING IN LPR (ON THE EXAMPLE OF THE BOOK "ROADS OF THE DESTINY OF V. DAHL") <i>Odintsova M. I.</i> .....	239

CREATIVITY AS THE BASIS FOR CREATING INNOVATIONS

*Bugaevskaya Ju. Ju.* .....244

THE PROBLEM OF PRACTICAL USE OF MEGA-MASS INFORMATION

*Kalyuzhnyy V. V.* .....253

PREREQUISITES FOR THE EMERGENCE OF INNOVATION ACTIVITIES

*Kalyuzhnyy V. V., Bugaevskaya Ju. Ju.* .....264

УДК 629.714

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПНЕВМАТИЧЕСКИХ КЛАПАНОВ-УСИЛИТЕЛЕЙ ПРИВОДОВ СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН. Ч. 1

Ремень В.И., Квенцель А.Л.

### EXPERIMENTAL STUDIES OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF PNEUMATIC VALVES-AMPLIFIERS OF DRIVES OF CONSTRUCTION AND ROAD MACHINES. Part 1

Remen V.I., Kventsels A.L.

*Спроектирована и изготовлена экспериментальная установка для снятия опытным путем динамических характеристик клапанов-усилителей. Выбрана контрольно-регистрационная аппаратура, позволяющая осуществлять регистрацию входных и выходных сигналов, проведена оценка погрешности составляющих измерительного комплекса и определена суммарная погрешность эксперимента.*

**Ключевые слова:** клапан-усилитель, динамические характеристики, экспериментальный стенд, контрольно-измерительная аппаратура, погрешности измерений.

Известно, что одной из приоритетных задач повышения технико-экономической эффективности строительных машин является обеспечение оптимальных режимов функционирования их приводов. В строительстве, транспорте, роботах-манипуляторах широко применяются пневматические приводы, что объясняется простотой их конструкции, надежностью и безопасностью работы, невысокой стоимостью и простотой обслуживания. Поэтому одним из путей решения этой задачи является разработка и исследование новых эффективных устройств следящих пневматических приводов, что может обеспечить существенный положительный эффект. Существует множество различных конструкций мембранных усилителей, однако разработка и исследование пневматического привода регулирующих органов транспортных систем с малогабаритными, быстродействующими клапанами-усилителями, работающими в аналоговом и дискретном режимах, до сих пор является актуальной. Рассмотренные ранее [1] устройства на базе управляемых клапанов-усилителей благодаря высоким статическим и динамическим характеристикам являются перспективными для применения в пневматических приводах строительных машин и роботов-манипуляторов. Динамические характеристики клапанов-усилителей, т.е. определение

времени срабатывания клапана, пропускаемой частоты, амплитудо- и фазочастотных характеристик и т.д. и т.п. снимались на специально разработанном стенде, схема которого представлена на рис. 1.

Электрическая часть предназначена для питания устройства подачи ступенчатого сигнала, генератора пневматических колебаний, питания усилительной и регистрирующей аппаратуры.

Собственно измерительная система состоит из усилительной аппаратуры - тензометрической станции 4 ТУ В6 ТД, индикатора давления ИД-2И и регистрирующей аппаратуры - магнитоэлектрического осциллографа Н-115 и электронно-лучевого с запоминанием С8-9А.

Воздух, очищенный от влаги и пыли, из силовой части установки поступает в ресивер V-5 и через редукционный клапан КР-5- в ресивер V-6 (оба ресивера емкостью  $W=0.15 \text{ м}^3$ ). Температура воздуха измерялась термометрами Т1 и Т2 типа ТЛ4. В отдельных опытах отклонение температуры не превышало  $\pm 2^\circ \text{C}$ . Воздух из ресивера V5 под давлением, которое измерялось манометром М3 (образцовый, типа М1127, диапазоном измерений 0...0.6 МПа и классом точности 0.05) подводился к редукционным клапанам КР1-КР4, предназначенными для подачи давления питания, управления и противодействия в испытуемые клапаны-усилители. Клапаны КР1-КР2 подачи давления питания и противодействия типа В-57-14 (Ду=25 мм), а клапаны КР3-КР4 типа В-57-14 (Ду=16 мм). Манометры М4-М7- образцовые, типа М-1127 с диапазонами измерений 0...0.14 МПа и 0...0.6 МПа и классом точности 0.05. Клапан КР-5 предназначен для питания устройства подачи скачкообразного сигнала УСС или генератора пневматических колебаний ГПК (тип В-57-16, Ду=25 мм). Для подключения УСС или ГПК предназначены краны управления ДР 1 и ДР типа В-77-15 (Ду=20 мм).

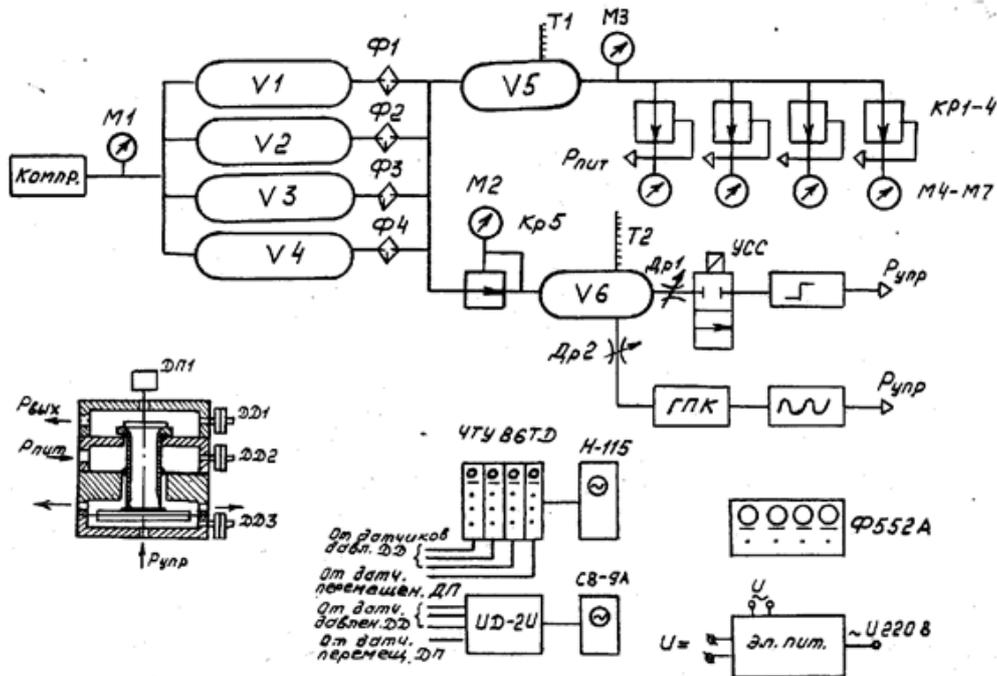


Рис. 1. Схема стенда для исследования динамических характеристик

Сам стенд состоит из трех частей:

1-ая - силовая - состоит из 2-ступенчатого компрессора КСЕ-5 (подача - 10 м<sup>3</sup>/мин, давление до 0,8 МПа), манометра М1 для измерения давления, четырех ресиверов V1-V4 с фильтрами влагомаслоотделителями Ф1- Ф4 типа "Калибр".

2-ая - пневматическая - состоит из ресивера V5 с манометром М3, показывающим давление в системе, и четырех редукционных клапанов КР-1 - КР-4, своими манометрами М4 -М7 (давление на входе в редукционном клапане - до 0,6 МПа, давление на выходе - 0- 0,6 МПа).

Редукционные клапаны КР-1 и КР 5 типа В57 -16 обладают большой пропускной способностью по сравнению с КР-3 - КР-4 и предназначены для питания через ресивер V6 генератора пневматических колебаний (ГПК) и устройства подачи ступенчатого сигнала (УСС);

3-я часть - измерительная - состоит из электрической и собственно измерительной систем.

Опыты проводились для двух различных форм изменения управляющего сигнала - скачкообразного и синусоидального - при постоянном давлении питания и возможности изменения давления в выходной линии.

В первом случае сигнал подавался с помощью устройства подачи скачкообразного сигнала, представляющего собой автоматическую быстродействующую задвижку с профилированным отверстием, которая позволяла получить скачок давления с фронтом (1...3 ) 10<sup>-3</sup> с в диапазоне давлений 0.01-0.12 МПа. Размеры подводящей линии управления L < 0.2 м и Ду=6 мм, линий питания - L < 0.5м и Ду=20 мм. Все соединения выполнены поливинилхлоридными шлангами ПВХ.

Для одновременного включения электромагнитной задвижки и записи сигнала на осциллограф было разработано специальное электронное устройство, которое сначала включало запись сигнала, затем, с некоторой задержкой, саму электромагнитную задвижку.

Во втором случае использовался генератор пневматических колебаний ГПК, представляющий

собой механический генератор с электродвигателем постоянного тока типа ТМГ-300 (питание – 230 в, мощность - 20 Вт, число оборотов – 4000 об/мин ).

В рассматриваемом генераторе преобразование гармонического движения звена (кривошипно-шатунный механизм) в гармоническое изменение давления (расхода) газа осуществлялось при помощи преобразователя типа сопло-заслонка. Вследствие нелинейности расходной характеристики преобразователя, конечной длины шатуна и ряда других факторов форма сигналов давления (расхода) на выходе генератора отличалась от синусоидальной. При этом коэффициент нелинейных искажений формы сигнала зависел от давления питания и частоты колебаний. В проводимых экспериментах К<sub>н</sub> изменялся в пределах 0.9-1. Измерение числа оборотов электродвигателя при тарировке генератора и испытаниях производилась цифровым частотомером Ф-552 А.

Сигнал давления управления в виде скачка или синусоиды подавался в камеру управления клапана-усилителя и изменялся в пределах - p<sub>упр</sub>=0.02-0.12

МПа. Давление питания во время испытаний поддерживалось постоянным и варьировалось в диапазоне -  $p_{пит}=0.3-0.5$  МПа.

Для измерения давлений использовались малогабаритные индуктивные датчики давления ДМИ 1-го исполнения типов ДМИ-1-1, ДМИ-6-1 и ДМИ-10-1, имеющих входные штуцера с резьбой МЗ, что позволяло устанавливать их непосредственно в камеры питания, выхода и управления.

Датчик перемещения ДП устанавливался в верхнюю крышку и через толкатель непосредственно был связан с полым клапаном.

Электрический сигнал от датчиков давления ДМИ и перемещения ДП подавался на вход тензометрического усилителя 4 ТУ В6 ТД с несущей частотой 10 кГц и регистрировался магнитоэлектрическим (светолучевым) осциллографом Н-115. Тарировочные характеристики снимались до и после эксперимента. Сигналы давлений и перемещения записывались на ультрафиолетовую фотографическую ленту УФ-67, а затем обрабатывались. Применение ультрафиолетовой бумаги УФ-67 позволило упростить процесс обработки.

Для настройки генератора пневматических колебаний и наблюдений за формой сигнала управления использовался индикатор давлений ИД-2И и электронный осциллограф с запоминанием С8-9А.

При экспериментальном исследовании динамических характеристик пневматических устройств одной из основных задач является выбор приборов, датчиков, усилительной и регистрирующей аппаратуры, удовлетворяющих требованиям точности измерений.

Для измерения быстропеременных давлений использовались малогабаритные индуктивные датчики давлений типа ДМИ-1 (исполнение с резьбовыми штуцерами), устанавливаемых непосредственно в камеры клапана-усилителя. Использовались следующие модификации датчиков:

- для измерения давления питания (входа) и выхода:

ДМИ-6-1 с диапазоном измерений 0...0,6 МПа

ДМИ-10-1 с диапазоном измерений 0...1,0 МПа

ДМИ-3-1 с диапазоном измерений 0...0,3 МПа

ДМИ-1-1 с диапазоном измерений 0...0,1 МПа.

Датчики ДМИ измеряют мгновенные значения давлений и подключаются полумостом. Питание моста осуществляется напряжением 2-5 В с частотой 3-15 кГц. Форма напряжения - синусоида. Датчики работоспособны в интервале температур от  $-60^{\circ}$  С до  $+100^{\circ}$  С. Погрешность датчиков при нормальных условиях не превышает  $\pm 3\%$  от диапазона измерений. Амплитудная динамическая погрешность датчиков ДМИ в диапазоне частот пульсаций от 0 до 500 Гц с глубиной  $\pm p_{ном}$  не более 5% от диапазона измерений. Датчики устойчивы к колебаниям температуры, вибрации,

перегрузкам и имеют линейную зависимость индуктивности от перепада давлений на мембране.

При работе с магнитоэлектрическим осциллографом Н-115 и записи сигналов на фотографическую ленту УФ-67 датчики ДМИ включались в мостовую схему усилителя 4 ТУ В6-ТД. Сигнал с выхода усилителя по току поступал на соответствующий шлейфовый гальванометр осциллографа Н-115. Выбор типа гальванометра в измерительной цепи зависел от его чувствительности, тока и диапазона изменения частоты регистрируемого процесса. Статические характеристики измерительной цепи при различных коэффициентах усиления преобразователя 4 ТУ В6-ТД и типах шлейфовых гальванометров представлены на рис. 2.

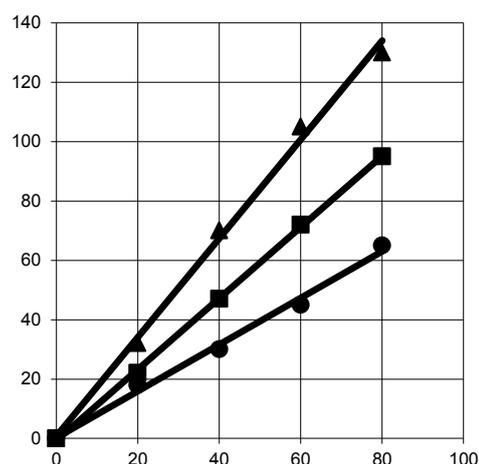


Рис. 2. Статические характеристики измерительной цепи

Шлейфовые гальванометры МО17, МО04 и МО05 позволяют регистрировать процессы с высокой точностью в диапазоне частот 0 - 300 Гц.

Использование индикатора давления ИД-2И вместе с датчиками ДМИ позволяло преобразовать давление в пропорциональный электрический сигнал (по напряжению), что дало возможность при настройке использовать электронные приборы, например, осциллограф С8-9А. Экспериментально было установлено, что измерительная цепь имеет линейную характеристику и отсутствует явление гистерезиса.

В качестве датчика перемещения полого клапана был выбран модифицированный датчик давления типа ДД-10. Преобразующий элемент этого датчика представляет собой катушку с магнетитовым сердечником и имеет цилиндрическую форму с диаметром 15 мм. Действие датчика основано на преобразовании прогиба мембраны в индуктивность. При измерении перемещения полого клапана при помощи дополнительного штока это перемещение передается на мембрану датчика. Такое

использование датчика ДД-10 позволило измерять перемещение полого клапана в диапазоне  $0=0.6$  мм от его начального состояния. Датчики ДД-10 рассчитаны на измерение импульсных сигналов с частотой до 2000 Гц и работают в комплексе с той же аппаратурой, что и датчики ДМИ. Габариты датчика ДД-10 позволили установить его непосредственно на верхней крышке клапана-усилителя, решив тем самым проблемы герметичности и дополнительного трения. Тракт измерения перемещения аналогичен тракту измерения

Тарировка датчиков давления и перемещения производилась в комплексе с усилительной и регистрирующей аппаратурой на специальном тарировочном и экспериментальном стендах. При тарировке датчиков ДМИ использовался тарировочный пресс с классом точности 0.05, а тарировка датчика перемещения осуществлялась при помощи микрометрического винта с точностью 5 мкм.

Случайная погрешность измерения при снятии тарировочной характеристики датчика складывается из погрешности тарировочного устройства, датчика, усилителя, шлейфового гальванометра и погрешности считывания результатов с фотографической ленты (погрешность осциллографа).

Средняя квадратичная погрешность тарировочной характеристики оценивалась как:

$$\delta_{тар} = \sqrt{\delta_{тар.пр}^2 + \delta_{дат}^2 + \delta_{ус}^2 + \delta_{иг}^2 + \delta_{осц}^2} \quad (1)$$

где  $\delta_{тар.пр}$  - погрешность тарировочного пресса,

$$\delta_{тар.пр} = 0.05 \text{ (по паспорту пресса),}$$

$$\delta_{дат} \text{ - погрешность датчика ДМИ,}$$

$$\delta_{дат} = 1.5\% \text{ (по паспорту датчика ДМИ),}$$

$$\delta_{ус} \text{ - погрешность усилителя 4 ТУ В6-ТД,}$$

$$\delta_{ус} = 1\% \text{ (по паспорту усилителя),}$$

$\delta_{иг}$  - погрешность шлейфового гальванометра,

$$\delta_{иг} = 1.15\% \text{ (по паспорту гальванометра}$$

МО17,

$$\delta_{осц} \text{ - погрешность осциллографа,}$$

$$\delta_{осц} = 1\% .$$

Таким образом:

$$\delta_{тар} = \sqrt{0.05^2 + 1.5^2 + 1.15^2 + 1} = 2.4\% .$$

Случайная погрешность при определении давления складывается из суммы погрешностей

датчика, усилителя, гальванометра и расшифровки осциллограмм. Аналогично предыдущему:

$$\delta_{опр} = \sqrt{1.5^2 + 1^2 + 1.15^2 + 1^2} = 2.4\% ,$$

Окончательно, средняя квадратичная погрешность измерения давлений

$$\delta_{оавл} = \sqrt{\delta_{тар}^2 + \delta_{опр}^2} = \sqrt{2.4^2 + 2.4^2} = 3.4\% ,$$

Аналогично определим среднеквадратичную погрешность измерения перемещения:

$$\delta_{тар} = \sqrt{1^2 + 1^2 + 1.15^2 + 1^2 + 1^2} = 2.3\% ,$$

$$\delta_{опр} = \sqrt{1^2 + 1^2 + 1.15^2 + 1^2} = 2.1\% ,$$

и окончательно

$$\delta_{пер} = \sqrt{2.3^2 + 2.1^2} = 3.1\% .$$

Следует отметить, что вероятность такой ошибки мала.

Неточность расшифровки осциллограмм определялась при амплитуде сигналов давления до 80 мм, а сигналов перемещения - до 60 мм.

При экспериментальном определении динамических характеристик клапанов-усилителей измерялось время переходного процесса и время срабатывания клапана.

Максимальная ошибка измерения времени складывается из:

$$\delta_{max} = \delta_{д} + \delta_{у} + \delta_{г} + \delta_{сч.вр} \quad (2)$$

где  $\delta_{д}$  - погрешность датчика,

$\delta_{у}$  - погрешность усилителя,

$\delta_{г}$  - погрешность гальванометра,

$\delta_{сч.вр}$  - погрешность считывания времени с осциллограмм

По сравнению с ошибкой при считывании времени, величины погрешностей датчика, усилителя и гальванометра пренебрежимо малы, поэтому основной расчетной погрешностью определения времени является погрешность считывания времени с осциллограмм.

Отметчик времени осциллографа Н=115 представляет собой щелевой модулятор света, пропускающий на фотоленту световые импульсы с частотой следования отметок времени. Он состоит из неподвижного зеркала, вокруг которого вращается барабан с десятью щелями, приводимый

во вращение синхронным двигателем переменного напряжения 220 В через четырехскоростной редуктор.

В зависимости от установленного передаточного числа редуктора щелевой барабан вращается со скоростью 3000; 300; 30 или 3 об/мин, что соответствует интервалам отметок 0.002; 0.02; 0.2 и 2 с. Переключение частот отметок сблокировано с переключателем скоростей перемещения фотоленты.

Так как питание двигателя осуществляется переменным током частотой 50 Гц, а колебания частоты составляют  $50 \pm 1$  Гц, то максимальная погрешность составляет 1/49 от времени одного оборота барабана отметчика времени. Во время эксперимента отметки времени наносились с интервалом 0.02 с.

$$\text{Тогда погрешность равна } \delta = \frac{0.02}{49} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ с.}$$

Погрешность считывания зависит от толщины линий на осциллограмме, точек начала и конца считывания, длины отрезка.

Толщина нанесения линий - 0.5мм

Погрешность определения размеров глазами человека - 0.5мм

Определение длины отрезка - 1мм

Скорость записи на фотоленту при эксперименте составляла - 2 м/с,

тогда считывание происходило с точностью -  $0.5 \cdot 10^{-3}$  с.

Суммарная абсолютная погрешность

$$\delta_t = [0.4 + 0.5] \cdot 10^{-3} = 0.9 \cdot 10^{-3} \text{ с. ,}$$

а среднеквадратичная погрешность определения времени составила:

$$\delta_{\text{квдр}} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ с.}$$

Таким образом, исходя из вышеизложенного, предлагаемый экспериментальный стенд и контрольно-измерительная аппаратура могут быть использованы для снятия динамических характеристик пневматических устройств.

### Литература

1. Ремень В.И. и др. Пневматический усилитель // А.с. 11348572(СССР).- Оpubl. в Б.И.,1987, №40.
2. Ремень В.И. и др. Пневматический аналоговый преобразователь //А.с.1550238(СССР). - Оpubl. в Б.И.,1990, №10.
3. Ремень В.И., Коваленко А.О., Мушкаев Я.В.. Пневматичний підсилювач // Патент України МПК 6 F 15 C 3/04.
4. В.И. Ремень, А.О. Коваленко, Я.В. Мушкаев. Пропорційний розподільник // Патент України МПК6 16 Т 1/16.

5. Morgan Jones. Duilding Valve Amplifiers/ Morgan Jones/-Ntwnes.-2004.-363 p.

6. Osenin Y., Remen V. Accuracy increase of positioning of pneumatic drives for mechanical systems/ Osenin Y., Remen V. // TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. - 2010. - № V XB. P. 95-99.

7. Osenin Y., Remen V., Epifanova O. Mathematical model of valve - amplifiers for pneumatic drives of mechanical systems / Osenin Y., Remen V., Epifanova O.// TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture -2010.-№ V XC.-P. 255-260.

8. Remen V., Vylich O., Lordkipanidze V. Static characteristics of valve-amplifiers for pneumatic drives of mechanical systems / Remen V., Vylich O., Lordkipanidze V. // TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture -2011.-№ V XC.- P. 255-260.

9. Ремень В.И. Пневматические клапаны-усилители приводов строительных машин. Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля - №2(2). 2016- С. 111-118.

### References

1. V.I.Remen' i dr Pnevmaticheskiy usilitel' // A.s. 11348572(SSSR). - Opubl. v B.I.,1987,№40..
2. V.I. Remen' i dr Pnevmaticheskiy analogovyy preobrazovatel' / A.s.1550238(SSSR)..- Opubl. v B.I.,1990, №10.
3. V.Í. Remen', A.O. Kovalenko, YA.V. Mushkaëv. Pnevmatichniy pidsilyuvach // Patent Ukraïni MPK 6 F 15 S 3/04.
5. V.Í. Remen', A.O. Kovalenko, YA.V. Mushkaëv. Proportsiyniy rozpodil'nik //PatentUkraïniMPK616T1/16
7. Morgan Jones. Duilding Valve Amplifiers/ Morgan Jones/-Ntwnes.-2004.-363 p.
8. Osenin Y. Remen V. Accuracy increase of positioning of pneumatic drives for mechanical systems/ Osenin Y.. Remen V. // TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. - 2010.- № V XB. -p. 95-99.
9. Osenin Y.. Remen V., Epifanova O. Mathematical model of valve - amplifiers for pneumatic drives of mechanical systems./ Osenin Y.. Remen V., Epifanova O.// TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. -2010.-№ V XC.-p. 255-260.
10. Remen V., Vylich O., Lordkipanidze V. Static characteristics of valve-amplifiers for pneumatic drives of mechanical systems./ Remen V., Vylich O., Lordkipanidze V. // TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture.,-2011.-№ V XC.-p.255-260
11. Remen' V.I. Pnevmaticheskiye klapan-yusiliteli privodov stroitel'nykh mashin. Vestnik Luganskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Vladimira Dalya.- №2(2). 2016- s. 111-118,

### Remen V. Kventsel A. EXPERIMENTAL STUDIES OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF PNEUMATIC VALVES-AMPLIFIERS OF DRIVES OF CONSTRUCTION AND ROAD MACHINES. PART 1.

*A pilot plant was designed and manufactured to remove the dynamic characteristics of the valve-amplifiers experimentally. Control-recording equipment is selected, allowing to register the input and output signals, an error estimation of the components of the measuring complex was made and the total error of the experiment was determined.*

**Key words:** *valve-amplifier, dynamic characteristics, experimental stand, control and measuring equipment, measurement errors.*

**Ремень Валентин Иванович**, к.т.н., доцент кафедры «Вентиляция, тепло -и газоснабжение», Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля; г. Луганск.  
**E-mail:** remen@inbox.ru.

**Remen Valentin**, Candidate of Technical Sciences, associate Professor of Department of ventilation, heat and gas supply, Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the Luhansk National University named after Vladimir Dal, Lugansk.

**Квенцель Анатолий Леонидович**, к.т.н., доцент кафедры «Общобразовательных дисциплин» Института

строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля, г. Луганск.

**E-mail:** sgm2000@ukr.net

**Kventsel Anatoly Leonidovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Department of General Educational Disciplines, Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the Luhansk National University named after Vladimir Dal, Lugansk.

**E-mail:** sgm2000@ukr.net

**Рецензент: Андрийчук Н.Д.** д.т.н., проф., директор института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства.

*Статья подана 23.08.2017*

УДК 504.064

## УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ РАФИНИРОВАНИИ СВИНЦА

Сердюк А.И., Ялалова М.М.

## ESTABLISHMENT OF THE REGULATIONS OF EMISSIONS OF POLLUTANT SUBSTANCES TO THE ATMOSPHERE AT LEVEL RAFINING

Serdyuk A.I., Yalalova M.M.

*Установлена закономерность выбросов в атмосферу фторидов и соединений свинца при его электрохимическом рафинировании. Показано, что фториды являются основными по массе выбросами с поверхности кремнефтористоводородных электролитов для рафинирования свинца, в основном обусловленными концентрацией в электролите кремнефтористоводородной кислоты.*

**Ключевые слова:** свинец, фториды, выбросы, атмосфера, рафинирование.

**Введение.** Для получения свинца, удовлетворяющего требованиям потребителей, и извлечения из него примесей, имеющих самостоятельную ценность, используют процессы рафинирования черного свинца электролизом из водных растворов. Данный процесс является энергосберегающим, так как протекает при низких температурах (25-50 °С).

Электролизом в водных растворах рафинируют около 20 % производимого в мире свинца. В настоящее время доля свинца, рафинируемого электролитическим способом, возрастает. Особенно широко используют электролитическое рафинирование заводы в Японии, Корее, Италии и Канаде.

Наибольшее применение в настоящее время в промышленности получил кремнефтористоводородный электролит для электролитического рафинирования свинца, представляющий собой водный раствор кремнефтористого свинца и кремнефтористоводородной кислоты.

Соли кремнефтористоводородной кислоты обладают высокой общей токсичностью. Фтористый водород и летучие фтористые соединения как продукты разложения кремнефтористоводородной кислоты, представляют собой опасные загрязнители воздуха, поэтому превышение их предельно-допустимой концентрации в воздухе рабочей зоны ( $ПДК_{р.з.}=0,1 \text{ мг/м}^3$ ) недопустимо [2]. Ввиду

токсичности электролитов на основе кремнефтористоводородной кислоты, производственные помещения необходимо оборудовать приточно-вытяжной вентиляцией. Кроме того, данные составы электролитов, приведенные ниже, содержат свинцовую соль кремнефтористоводородной кислоты. Все соединения свинца, присутствующие в атмосфере, имеют 1 класс опасности ( $ПДК_{р.з. Pb}=0,05 \text{ мг/м}^3$ ).

В настоящее время отсутствуют данные о количественном выделении вредных веществ в атмосферу при его рафинировании, поэтому целью работы является количественное изучение выбросов фторидов и свинца в атмосферный воздух при его рафинировании.

**Изложение основного материала.** Приготовление электролитов для рафинирования черного свинца производилось по методике, описанной в работе [2].

В табл. 1 приведены наиболее часто применяемые электролиты [1,3], которые устойчивы в работе и при соблюдении режима работы и систематической очистке от вредных примесей могут использоваться в течение нескольких лет.

Таблица 1

**Составы применяемых электролитов и режимы работы ванн свинцевания**

Компоненты и режим работы	Количественный состав электролитов, г/л		
	1	2	3
$H_2SiF_6$	65-90	50-80	90-110
$PbSiF_6$	70-95	95-105	74
Клей мездровый или желатина	0,1	0,1	0,1
Температура, °С	25-50	25-50	25-50
Плотность тока, $A/дм^2$	100-240	100-240	100-240

Электролитическому рафинированию подвергали свинец в электролите, содержащем в

качестве основных компонентов кремнефтористоводородную кислоту  $H_2SiF_6$  от 50 до 110 г/л и кремнефтористоводородный свинец  $PbSiF_6$  от 70 до 105 г/л. Концентрация желатины - 0,1 г/л. Плотность тока - 240 А/м<sup>2</sup> и температура электролита (25°C) были постоянны [1,3]. Площади анода и катода равны.

Данные измерений удельного количества фторидов в зависимости от концентрации кремнефтористоводородной кислоты, выделяющихся с поверхности электролитов, представлены в табл. 2.

Таблица 2  
Зависимость удельного количества фторидов (по фтору -  $V_{удF1}$ ), выделяющихся с поверхности электролитов для электролитического рафинирования свинца, от концентрации кремнефтористоводородной кислоты (по фтору) в них ( $C_F$ )

$C_F$ , г/л	50	60	75	90	110
$V_{удF1}$ , мг/(с·м <sup>2</sup> )	15	20	25	27	37

Зависимость выбросов от состава электролита, рассчитанная по методу наименьших квадратов, представлена на рисунке 1.

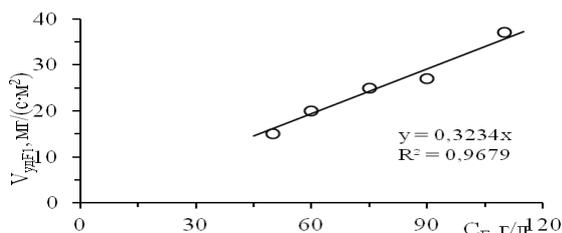


Рис. 1. Зависимость удельных выбросов фторидов ( $V_{удF1}$ )

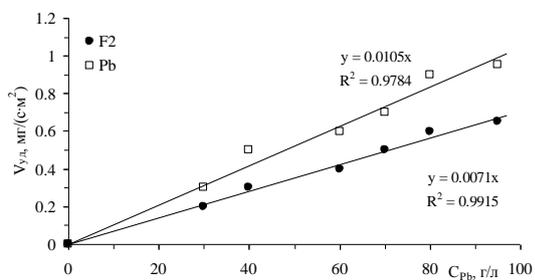


Рис. 2. Зависимость удельных выбросов фторидов ( $V_{удF2}$ ) с с поверхности электролита от концентрации кремнефтористоводородной кислоты ( $C_F$ ) в нем поверхности электролита от концентрации соли свинца ( $C_{Pb}$ )

По методу наименьших квадратов рассмотрели зависимость выбросов фторидов ( $V_{уд F1}$ ) от концентрации кремнефтористоводородной кислоты

( $C_F$ ) в электролите, которая описывается следующим уравнением:

$$V_{удF1} = 0,3234 \times C_F \quad (1)$$

Измеряли количество выбросов фторидов и свинца с поверхности электролита при постоянной концентрации кремнефтористоводородной кислоты (по фтору), равной 60 г/л и переменной концентрации соли свинца (по свинцу) от 0 до 95 г/л. Концентрация желатины - 0,1 г/л. Процесс вели при 25°C и плотности тока - 240 А/м<sup>2</sup> [1,3].

Данные измерений удельного количества свинца в зависимости от концентрации соли свинца, выделяющихся с поверхности электролитов, представлены в таблице 3.

Таблица 3  
Зависимость удельного количества свинца (по свинцу -  $V_{удPb}$ ), выделяющегося с поверхности электролитов для электролитического рафинирования свинца, от концентрации соли свинца (по свинцу -  $C_{Pb}$ ) в них

$C_{Pb}$ , г/л	0	30	40	60	70	80	95
$V_{удPb}$ , мг/(с·м <sup>2</sup> )	0	0,30	0,50	0,60	0,70	0,90	0,95

Данные измерений удельного количества фторидов в зависимости от концентрации соли свинца, выделяющихся с поверхности электролитов, представлены в таблице 4.

Таблица 4  
Зависимость удельного количества фторидов (по фтору -  $V_{удF2}$ ), выделяющихся с поверхности электролитов для электролитического рафинирования свинца, от концентрации соли свинца (по свинцу -  $C_{Pb}$ ) в них при постоянной концентрации кремнефтористоводородной кислоты (по фтору) в них ( $C_F$ ) равной, 60 г/л

$C_{Pb}$ , г/л	0	30	40	60	70	80	95
$\Delta V_{удF2}$ , мг/(с·м <sup>2</sup> )	0	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,65

Результаты, приведенные в табл. 4, свидетельствуют о том, что повышение концентрации свинца в электролите ( $C_{Pb}$ ) вызывает небольшое увеличение количества фторидов ( $V_{уд F}$ ), выделяющихся с его поверхности.

Графическая зависимость выбросов от состава электролита, рассчитанная по методу наименьших квадратов, приведена на рис. 2.

По методу наименьших квадратов рассчитали зависимость выбросов фторидов ( $V_{уд F2}$ ) от концентрации соли свинца ( $C_{Pb}$ ) в электролите, которая описывается уравнением:

$$V_{удF2} = 0,0071 \times C_{Pb} \quad (2)$$

Выбросы свинца ( $V_{y\partial Pb}$ ), исходя из результатов, представленных в табл. 3, описываются уравнением:

$$V_{y\partial Pb} = 0,0105 \times C_{Pb}, \quad (3)$$

где  $C_{Pb}$  – концентрация кремнефтористоводородного свинца (по свинцу) в электролите, г/л.

Суммарные удельные выбросы фторидов с поверхности электролита ( $\Sigma V_{y\partial F}$ ) рассчитываются с учетом уравнений (1) и (2) по формуле:

$$\Sigma V_{y\partial F} = V_{y\partial F1} + V_{y\partial F2} = (0,3234 \times C_F) + (0,0071 \times C_{Pb}), \quad (4)$$

где  $C_F$  и  $C_{Pb}$  – концентрации кремнефтористоводородной кислоты (по фтору) и кремнефтористоводородного свинца (по свинцу) соответственно, г/л.

Рассчитанные выбросы фторидов и свинца для электролитов различного состава по уравнениям (3) и (4) приведены в табл. 5.

Таблица 5

Удельные выбросы фторидов и свинца с зеркала электролитов для рафинирования

№ п/п	Выбросы	Номер электролита		
		1	2	3
		Удельный выброс i-го компонента $V_{y\partial}$ , мг/(с·м <sup>2</sup> )		
1	Фториды	10,4 - 29,8	16,8-26,6	29,6-36,1
2	Свинец	0,74 - 0,99	0,99-1,1	0,78
Сумма токсичных выбросов		11,1 - 30,8	17,8-27,7	30,4-36,9

Из результатов, приведенных в табл. 5, видно, что самые высокие выбросы фторидов и свинца имеет электролит №3. Примерно в 1,5-2 раза менее токсичны остальные электролиты.

Сравнивая состав электролитов для рафинирования с близкими по составу электролитами для свинцевания, содержащими борную кислоту, можно сделать вывод, что ее присутствие в электролите не влияет на выбросы фторидов и соединений свинца [2].

**Результаты исследований.** Полученные результаты исследований могут быть использованы на практике для разработки новых малотоксичных электролитов для рафинирования свинца.

**Выводы.** Таким образом, фториды являются основными по массе выбросами с поверхности кремнефтористоводородных электролитов для рафинирования свинца, в основном обусловленными концентрацией в электролите кремнефтористоводородной кислоты. Целесообразно использовать электролит с меньшим

содержанием кремнефтористоводородной кислоты и возможно с большим содержанием соли свинца, так как соединения свинца, присутствующие в данных электролитах, дают небольшое количество выбросов.

### Л и т е р а т у р а

1. Пискунов И.Н. Выплавка свинца реакционным способом, рафинирование черного свинца и переработка полупродуктов/ И.Н.Пискунов, А.К.Орлов. Ленинградский горный ин-т. Л., 1979.-100 с.

2. Сердюк А.И. Безопасность при использовании кремнефтористоводородного электролита для свинцевания / Сердюк А.И., Ялалова М.М. // Научный вестник НИИГД «Респиратор»: науч.-техн. журн.- Донецк, 2017.- №2(54). - С.89-96.

3. Спектор О. В. Рафинирование черного свинца: учеб. пособие / О. В. Спектор, Н. В. Марченко – Красноярск: ГУЦМиЗ, 2006. – 104 с.

### References

1. Piskunov I.N. Vyplavka svintsa reaktsionnym sposobom, rafinirovaniye chernovogo svintsa i pererabotka poluproduktov/ I.N.Piskunov, A.K.Orlov. Leningradskiy gornyy in-t. L., 1979.-100 s.

2. Serdyuk A.I. Bezopasnost' pri ispol'zovanii kremnefтористоводородного elektrolita dlya svintsevaniya / Serdyuk A.I., Yalalova M.M. // Nauchnyy vestnik NIIGD «Respirator»: nauch.-tekhn. zhurn.- Donetsk, 2017.- №2(54). - S.89-96.

3. Spektor O. V. Rafinirovaniye chernovogo svintsa: ucheb. posobiye / O. V. Spektor, N. V. Marchenko – Krasnoyarsk: GUTSMiZ, 2006. – 104 s.

**Serdyuk A.I., Yalalova M.M.**

### ESTABLISHMENT OF THE REGULATIONS OF EMISSIONS OF POLLUTANT SUBSTANCES TO THE ATMOSPHERE AT LEVEL RAFINING

*The regularity of atmospheric emissions of lead fluorides and compounds during the electrochemical refining of lead is established. It is shown that fluorides are the main mass emissions from the surface of fluorosilicic hydrogen electrolytes for lead refining, mainly due to the concentration of fluorosilicic acid in the electrolyte.*

**Key words:** lead, fluorides, emissions, atmosphere, refining.

**Сердюк Александр Иванович**, д.х.н., профессор кафедры “Техносферная безопасность” ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**E-mail:** ecoalserdiuk@rambler.ru

**Tel:** +380954562098.

**Serdyuk Alexander Ivanovich**, Professor of the Department "Technospheric Security" GOU VPO "Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture"/

**E-mail:** ecoalserdiuk@rambler.ru

**Ялалова Маргарита Маратовна**, преподаватель-стажер кафедры “Техносферная безопасность” ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**E-mail:** yalalova-rita@mail.ru

---

**Tel:** +380663142799.

**Yalalova Margarita Maratovna** Lecturer-trainee of the department "Technospheric Security" SEI HPE "Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture"

**E-mail:** yalalova-rita@mail.ru.

**Рецензент:** *Дрозд Геннадий Яковлевич*, д.т.н., профессор кафедры «Городское и промышленное строительство» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля.

*Статья подан 7.08.2017а*

УДК 532.135

## ТИКСОТРОПИЯ ВОДОУГОЛЬНОЙ СУСПЕНЗИИ

Пилавов М.В., Коваленко А.А., Максюк И.К.

### THIXOTROPY OF COAL WATER SLURRY

Manolis V. Pilavov, Alim A. Kovalenko, Inna K. Maksuk

*Cool-water slurry (CWS) is a kind of solid-liquid suspensions which has the characteristics of thixotropy. In the paper, an easy, simple, but accurate and reliable quantitative experimental method is introduced to describe the thixotropic of CWS. And by this method has made researches on thixotropy of four types CWS which were made four difference kind of coal. On the basis a simple thixotropic model was established which can be practically applied. The model has evaluated the thixotropic amount with a single structure parameter  $S$  which described the relationship of thixotropic properties depending on both shear rate and shear time quantity.*

**Keywords:** thixotropy, cool-water slurry, experimental method, structure parameter  $S$

**Introduction.** CWS is a kind of highly loaded coal water suspension. The rheology, thixotropy and stability are the basic properties of CWS, which played a very important part in every link of the technology of CWS, for example, in transporting, storing and burning. The thixotropy of CWS is caused by the network structure which formed by the inseparable combination between coal powder and water when the additions were added in. Although the thixotropy of CWS is difficult to deal with in theory, it has good advantages in technology. During storing, the CWS exhibited yield stress can prevent the deposition of coal powder. During transporting and atomizing, the structures break-down, this caused the decreasing viscosity. So the fluidity and atomization were improved. In order to meet the two contradictory demands, CWS has the thixotropy best. Despite many experiments had been made on CWS, the most only remained in the qualitative analysis of rheology. Even having quantitative formula of half-experience, they still involved the thixotropy. From the engineering point of view, this paper has established a simple, practical thixotropic model based on the theory of Non-Newtonian fluid.

**Analysis on experimental methods of CWS thixotropy.** The thixotropy of suspensions is usually measured by rotational viscometer, so does CWS. Nevertheless so far, the thixotropy is the major remaining problem in the field of theoretical rheology.

The main reason is the lack of a perfect measuring method of thixotropy at present.

The traditional method for measuring the thixotropy of suspension is "Hysteresis Loop Method". This is a transient measuring method. The test is to measure the shear stress under continuously increasing the shear rate linearly from zero to some maximum and then decreasing the shear rate to zero linearly at the same rate of change. A series of unclosed flow curves can be obtained by carrying out the test repeat many times. These curves mutually connected with the head to the tail, then, a "screw" curve is formed.

The shear test is continued until these curves form a closed equilibrium loop, called «hysteresis loop». The area of the loop can be used as a measure of the degree of thixotropy.

It is found that the «Hysteresis Loop Method» has following serious imperfections through the analysis of references and experiments:

1. A rotational viscometer with continuously changeable shear rate and controlled variation of shear rate is required. This kind of viscometer has a high price and strict using conditions.

2. (2) The area and shape of hysteresis loop depends on both the rate of change and the maximum value of the shear rate, even if other conditions controlled identically. The measurement results can also be affected by many other factors. So the results of  $\Gamma$  measurement are poor comparable and their reproducibility worse.

3. (3) The results of measurement can hardly be described by mathematical models. So it is necessary to develop a new method to carry out the experimental research of the thixotropy of CWS.

As mentioned above, the thixotropy of CWS is a character displayed when breaking or recovering the network structure happened. Therefore, thixotropy can be expressed by using any varied parameters which changes with breaking and recovering of network structure. Hence the change of shear stress under constant shear rate can be used to describe the thixotropy at this shear rate, and the experimental procedure of the thixotropy of CWS should be:

1. Using rotational viscometer, CWS is sheared continuously at a constant shear rate, the initial shear stress  $F_0$  is measured and the change of shear stress with shear time can also be recorded continuously.

2. The shear is exerted until the shear stress does not change with shear time, the final stress is equilibrium stress  $F_e$ .

It is discovered by experiments that this method is very convenient to operate. The reproducibility and accuracy of the experiment result are much better than that of Hysteresis Loop Method. This is because the Hysteresis Loop Method needs to change the shear rate continuously, and the twist rate of torsion spring; of rotational viscometer is always delay than, the changing rate of the rotative speed of the bobbin. So the shear stress such measured can't really represent the exact shear stress value under the shear rate of CWS. Large systematic errors can be occurred. On the contrary, the later method needs not to change shear rate continuously unlike what Hysteresis Loop Method does. So the claims of experimental equipment and operating condition is levered greatly. It leads the accurate measurement of the thixotropy of CWS can be carryout in general laboratory even in the productive site conveniently.

Experimental theory. The thixotropic model was established based on a series of reasonable assumptions. First, we assume that CWS is a viscous fluid. That is, CWS is considered possesses no elasticity and stress relaxation. Therefor, the structure of CWS is only braked down and recovered and will not exhibit elastic deformation during shear. Also the time effect is the thixotropic time and the time of stress relaxation can be omitted.

As the second item in the model, we assumed that the two general equations of thixotropic

$$\text{State equation} \quad \tau = f_1(r, b). \quad (1)$$

$$\text{Rate equation} \quad \frac{ds}{dt} = f_p(s, b). \quad (2)$$

Both are applicable for the thixotropic CWS equally.

As the third item is the model, we assumed the total shear stress of CWS can be resolved into two additive components by taking advantage of the Ritter's thixotropic theory. One is the shear stress  $\tau_{A1}$  which associated with the «Newtonian Solvent», and the other is  $u$  which independ of the shear rate and r time.

The structure stress  $\tau_s$  which associated with the network structures. So the total stress may be written

$$\tau = \tau_s + \tau_{A1}. \quad (3)$$

Here,  $S$  is the structure parameter, when the structure of CWS completely breaking down,  $S = S_{min} = 0$ , and when the structure completely built up,  $S = S_{max} = 1$ .

As the fourth item on the model, we assume that the shear process is composed of two reversible processes of structure breakdown and build up. Whenever the structure parameter  $S$  becomes greater than its minimum possible value  $S_{min}$  structure spontaneous is build up, till  $S = 1$ .

Whenever shear work is done on CWS, the structure parameter  $S$  is less than its maximum possible value  $S_{max}$  and the structure is breakdown till  $S = S_{max}$ .

So the rate equation can be describe as following

$$\frac{ds}{dt} = -K_1(S_{max} - S) + K_2(S - S_{min}). \quad (4)$$

The rate of spontaneous build up of structure is independent of that rate, and the rate of breakdown of structure must be depend on the rate at which shear work is done on CWS. So  $K_1 = k_1 = const$ , and  $K_2 = k_2W$ .

The fifth item is assumed that the breakdown and recovery rate of the structure can reach a dynamic equilibrium when the shear energy transfer to CWS is regular. In this condition the rheological curve which measured by quasi-equilibrium rheological method is equal structure curve. This equal structure curve is assumed can be described using Bingham plastic model, that, is:

$$\tau_{gi} = \tau_{\gamma i} + \mu_{pi} \dot{D}. \quad (5)$$

Taking in account of both (3) and (5), the equal structure eq. of CWS can be written as

$$\tau = (\tau_0 + \mu \dot{D}) + S(\tau_1 + \mu_1 \dot{D}). \quad (6)$$

at any constant rate of shear, the shear energy transfer of CWS is

$$W = \int \dot{D} d\tau = \int \dot{D}(\tau_1 + \mu_1 \dot{D}) ds = (\tau_1 + \mu_1 \dot{D}) \dot{D} S. \quad (7)$$

$$K_1 = k_1 W = k_2 (\tau_1 + \mu_1 \dot{D}) \dot{D} S = k_2 (\dot{D}) S. \quad (8)$$

Take eq. (8) into eq. (4), the rate equation changes into that

$$\frac{ds}{dt} = -k_1(1 - S) + k_2 \dot{D} S^2. \quad (9)$$

So far we established the thixotropic model of CWS

$$\text{structure eq } \tau = (\tau_0 + \mu\dot{D}) + S(\tau + \mu_1\dot{D}) \quad (10)$$

$$\text{rate eq } \frac{ds}{dt} = -k_1(1-S) + k_2(\tau + \mu_1\dot{D})\dot{D}S. \quad (11)$$

In this simplest model, there are six constants

$$\tau_0, \mu_0, \tau_1, \mu_1, k_1, k_2.$$

Predictions of the model. We now apply the model to a number of specific cases. These will show that the model does indeed predict the kind of thixotropic phenomena that are actually observed.

1. *Equilibrium state* : if CWS is sheared at a constant rate  $D$  for a length of time, the breakdown and build up rate of structure can be reached an equilibrium, at this moment, the shear stress trends to a steady value.

When CWS in the equilibrium state,  $\frac{ds}{dt} = 0, S = S_{eq}$ ,

taking that into the rate eq. (11), one can obtaine

$$S_{eq} = \frac{-k_1 + \sqrt{k_1 + 4k_2\dot{D}}}{2k_2\dot{D}}. \quad (12)$$

The value of  $S_{eq}$ , of CWS which temperature and concentration is constant will only be related with the shear rate  $D$ , and decreased with the increasing of shear rate. If  $\dot{D} = 0$ ,  $S_{eq}$  will be equaled one, if the shear rate is high enough,  $S_{eq}$  tends to zero. That is a limit state which the network is completely destroyed. The thixotropic structure will not be affected by increasing the shear rate  $D$  under this condition. The viscosity is decreased to the lowest value and is independent of the shear rate.

#### 2. Under constant shear rate

When applied a constant shear rate on CWS, the initial shear rate is higher, then decreasing gradually and tend to a steady value finally. If  $D = \text{constant}$ , that  $K_2(D) = \text{constant}$ , solve the rate equations, then yields

$$S = -\frac{K}{2} + \sqrt{\left(\frac{K}{2}\right)^2 + K \left( \frac{1 + B \exp(-Qt)}{1 - B \exp(-Qt)} \right)}. \quad (13)$$

Where

$$Q = \sqrt{k_1^2 + 4k_1k_2\dot{D}}, \quad K = \frac{k_1}{2k_2\dot{D}}, \quad (14)$$

$$B = \frac{1 + K/2 - \sqrt{K + (K/2)^2}}{1 + K/2 + \sqrt{K + (K/2)^2}}. \quad (15)$$

Substitution of eq. (11) into the structure eq. (6), the shear stress at any instant is

$$\tau = \tau_0 + \frac{A \exp(-Qt)}{1 - B \exp(-Qt)}. \quad (16)$$

$$A = B(\tau_1 + \mu_1\dot{D})\sqrt{K + (K/2)^2} \cdot \frac{ds}{dt} = -k_1(1-S). \quad (17)$$

From eq. (14) we can see: the shear stress changed with time under constant shear rate is a complicated exponential function and tend to a steady value  $\tau_e$  finally.

#### 3. Recovery of the structure

Supposing that CWS is sheared at constant shear rate and attained and equilibrium state, then is brought to rest. The rate eq(6) can be expressed in the form

$$\frac{ds}{dt} = -k_1(1-S). \quad (18)$$

Solve this eq. then obtains:

$$\frac{1-S}{1-S_{eq}} = \exp(-k_1t). \quad (19)$$

From the structure eq. we find that

$$\frac{\tau - \tau_1}{\tau_2 - \tau_1} = \frac{S - S_{eq}}{1 - S_{eq}} = 1 - \exp(-k_1t). \quad (20)$$

So if giving a time, there will be a recovery shear stress corresponding to. In order to the extent of recovering. we introduce a parameters  $\lambda_n$

$$\lambda_n = 0, \lambda_n = \frac{\tau - \tau_1}{\tau_2 - \tau_1}.$$

If  $\lambda_n = 0$ , the structure Lures have not recovery, if  $\lambda_n = 1$ , the structure completely recovery.

#### 4. Cyclic shearing

If CWS is sheared by a cyclically changed shear rate as in figure (1) a, a series of «screw» can be obtained responding from the flow curve. These curve in general open-ended, but if the shearing is continued to large  $t$  a closed equilibrium loop is obtained as in figure (1) c.

The thixotropic model can explained the form of screw curve theoretically, and testified that the ample and essential conditions of obtaining a closed hysteresis circle are that there ore two equilibrium point in the hysteresis curve.

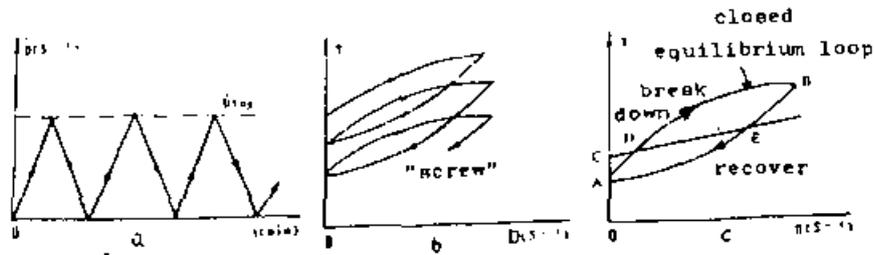


Fig. 1. a – The change program of shear rates in cyclic shearing.  
 b – The flow curve responding in the cyclically change shear rates.  
 c – The steady hysteresis loop formed by circulating many times.

As show in fig (1) c, D, E are two equilibrium point, and ADB is the up curve, and BEA is the down curve. According to eq. (2) we have:

$$\begin{aligned}
 S_E &= S_{Eq} \\
 S_D &= S_{Deq} \\
 D, E \text{ point } ds / dt &= 0, f_2(S, \dot{D}) = 0; \\
 DBE \text{ curve: } ds / dt > 0, f_2(S, \dot{D}) > 0 \quad \dot{D} > 0, S > S_{eq}; \\
 EAD \text{ curve: } ds / dt < 0, f_2(S, \dot{D}) < 0 \quad \dot{D} < 0, S < S_{eq}.
 \end{aligned} \tag{21}$$

$$\begin{aligned}
 S_E &= S_{Eq} \\
 S_D &= S_{Deq} \\
 D, E \text{ point } ds / dt &= 0, f_2(S, \dot{D}) = 0; \\
 DBE \text{ curve: } ds / dt > 0, f_2(S, \dot{D}) > 0 \quad \dot{D} > 0, S > S_{eq}; \\
 EAD \text{ curve: } ds / dt < 0, f_2(S, \dot{D}) < 0 \quad \dot{D} < 0, S < S_{eq}.
 \end{aligned} \tag{22}$$

If the periodically changed shear rate time function can be written as:  $Q = t + (n - 1)T$ , here, T is the period of the cycles and (n - 1) is the number of cycles already completed. On integration of eq. (2), the difference between  $\tau$  at the same point t in two consecutive cycles is:

$$S_{n+1}(t) - S_n(t) = \int_{(n-1)T+t}^{nT+t} f_2(S, \dot{D}) dt. \tag{23}$$

If  $S_{n+1}(t)$  identical with  $S_n(t)$ , since  $\dot{D}(t)$  is the same for the cycles, from eq. (1) it follows that:

$$\tau_{n+1}(t) = \tau_n(t)$$

and the equilibrium loop is reached. This requires that:

$$\oint f_2(S, \dot{D}) dt = 0.$$

Equations (20) and (21) show that when S is close to  $S_{eq}$  the DBE curve,  $f_0(S, \dot{D}) > 0$ , in EAD curve,  $f_2(S, \dot{D}) < 0$ . Hence, there exists a  $S(t)$  that would

satisfy eq. (22), the existence of equilibrium loop has been testified.

The exact results can be obtained by solving the rest eq. (9) using the computer. Because of the less use of hysteresis loop in describing thixotropy in industry, we didn't make a quantitative solution here.

The determination of the model parameters. The established model must be determine the model parameters by rheological experiments, the method as follows:

First, the recovery experiment could be used, and the results of this text could be used to determine the structural recovery parameters  $K_1$ . According to the eq. (18), the second step should be the performance of steady shear. The results of this test can be determine A, B, Q, and through the eq. (14). One could also determine  $S_{eq}$  and  $K_2(\dot{D})$  through eq. (10).

The third step should be to determine the parameters  $\tau_0, \tau_1, \mu_0, \mu_1$ . This could be obtained by the equal-structure curve fitting, and the break-down structure parameter K can be obtained by eq. (8). Therefore the six parameters of the model has all determine. The thixotropic model of which parameters are known can be determine the shear stress at any time and any shear rate. So the description of the rheology and thixotropy of CWS are given.

The estimate of CWS thixotropic. The thixotropic model which parameters are known can be used to estimate the thixotropic amount quantity. The description of thixotropy must be include two aspect. One is the thixotropic process, another is the final effects of thixotropy. The thixotropic process means the process of structure of thixotropic liquid breakdown with the increasing of shear time under a constant shear rate. This process describe the thixotropic time effects. In order to describe the thixotropic process of CWS, we introduce a non-dimension parameter  $\lambda_t$  called as thixotropic coefficient  $\lambda_t$  can describe as:

$$\lambda_t = \frac{\tau_0 - \tau}{\tau_0 - \tau_e} = \frac{1 - S}{1 - S_{eq}}. \tag{24}$$

Obviously, the physical mean of  $\lambda_t$  is that the ratio of thixotropic amount, at any time to the total thixotropic amount. From eq. (23) one can be seen: is only the simple function of parameter  $S$ . If  $\lambda_t = 0$ ,  $\tau = \tau_0$ , the thixotropic process occur. If  $\lambda_t = 1$ ,  $\tau = \tau_0$  the thixotropic processes end and after that the shear stress will keep constant with the increasing of shear time. The final effects of thixotropic process — that is the estimation of thixotropic amount. We can use equilibrium parameters to describe directly if the temperature and concentration is unchanged.  $S_{eq}$  is the simple function of shear rate. When  $\dot{D} = 0$ ,  $S_{eq} = 1$ , the thixotropic is the most weak and when  $\dot{D} \rightarrow \infty$ ,  $S_{eq} = 0$  and the thixotropic is the most strength. This is a limit state. So we may conclude the single structure parameter  $S$  can give a comprehensive description of the thixotropic.

Conclusions. To sum up the theory results of this paper, we can obtained the conclusions as follow:

1. The rheological and thixotropic experiments are verify that CWS is a thixotropic liquid which possess yield stress and which properties changed with time by rule.

2. According to the thixotropic theory of Non-Newtonian liquid, this paper established a thixotropic model which is a simple but can applied in practical structure eq;

$$\tau = \tau_0 + \mu_0 \dot{D} + s(\tau_1 + \mu_1 \dot{D});$$

rate eq:

$$\frac{ds}{dt} = -k_1(1-S) + k_2 \dot{D} + S^2;$$

and the six parameters  $\tau_0, \tau_1, \mu_0, \mu_1, k_1, k_2$ , can be determinate by the rheological experiments.

3. Using this model some special thixotropic effects such as equilibrium state, constant sheer rate, recovery, and circle shear is calculated and analyzed theoretically.

4. The thixotropic amount is estimated by using a single structure parameter  $S$ .

### Литература

1. Фарбер Т.Е. Гидроаэродинамика / Фарбер Т.Е. Москва: Постмаркет, 2001. – 560 с.
2. Коваленко А.А. Реометри / Коваленко А.А., Андрийчук Н.Д., Пилавов М.В. – Луганск: изд-во ЛГУ им. В. Даля, 2016. – 220 с.
3. Сорока С.И. Реология жидкости / Сорока С.И.-Луганск, изд-во СНУ, 2001.– 48 с.
4. Mewis J., Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics, 6, 1979.

### References

1. Farber T.E. Hidroajerodinamika / Farber T.E. Moskva: Postmarket, 2001. – 560 s.
2. Kovalenko A.A. Reometri / Kovalenko A.A., Andrijchuk N.D., Pilavov M.V. – Lugansk: izd-vo LGU im. V. Dalja, 2016. – 220 s.
3. Soroka S.I. Reologija zhidkosti / Soroka S.I.-Lugansk, izd-vo SNU, 2001.– 48 s.
4. Mewis J., Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics, 6, 1979.

### Пилавов М.В., Коваленко А.А., Максук И.К. ТИКСОТРОПИЯ ВОДОУГОЛЬНОЙ СУСПЕНЗИИ

*На основе простых соотношений для тиксотропии создана модель расчета и была создана методика, которая может быть практически применена. Модель оценки тиксотропных характеристик представляет систему уравнений, куда входит параметр структуры, описывающий взаимосвязь тиксотропных свойств в зависимости от скорости сдвига, касательного напряжения и времени.*

*С помощью этого метода проведены исследования тиксотропии водоугольных суспензий, которые были сделаны на основе нескольких типов углей.*

**Ключевые слова:** тиксотропия, водоугольная суспензия, экспериментальный метод, скорость сдвига, касательные напряжения.

**Пилавов Манолис Васильевич**, к.т.н., доцент Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля, г. Луганск.

**Manolis V. Pilavov**, candidate of technical sciences, assistant professor, «Lugansk National University named after Vladimir Dahl» Institute of Building, Architecture and Housing and Communal Services, Lugansk.

**Коваленко Алим Алексеевич**, к.т.н., профессор, ГОУ ВПО «Луганский национальный университет имени Владимира Даля», г. Луганск.

**Alim A. Kovalenko**, candidate of technical sciences, professor, «Lugansk National University named after Vladimir Dahl», Lugansk.

**Максук Инна Константиновна**, к.т.н., доцент, ГОУ ВПО «Луганский национальный аграрный университет», г. Луганск,  
**E-mail:** rabotainna77@gmail.com

**Inna K. Maksuk**, candidate of technical sciences, associate professor, State Educational Institution of the LPR "Luhansk National Agrarian University", Lugansk  
**E-mail:** rabotainna77@gmail.com

**Рецензент: Андрийчук Н.Д.** д.т.н., проф., директор института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства.

Статья подана 14.08.2017

УДК 621.694

## ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ ЖИДКОСТНЫХ ЭЖЕКТОРОВ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК ВОДООТЛИВА И ВОДОПОНИЖЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Квенцель А.Л., Гапонов А.В.

### WAYS TO OPTIMIZE THE WORK OF LIQUID EJECTORS OF CIRCULATING INSTALLATIONS OF WATER PUMPING AND DEPRECIATION IN CONSTRUCTION

Kventsel Anatoly, Haponov Alexander

*С целью оптимизации работы струйных насосов (эжекторов) при водоотливе и водопонижении в процессе проведения строительных работ был апробирован способ компьютерного трёхмерного моделирования в программном пакете ANSYS CFX для исследования рабочих процессов в динамических насосах трения путём сравнения его результатов с данными физического эксперимента. Выполнено трёхмерное моделирование рабочего процесса струйного насоса эжектора) при его запуске и выходе на стационарный режим работы. Сравнение результатов моделирования с данными, полученными при расчёте по одномерной физико-математической модели нестационарной эжекции, подтвердило её адекватность и перспективность применения методов численного трёхмерного моделирования.*

**Ключевые слова:** водоотведение, водопонижение, строительные работы, струйный насос, стационарный и нестационарный режимы, физико-математическая модель, численное трёхмерное моделирование, физический и численный эксперимент, методы расчёта, переходный процесс.

Большинство строительных и монтажных работ по устройству оснований и фундаментов, подземных и гидротехнических сооружений и сетей требуют понижения уровня грунтовых вод. При этом конечный результат, качество и интенсивность работ во многом зависят от совершенства и надежности водоотливных и водопонижающих средств – циркуляционных установок с центробежными и гидроструйными (эжекторными) насосами [1].

Процессы, происходящие в камере смешения жидкостного эжектора циркуляционных установок для водоотлива и водопонижения и, особенно их динамика, изучены до настоящего времени еще далеко недостаточно. При этом эффективное развитие струйной техники требует глубокого знания гидродинамики рабочего процесса,

статических и динамических характеристик аппарата.

К настоящему времени достаточно полно исследованы стационарные режимы работы струйных аппаратов. Наиболее интенсивно разработками теории и методов расчёта и проектирования динамических насосов трения, работающих в стационарном режиме, занимались научно-исследовательские центры: ВТИ [2], МВТУ им. Баумана [3], ЮУрГУ [4]. В дальнейшем была разработана одномерная физико-математическая модель нестационарной эжекции в струйных аппаратах [5-7]. В её основе лежат уравнения баланса расходов и энергии потоков жидкости в смесительной камере, а также уравнения Бернулли для неустановившихся потоков в соплах и диффузоре. При приведении этой модели к стационарным условиям работы эжектора она становится идеентичной одномерной модели стационарной эжекции, предложенной В.К. Темновым [4].

Механизмы нестационарного смешения активного и пассивного потоков и их энергообмена в рабочей камере эжектора довольно сложны, поэтому существующие модели, описывающие данный процесс, являются полуэмпирическими, основанными на результатах экспериментальных исследований. Это в свою очередь не позволяет получить полное представление о реальных процессах, происходящих в аппарате при переходных и нестационарных режимах.

Вследствие вышесказанного было выполнено трёхмерное компьютерное моделирование рабочего процесса жидкостного струйного насоса при его запуске и выходе на стационарный режим работы.

Основной задачей моделирования явилось проведение численного эксперимента по запуску и выходу на стационарный режим жидкостного эжектора. Результаты моделирования позволяют

удостовериться в адекватности расчётов динамических характеристик насоса по предложенной ранее одномерной физико-математической модели нестационарной эжекции [6,7].

На первом этапе численного эксперимента решалась задача о правомерности трёхмерного моделирования рабочих процессов, происходящих в жидкостных динамических насосах трения, путём применения 3D-модели насоса, созданной на основе программного пакета ANSYS CFX. С этой целью был повторен численно физический эксперимент, проведённый Я.Г. Шапиро и изложенный в его статье «Экспериментальное исследование жидкостного эжектора» [8].

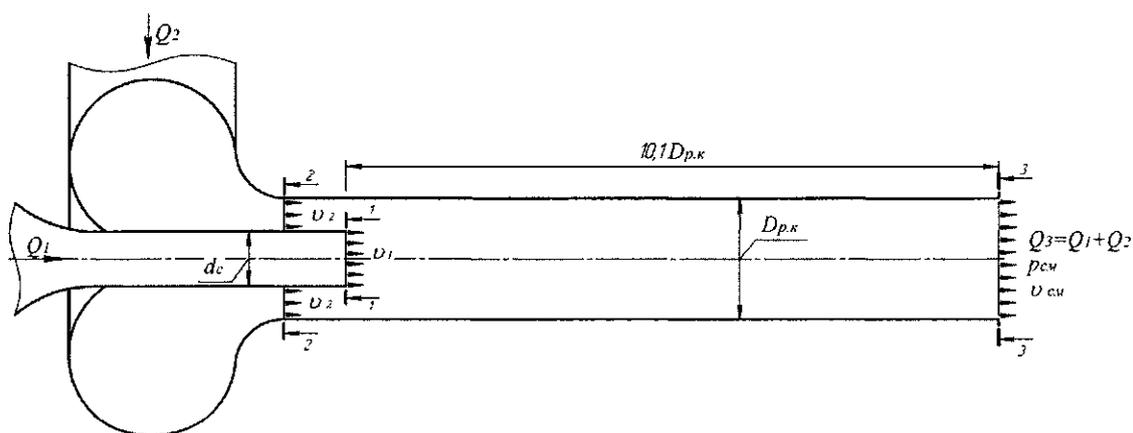


Рис. 1. Принципиальная расчётная схема экспериментального эжектора

В бак постоянного уровня, расположенный на высоте 7 м над осью камеры смешения, вода поступала из водопровода. Постоянство уровня обеспечивалось непрерывным перетеканием воды через переливную трубку. Из бака рабочая жидкость поступала в ресивер, установленный на входе в эжектор. Ресивер, предназначенный для обеспечения симметричного поля скоростей рабочей жидкости относительно оси камеры, был снабжен воздушным колпаком. Расход рабочей жидкости регулировался краном напора. Давление рабочей жидкости на входе в эжектор измерялось ртутным манометром. Пассивная жидкость поступала в эжектор из бака постоянного уровня, снабженного также переливной трубкой. Уровень жидкости можно было изменять от 100 до 600 мм над осью камеры смешения, что было необходимо для тарировки магистрали пассивной жидкости. В остальных случаях уровень поддерживался на высоте  $H=515$  мм.

Диаметр камеры смешения был равен 20,3 мм. Поля скоростей и давлений измерялись при двух различных диаметрах сопла:  $d_{c1}=10,5$  мм - «первый» и  $d_{c2}=12,76$  мм - «основной» режимы работы соответственно.

На основании представленных выше данных о геометрических размерах сопла, рабочей камеры, а

Процесс смешения в эжекторе исследовался путем измерения полей скоростей и давлений потока в различных контрольных сечениях камеры смешения, а также путем снятия характеристик работы эжектора.

Для исследования был выбран водяной эжектор с цилиндрической камерой смешения и со сменными соплами различного выходного сечения. На рис. 1 приведена принципиальная схема экспериментального эжектора. Длина камеры смешения эжектора была равна  $20D$ . Диффузор при испытаниях не ставился. Исследованию подвергался участок с камерой длиной  $10D$ . Снятие полей скоростей и давлений производилось трубками Пито, изготовленными из медицинских игл.

также общей схемы установки, на которой проводился физический эксперимент, в приложении Workbench программного пакета ANSYS CFX были построены трёхмерные расчётные сетки исследуемой проточной части струйного насоса для двух диаметров сопла. Геометрические параметры сеток с расположенными на них контрольными сечениями представлены на рис. 2.

В целях экономии ресурсов и упрощения вычислений в расчёт была принята только та часть камеры смешения, в которой проводились физические измерения. Следовательно, длина смоделированной камеры смешения, отсчитанная от выходной кромки сопла (сечение 1-1), была принята 215,3 мм ( $10,1D_{p.k.}$ ) для «первого» режима и 210,3 мм – для «основного» режима работы.

Основные количественные параметры расчётных сеток «первого» и «основного» режимов работы представлены в табл. 1

Полученные расчётные сетки проточной части насоса были переданы в препроцессор ANSYS CFX, в котором были заданы граничные условия численного расчёта.

Граничные условия, заданные для двух режимов работы «первого» и «основного», представлены в табл. 2, 3.

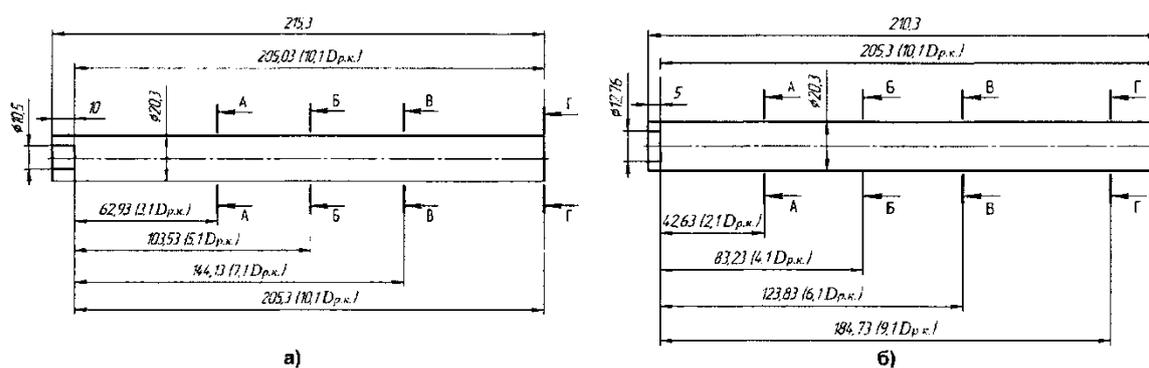


Рис. 2. Геометрические параметры исследуемой части эжектора: а - для «первого» режима работы; б - для «основного» режима работы

Таблица 1

Параметры расчетных сеток		
Режимы работы	«Первый»	«Основной»
Количество тетраэдров	483 856	476 620
Количество пирамид	266	248
Количество призм	255126	254 132
Общее число узлов	218 085	216 446
Общее число элементов	739248	732 000

Таблица 2

**Граничные условия для «первого» режима работы (dc1=10,5 мм)**

Тип	Вход активного потока	Вход пассивного потока	Выход смешанного потока
Расположение	сечение 1-1	сечение 2-2	сечение 3-3
Тип условия	inlet	inlet	outlet
Режим течения	дозвуковой	дозвуковой	дозвуковой
Заданный параметр потока	$V_1 = 3,8$ м/с	$V_2 = 0,58$ м/с	$p_{см} = 1710$ Па
Вектор потока	по нормали к плоскости сечения	по нормали к плоскости сечения	по нормали к плоскости сечения

Таблица 3

**Граничные условия для «основного» режима работы (dc2=12,5 мм)**

Тип	Вход активного потока	Вход пассивного потока	Выход смешанного потока
Расположение	сечение 1-1	сечение 2-2	сечение 3-3
Тип условия	inlet	inlet	outlet
Режим течения	дозвуковой	дозвуковой	дозвуковой
Заданный параметр потока	$V_1 = 3,7$ м/с	$V_2 = 0,56$ м/с	$p_{cv} = 1970$ Па
Вектор потока	по нормали к плоскости сечения	по нормали к плоскости сечения	по нормали к плоскости сечения

Поверхность доменов, оставшаяся после выделения граничных условий, – стенка (тип Wall) с параметром шероховатости  $R_z = 32$  мкм. Тип домена – дистиллированная вода при температуре  $25^\circ\text{C}$ . Численный эксперимент проводился в абсолютной системе давлений, в поле силы тяжести. Главная ось эжектора располагалась перпендикулярно вектору ускорения свободного падения. При расчёте была использована k-Epsilon модель турбулентности с параметрами средней интенсивности  $k = 0,05$ ;

$\varepsilon = 10$  – для сечений 1-1 и 2-2 и низкой интенсивности  $k = 0,01$ ;  $\varepsilon = 1$  – для сечения 3-3.

Величины скоростей и давлений потока в контрольных сечениях проточной части насоса, полученные на основе численного моделирования, были переведены в безразмерные и сопоставлены с экспериментальными данными. Результаты сопоставления для «первого» и «основного» режимов работы представлены на рис. 3-6.

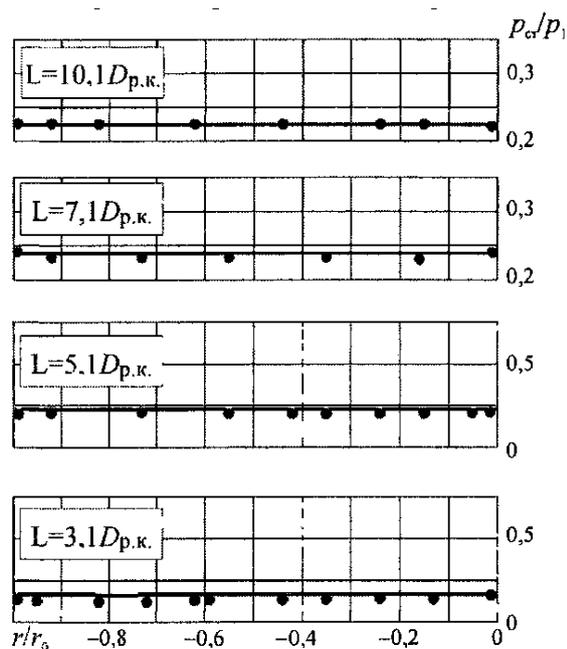


Рис. 3. Поля давлений в контрольных сечениях для «первого» режима работы:  
• - данные физического эксперимента Я.Г. Шапиро; — - кривая результатов численного моделирования

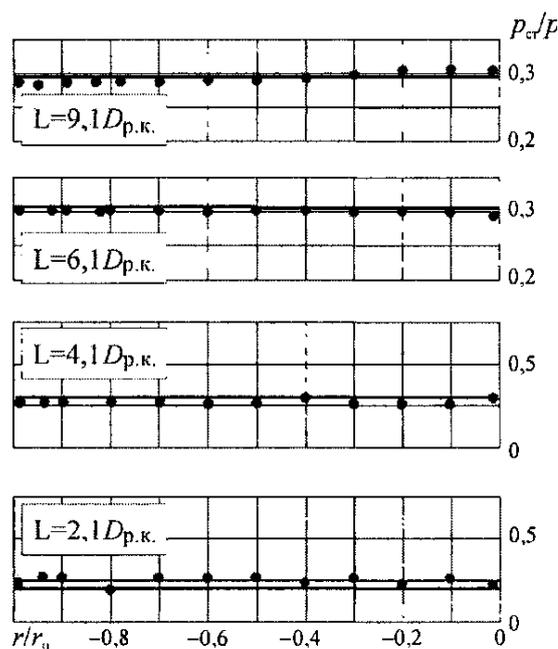


Рис. 4. Поля давлений в контрольных сечениях для «основного» режима работы: • - данные физического эксперимента Я.Г. Шапиро; — - кривая результатов численного моделирования

Как видно из представленных выше графиков, а также сравнительных данных табл. 4, результаты численного моделирования и физического эксперимента весьма удовлетворительно согласуются между собой. Некоторые расхождения значений скоростей и давлений потока в контрольных сечениях на представленных зависимостях можно объяснить тем, что в статье Я.Г. Шапиро [8] не в полной мере были изложены некоторые особенности конструкции экспериментальной установки и условий проведения эксперимента, которые пришлось

домысливать самостоятельно. Однако полученные результаты свидетельствуют о том, что применение метода компьютерного трёхмерного моделирования в программном пакете ANSYS CFX для исследования рабочих процессов в динамических насосах трения вполне адекватно и весьма перспективно.

На втором этапе численного эксперимента в программном пакете ANSYS CFX была создана трёхмерная модель проточной части классического жидкостного струйного насоса.

Таблица 4

Сравнение расчетных и экспериментальных данных

Сечение	Средняя по сечению скорость потока, м/с					
	«Первый» режим работы			«Основной» режим работы		работы
	По эксперименту	По модели	Погрешность $\sigma_{\text{ддн}}$ , %	По эксперименту	По модели	Погрешность $\sigma_{\text{ддн}}$ , %
1-1	3,80	3,61	5,0	3,70	3,53	4,5
2-2	0,58	0,58	0,0	0,56	0,56	0,0
3-3	1,42	1,43	0,7	1,74	1,79	3,0

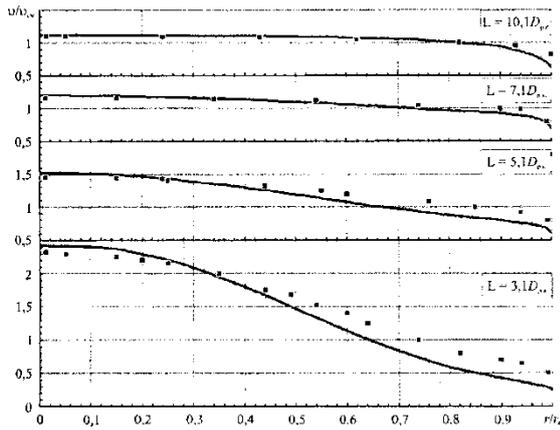


Рис. 5. Поля скоростей в контрольных сечениях для «первого» режима работы: ■ - данные физического эксперимента Я. Г. Шапиро; — кривая результатов численного моделирования

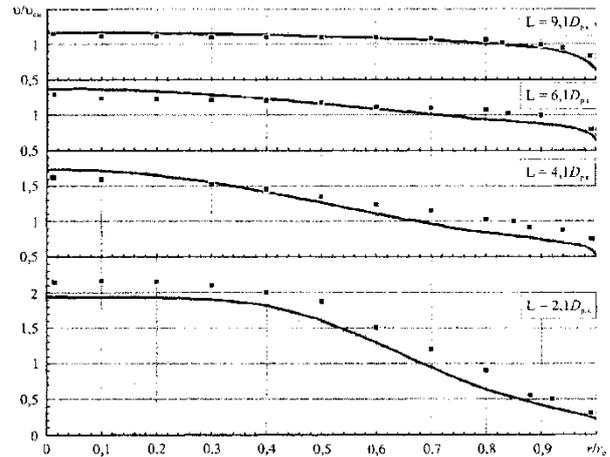


Рис. 6. Поля скоростей в контрольных сечениях для «основного» режима работы: ■ - данные физического эксперимента Я. Г. Шапиро; — кривая результатов численного моделирования

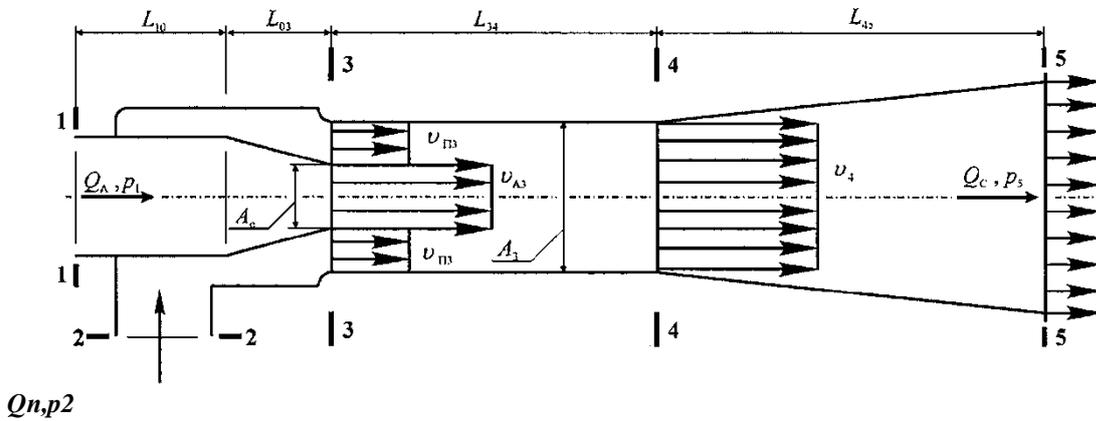


Рис. 7. Принципиальная расчётная схема жидкостного струйного эжектора

Исходные данные для расчёта по двум вышеобозначенным методикам были приняты одинаковыми и являлись следующими: полное абсолютное давление активного потока на входе в эжектор  $\bar{p}_1 = 10$  атм. (сечение 1-1); полное абсолютное давление пассивного потока на входе в

эжектор  $\bar{p}_2 = 2$  атм. (сечение 2-2); требуемое полное абсолютное давление на выходе из эжектора  $\bar{p}_5 = 3$  атм. (сечение 5-5); необходимая производительность насоса  $Q_5 = 27,8 \text{ дм}^3/\text{с}$ .

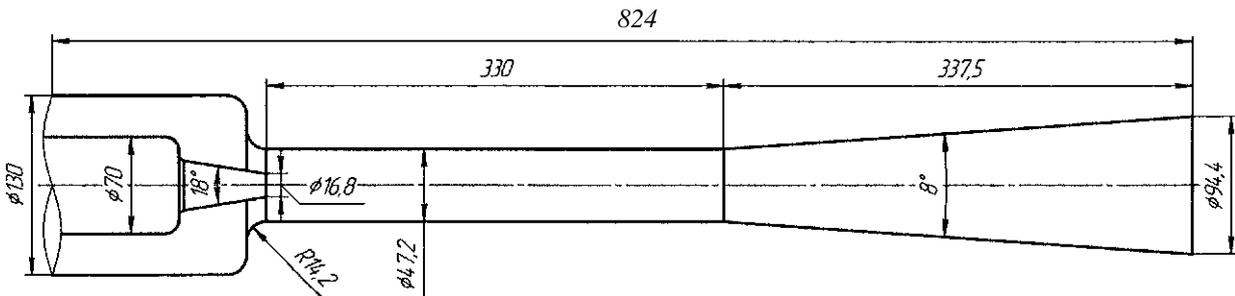


Рис. 8. Проточная часть струйного насоса, рассчитанная по методике В.К. Темнова (ЮУрГУ)

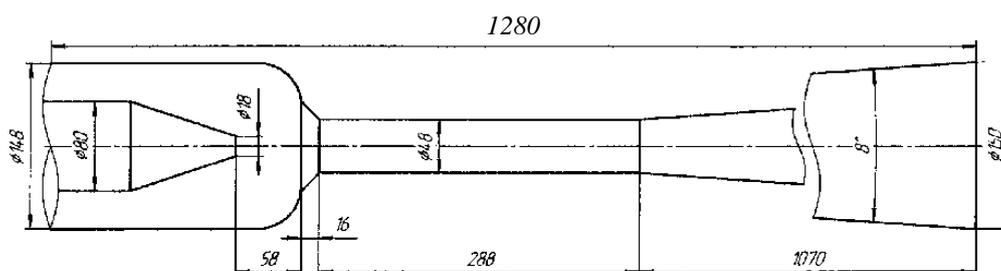


Рис. 9. Проточная часть струйного насоса, рассчитанная по методике Е.Я Соколова, Н.М. Зингера (ВТИ)

Расчёт параметров и профилирование проточной части эжектора для сравнения были выполнены по двум различным и наиболее общепринятым методикам. Расчётная схема для моделируемого струйного аппарата представлена на рис. 7. Первая методика была предложена профессором ЮУрГУ В.К. Темновым [4], результат расчёта на рис. 8, а вторая была предложена Е.Я Соколовым, Н.М. Зингером (ВТИ) [2], результат расчёта на рис. 9.

При сравнении рис.8,9 видно, что проточные части эжектора, рассчитанные при одинаковых исходных условиях, но по разным методикам, имеют существенные различия. Расчётные расходы активного и пассивного потоков, представленные в табл. 5, также различны. Причём струйный насос, рассчитанный по методике В.К. Темнова, обладает при меньших расходах активного потока большим расходом эжектируемой среды.

Таблица 5

Средний по сечению расход, дм<sup>3</sup>/с

Сечение	Расчёт по методике В.К. Темнова	Расчёт по методике Е.Я. Соколова и Н.М. Зингера
1-1	8,42	9,60
2-2	19,38	18,30

Таблица 6

Параметры расчётной сетки

Параметр	Количество
Тетраэдр	483 856
Пирамида	266
Призма	255 126
Общее число узлов	218 085
Общее число элементов	739 248

После анализа обеих методик расчёта параметров и профилирования проточной части эжектора было принято решение построить трёхмерную модель на основе данных расчёта по методике В.К. Темнова.

На основании представленных выше данных об основных геометрических параметрах эжектора в приложении *Workbench* программного пакета ANSYS CFX была построена трёхмерная расчётная сетка проточной части исследуемого аппарата. Основные количественные параметры расчётной сетки, занесены в табл. 6. Далее расчётная сетка проточной части эжектора была передана в препроцессор ANSYS CFX, в котором были заданы граничные условия численного расчёта. Основные граничные условия, заданные для исследуемого струйного аппарата, представлены в табл. 7. Величины полного давления заданы избыточными. Атмосферное давление принято равным  $p_{атм} = 0,0981$  МПа. Поверхность доменов, оставшаяся после выделения граничных условий, – стенка (тип Wall) с параметром шероховатости  $Rz = 32$  мкм. Тип домена – дистиллированная вода при температуре 25°C. Численный эксперимент проводился в поле силы тяжести Земли. Главная ось эжектора располагалась перпендикулярно вектору ускорения свободного падения.

При расчёте была использована k-Epsilon модель турбулентности с параметрами средней интенсивности  $k=0,05$ ;  $\varepsilon = 10$  – для сечений 1-1 и 2-2 и низкой интенсивности  $k=0,01$ ;  $\varepsilon = 1$  – для сечения 5-5.

Далее расчётная модель с заданными граничными условиями была передана в решатель. Основные параметры решателя: общее время моделирования 0,7с, из них 80 шагов по 0,000625 с и 13 шагов по 0,5с; критерий сходимости –  $RMS\ error=0,0004$ ; число итераций в каждом шаге – 10.

После успешного решения задачи, т.е. достижения заданного критерия сходимости, результаты были переданы в постпроцессор для дальнейшей обработки.

В табл. 8 представлены величины расхода и полного давления потока в контрольных сечениях эжектора (сечения 1-1, 2-2 и 5-5), полученные после выхода эжектора на стационарный режим работы, а также значения данных параметров, заданные по условию задачи, и погрешность численного эксперимента.

Таблица 7

**Граничные условия для исследуемого струйного аппарата**

Тип	Вход активного потока	Вход пассивного потока	Выход смешанного потока
Расположение	сечение 1-1	сечение 2-2	сечение 5-5
Тип условия	inlet	opening	opening
Режим течения	дозвуковой	дозвуковой	дозвуковой
Заданный параметр потока	$Q_1 = 27,8 \text{ дм}^3/\text{с}$	$P_2 = 2 \text{ атм}$	$P_5 = 3 \text{ атм}$
Вектор потока	по нормали к плоскости сечения	по нормали к плоскости сечения	по нормали к плоскости сечения

Таблица 8

**Величины расхода и полного давления потока в контрольных сечениях эжектора**

Сечение	Средний по сечению расход, $\text{дм}^3/\text{с}$			Среднее по сечению полное давление, МПа		
	Численное решение	Условие задачи	Погрешность расчёта $\sigma_{абс}, \%$	Численное решение	Условие задачи	Погрешность расчёта $\sigma_{абс}, \%$
1-1	8,42	8,42	=0	0,90	0,98	8
2-2	18,81	19,38	3	0,19	0,19	=0
5-5	27,22	27,80	2	0,30	0,29	2

Из табл. 8 видно, что погрешности контрольных параметров потока весьма малы и вполне могут быть объяснены несовершенством численных методов расчёта, с одной стороны, и наличием эмпирических составляющих аналитического метода – с другой.

В табл. 9 представлены значения расхода активной, пассивной жидкости и общей производительности эжектора, вычисленные разными методами.

Далее в программном пакете MathCAD на основе дифференциальных уравнений нестационарной эжекции, представленных в статье [5], был выполнен расчёт переходного рабочего

процесса в струйном аппарате, включающий его запуск и выход на стационарный режим работы. При расчёте были использованы геометрические параметры и граничные условия, аналогичные тем, что применялись при трёхмерном моделировании в пакете ANSYS CFX и описаны выше.

По результатам расчёта были построены графики изменения скоростей активного, пассивного потоков для сечения 3-3 и смешанного потока в сечении 4-4 (рис. 10). Эти графики были сопоставлены с аналогичными зависимостями, полученными в ходе численного эксперимента в пакете ANSYS CFX.

Таблица 9

**Значения расхода активной, пассивной жидкости и общей производительности эжектора**

Сечение	Средний по сечению расход, $\text{дм}^3/\text{с}$			
	Численное моделирование ANSYS CFX	Расчёт по методике В.К. Темнова	Расчёт по уравнениям нестационарной эжекции	Расчёт по методике Е.Я. Соколова и Н.М. Зингера
1-1	8,42	8,42	8,24	9,60
2-2	18,81	19,38	18,90	18,30
5-5	27,22	27,80	27,10	27,80

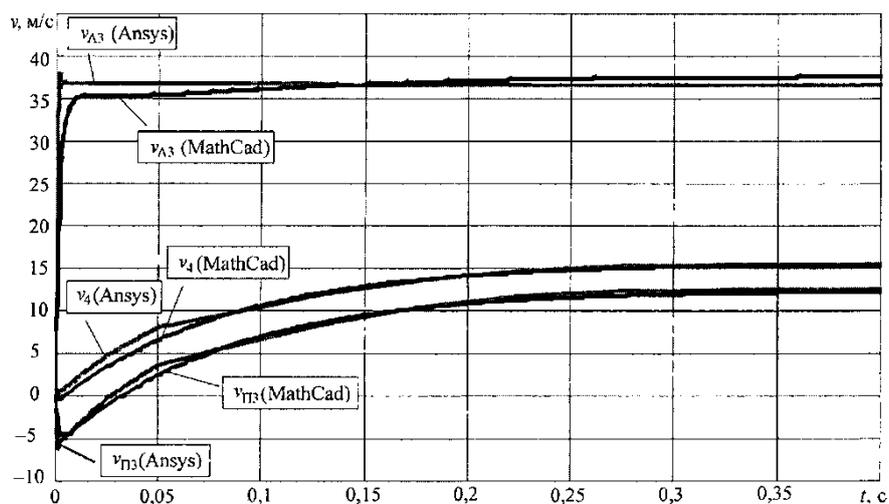


Рис. 10. Изменение скоростей активного, пассивного и смешанного потоков жидкостного эжектора при его запуске и выходе на стационарный режим

Анализ результатов численного моделирования, представленных в табл. 8, 9 и на рис. 10, позволяет сделать ряд важных выводов:

1. Погрешности контрольных параметров потока (см. табл. 8) весьма малы, и их наличие вполне объяснимо особенностями использования упрощенной ( $k$ -Epsilon) модели турбулентности в численных методах трёхмерного моделирования.

2. Значения среднего расхода в сечениях 1-1, 2-2 и 5-5 (см. табл. 9) на стационарном режиме работы жидкостного эжектора, вычисленные разными способами, практически не отличаются друг от друга. Это обстоятельство, а также график, представленный на рис. 11, позволяют говорить о правомерности и высокой степени достоверности расчёта переходных процессов эжектора по одномерной физико-математической модели нестационарной эжекции.

3. Внедрение численных методов моделирования рабочих процессов в эжекторных системах даёт возможность подойти на принципиально новом технологическом уровне к решению следующих актуальных задач, таких как:

- совершенствование существующих методик расчёта и проектирования СН;
- создание принципиально новых универсальных методов расчёта и проектирования современных СН;
- экономия финансовых и временных ресурсов, особенно на начальных этапах проектирования.

### Литература

1. Лямаев Б.Ф. Гидроструйные насосы и установки / Б.Ф.Лямаев. -Л.: Машиностроение. Ленингр.отд.,1988.-256 с.
2. Соколов Е.Я. Струйные аппараты - 3-е изд., перераб. /Е.Я. Соколов, Н.М. Зингер. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 352 с.

3. Подвидз Л.Г. Расчёт струйных насосов и установок / Л.Г. Подвидз, Ю.Л. Кирилловский // Труды ВНИИгидромаша. -1968. - Вып. 38. -С. 44- 96.

4. Темное В.К. Расчёт и проектирование жидкостных эжекторов: Учебное пособие / В.К. Темное, Е.К. Спиридонов. - Челябинск: ЧПИ, 1984. - 44 с.

5. Спиридонов Е.К. Математическое моделирование нестационарной эжекции в струйном насосе / Е.К. Спиридонов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». - 2003. - Вып. 3. - № 17. - С. 151-155.

6. Спиридонов Е.К. Характеристики нестационарной эжекции в жидкостном струйном насосе / Е.К. Спиридонов, А.А. Дурасов // Вестник ЮУрГУ. Сер. «Машиностроение». - 2007. - Вып. 10.-№ 25. - С. 35-44.

7.Квенцель А.Л., Спиридонов Е.К. Рабочий процесс и характеристики струйного насоса эжекторного снаряда при вращательно-ударном бурении // Автоматизация производственных процессов средствами гидро- и пневмо-автоматики. Тезисы докладов региональной конференции. Челябинск. 1998.

8. Шапиро Я.Г. Экспериментальное исследование жидкостного эжектора / Я.Г. Шапиро //Научные тр. МАИ. - 1950. Вып. 97. - С. 191-236.

### References

1. Lyamayev B.F. Gidrostruynyye nasosy i ustanovki / B.F.Lyamayev. -L.: Mashinostroyeniye. Leningr.otd.,1988.-256s.
2. Sokolov, Ye.YA. Struynyye apparaty - 3-ye izd., pererab. /Ye.YA. Sokolov, N.M. Zinger. - M.: Energoatomizdat, 1989. - 352 s.
3. Podvidz, L.G. Raschot struynykh nasosov i ustanovok / L.G. Podvidz, YU.L. Kirillovskiy // Trudy VNIIGidromasha / VNIIGidromash. -1968. - Vyp. 38. -S. 44- 96.
4. Temne, V.K. Raschot i proektuvannyya ridynnykh ezhektoriv: Navchalnyy posibnyk / V.K. Temne, YE.K. Spirydonov. - Chelyabinsk: CHPI, 1984. - 44 s.
5. Spiridonov, Ye.K. Matematicheskoye modelirovaniye nestatsionarnoy ezheksii v struynom nasose / Ye.K. Spiridonov // Vestnik YUUrGU. Seriya «Mashinostroyeniye». - 2003. - Vyp. 3. - № 17. - S. 151-155.
6. Spiridonov, Ye.K. Kharakteristiki nestatsionarnoy ezheksii v zhidkostnom struynom nasose / Ye.K. Spiridonov, A.A. Durasov // Vestnik YUUrGU. Ser. «Mashinostroyeniye». - 2007. - Vyp. 10.-№ 25. - S. 35-44.

7. Kventsel A.L., Spiridonov Ye.K. Rabochiy protsess i kharakteristiki struynogo nasosa ezhektornogo snaryada pri vrashchatel'no-udarnom burenii // Avtomatizatsiya proizvodstvennykh protsessov sredstvami gidro- i pnevmoavtomatiki. Tezisy dokladov regional'noy konferentsii. Chelyabinsk. 1998.

8. Shapiro, YA.G. Eksperimental'noye issledovaniye zhidkostnogo ezhektora / YA.G. Shapiro // Nauchnyye tr. MAI. - 1950. Vyp. 97. - S. 191-236.

**Kventsel A., Haponov A.**

**WAYS TO OPTIMIZE THE WORK OF LIQUID EJECTORS OF CIRCULATING INSTALLATIONS OF WATER PUMPING AND DEPRECIATION IN CONSTRUCTION**

*In order to optimize the operation of jet pumps (ejectors) in case of water drainage and dewatering in the course of construction work, a method of computer 3D modeling in the program package ANSYS CFX was tested to study the working processes in dynamic friction pumps by comparing its results with the physical experiment is tested. Three-dimensional simulation of the working process of the jet pump (ejector) is performed at its start-up and output to the stationary mode of operation. Comparison of the simulation results with the data obtained in the calculation of the one-dimensional physical and mathematical model of non-stationary ejection has confirmed its adequacy and the prospects for using numerical 3D simulation.*

**Key words:** water drainage, dewatering, construction works, jet pump, stationary and non-stationary modes, physical and mathematical model, numerical three-dimensional modeling, physical and numerical experiment, calculation methods, transient process.

**Гапонов Александр Вячеславович**, к.т.н., доцент кафедры «Общеобразовательных дисциплин» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля, г. Луганск.

**Haponov Alexander Vyacheslavovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Department of General Educational Disciplines, Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the Luhansk National University named after Vladimir Dal, Lugansk.

**Квенцель Анатолий Леонидович**, к.т.н., доцент кафедры «Общеобразовательных дисциплин» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля, г. Луганск.

**Kventsel Anatoly Leonidovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Department of General Educational Disciplines, Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the Luhansk National University named after Vladimir Dal, Lugansk.

**Рецензент: Андрийчук Н.Д.** д.т.н., проф., директор института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства.

*Статья подана 24.08.2017*

УДК 628.1

## ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПРОБЛЕМ С ВОДОСНАБЖЕНИЕМ В КУРОРТНЫХ ГОРОДАХ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА ГЕЛЕНДЖИК

Борзов В.В., Дрозд Г.Я.

## CAUSES OF PROBLEMS WITH WATER SUPPLY IN RESORT TOWNS BY THE EXAMPLE OF THE CITY OF GELENDZHİK

Borzov V.V., Drozd G.Ya.

*В статье освещена проблема с водоснабжением курортных городов. Особенность таких городов заключается в непостоянстве численности их населения на протяжении года. При этом проблема водоснабжения таких городов усугубляется целым рядом причин: дефицитом источников водоснабжения, техническим состоянием систем водоснабжения и организационными особенностями эксплуатирующих организаций.*

**Ключевые слова:** система водоснабжения, курортный город, источник водоснабжения, износ сетей, водозабор.

Многие курортные города испытывают систематический дефицит водоснабжения в летний период. Рассмотрим данную проблему на примере города Геленджик.

**Цель работы** заключается в анализе системы водоснабжения города для выявления основных причин возникновения проблемы и поиска возможных способов устранения этих причин.

**Разбор проблемы произведен методами** эмпирического уровня, среди которых наблюдение, измерение и сравнение, а также теоретического уровня: анализом, изучением и обобщением.

Город-курорт Геленджик – муниципальное образование (городской округ) на территории Краснодарского края, расположен на расстоянии 43 км от города Новороссийск и на 177 км юго-западнее Краснодара. Постоянное население города-курорта Геленджик, по данным "УФМС Краснодарского края и Республики Адыгея", от 1 января 2017 года составляло 115,4 тыс. человек (непосредственное население Геленджика – 74,8 тыс. чел.). По информации администрации курорта. Геленджик с 1 января 2016 г. по 1 сентября 2016 года посетило 4 млн человек. Единновременно максимальное количество туристов пришлось на пик сезона и составил более 200 тыс. человек. Помимо нужд населения в водоснабжении, в качестве потребителей воды выступают более 700 предприятий. Таким образом, в курортный сезон

необходимо обслуживать население, трехкратно превышающее численность постоянного населения.

Услуги по водоснабжению: подъем питьевой воды из скважин и забор из каптажных родников, транспортировка, очистка части воды и ее обеззараживание, подача потребителям, эксплуатация линейных объектов и водопроводных сетей, – предоставляют две муниципальные организации: "ООО Югводоканал" и "МУП ВКХ г. Геленджик". Данные предприятия обслуживают не только г. Геленджик, но и муниципальный округ, что означает и обслуживание также таких поселений, как с. Кабардинка, с. Виноградное, с. Архипо-Осиповка, с. Дивноморское, с. Текос, с. Марьяна роща, х. Бетта (рис. 1).



Рис.1. Зона обслуживания МУП «ВКХ»

Забор воды для нужд питьевого водоснабжения осуществляется:

- из собственных водозаборов (от 40% объема питьевой воды, подаваемой в водопроводные сети в летний период, до 60% в осенне-зимне-весенний период);

- из городского подрусового водозабора, расположенного в устье рек Адерба и Мезыбь.

Водозабор в устье рек Адерба и Мезыбь состоит из 36 скважин. Разрешенный среднегодовой объем забора воды составляет 30252 куб. м в сутки,

фактический объем забора воды из водозабора колеблется от 2500 куб. м в сутки (минимальный суточный объем забора воды в летний период) до 33000 куб. м в сутки (максимальный суточный объем забора воды в зимний период). Данный водозабор обеспечивает около 50% потребностей города-курорта Геленджик, потребности села Дивноморское и поселка Светлый;

- из родников в районах Дообская Щель.

Разрешенный среднегодовой объем забора воды составляет 2680 куб. м в сутки, фактический объем забора воды колеблется от 80 до 5000 куб. м в сутки. Обеспечивает дополнительное водоснабжение села Кабардинка (основное водоснабжение этого села осуществляется из Троицкого группового водопровода);

- из родников в районах Можаровая щель.

Разрешенный среднегодовой объем забора воды составляет 3340 куб. м в сутки, фактический объем забора воды колеблется от 1300 до 3500 куб. м в сутки. Обеспечивает дополнительное водоснабжение потребителей района Геленджика "Городская больница" (основное водоснабжение этого района осуществляется из Троицкого группового водопровода);

- из подземного водозабора "Возрождение".

Состоит из 1 скважины. Разрешенный среднегодовой объем забора воды составляет 1200 куб. м в сутки, фактический объем забора воды колеблется от 100 до 2300 куб. м в сутки, обеспечивает дополнительное водоснабжение села Возрождение;

- из Троицкого группового водопровода (покупная вода) (от 40% объема питьевой воды, подаваемой в водопроводные сети в осенне-зимне-весенний период, до 60% в летний период).

Фактический объем забора воды из Троицкого группового водопровода (ТГВ) колеблется от 2800 до 32900 куб. м в сутки. ТГВ обеспечивает часть потребностей города-курорта Геленджик (около 50%) и основное водоснабжение сел Кабардинка и Марьино роща.

Анализ изменения объемов забора воды по сезонам года из различных источников показывает, что критичными периодами года являются июль - октябрь, когда возможности городского водозабора заметно снижаются (с 25 тыс. куб. м в сутки до 8 - 12 тыс. куб. м в сутки), в то же время забор воды из Троицкого группового водопровода возрастает в 2 - 2,5 раза по сравнению с зимним периодом (с 10 - 15 тыс. куб. м в сутки в среднем зимой до 25 - 30 тыс. куб. м в сутки в среднем летом). Однако имеющихся резервов Троицкого группового водопровода в настоящее время недостаточно для обеспечения потребностей города в воде в указанный период, что ведет к перебоям в водоснабжении части потребителей в курортный сезон.

**Одна из причин перебоев водоснабжения – географическое положение.**

Территория города Геленджика, собственно как и всего муниципального образования, южно-западной стороны расположена вдоль побережья Черного моря, а с северо-восточной стороны – вдоль Мархотского хребта, который относится к Кавказским горам. Несмотря на то, что этот хребет только берет свое начало в этом регионе, а высота гор значительно ниже гор в Сочи, это не мешает такой комбинации рельефной местности создавать неблагоприятные условия при водоснабжении региона. Система водоснабжения города создавалась с учетом этих особенностей, однако это создало новые проблемы. Для обеспечения потребностей в воде максимального количества потребителей емкости хранения воды расположили в самых высоких точках, свыше 100 метров над уровнем моря. Магистральные трубопроводы протянули по направлению к морю от резервуаров. Уличные сети подключили непосредственно к магистральям. Несмотря на это, сила гравитации играла роль как помощника, так и вредителя. Водоснабжение может самотеком добираться до потребителей, требуя меньших затрат на свою доставку, но при этом давление в нижних точках города (возле побережья) превышает все допустимые значения, а верхние точки (ближе к горам) испытывают дефицит воды. Низкое давление в системе приводит к отсутствию водоснабжения у потребителя, а в случае наличия очень слабого напора пользоваться водоснабжением невозможно, ведь многие сантехнические приборы, как и электрооборудование, при работе с водой работают только при определенном давлении (газовые колонки, холодильники, стиральные машины, душевые лейки у смесителей и т.д.). Чрезмерное давление в системе приводит к утечкам в местах, где трубопровод наименее уязвим (из-за гниения, блуждающих токов, физического дефекта, некачественного места соединения и т.д.). Новые аварии приводят к уменьшению запасов воды в резервуарах и увеличению района низкого давления в верхней части города, из-за чего еще больше потребителей остаются без водоснабжения.

В летний период при отсутствии дождей происходит пересыхание рек и снижение уровня грунтовых и подземных вод в источниках водоснабжения. При этом возможности забора воды из собственных водозаборов в летний период могут снижаться в несколько раз, а потребности в подаче питьевой воды потребителям в это время возрастают более, чем в 2 раза.

Геленджик находится в субтропическом поясе, из-за чего в совокупности близости к морю и горам образует засушливый жаркий климат.

Максимальный объем потребления водных источников приходится на Троицкий групповой водовод, из-за засушливых погодных условий региона реки практически полностью пересыхают, однако и этот водовод имеет свои ограничения.

Среди возможных решений можно выделить поиск мест для бурения и обустройства новых скважин, а также строительство дополнительных резервуаров для хранения воды. Увеличить пропускную способность ТГВ возможно лишь путем переоборудования насосной станции более мощной, а также увеличением диаметров трубопроводов на магистральных и транзитных линиях.

#### Перебои водоснабжения из-за износа водопроводных сетей

Вторая проблема – высокий износ водопроводных сетей. Примерно половина воды, которую планируют доставить потребителям, теряется из-за утечек.

Недостаточная мощность водозаборных сооружений и объем накопительных резервуаров обуславливает в летний период времени подачу воды по графику утром и вечером. Аварийность повышается из-за гидравлических ударов.

Характеристика водопроводных сетей, насосных станций и резервуаров, полученных в МУП "ВКХ", приведена ниже:

Общая протяженность водопроводных сетей – 376 км.

Материал труб:

- асбестоцементные 3,76%;
- чугунные раструбные 3,43%;
- стальные 85,05%;

- полимерные (ПНД) 7,12%
- эмалированные трубы 0,65%

Количество водопроводных насосных станций (ВНС):

- второго подъема (после РЧВ) 12 шт.
- третьего подъема (на сетях) 25 шт.

Резервуары чистой воды (РЧВ):

• количество – 19 шт. (объемом от 200 до 5000 куб. м);

- общий объем всех резервуаров – 27600 куб. м.

Средний износ сетей, сооружений и оборудования превышает 70%.

Средневзвешенный возраст сетей водоснабжения:

- магистральные – 23,9 года;
- разводящие – 25,9 лет;
- распределительные – 29,5 лет.

Трубы из асбеста присутствуют в системе водоснабжения города, однако в мировой практике от них отказались в связи с их пагубным влиянием на здоровье человека. Данные участки трубопроводов требуется заменить вне зависимости от их возраста или состояния.

В среднем за год происходит 400 аварий, что при пересчете образуют 108 аварий на 100 км трубопровода в год. Для сравнения приведен график аварийности других городов (рис. 2):

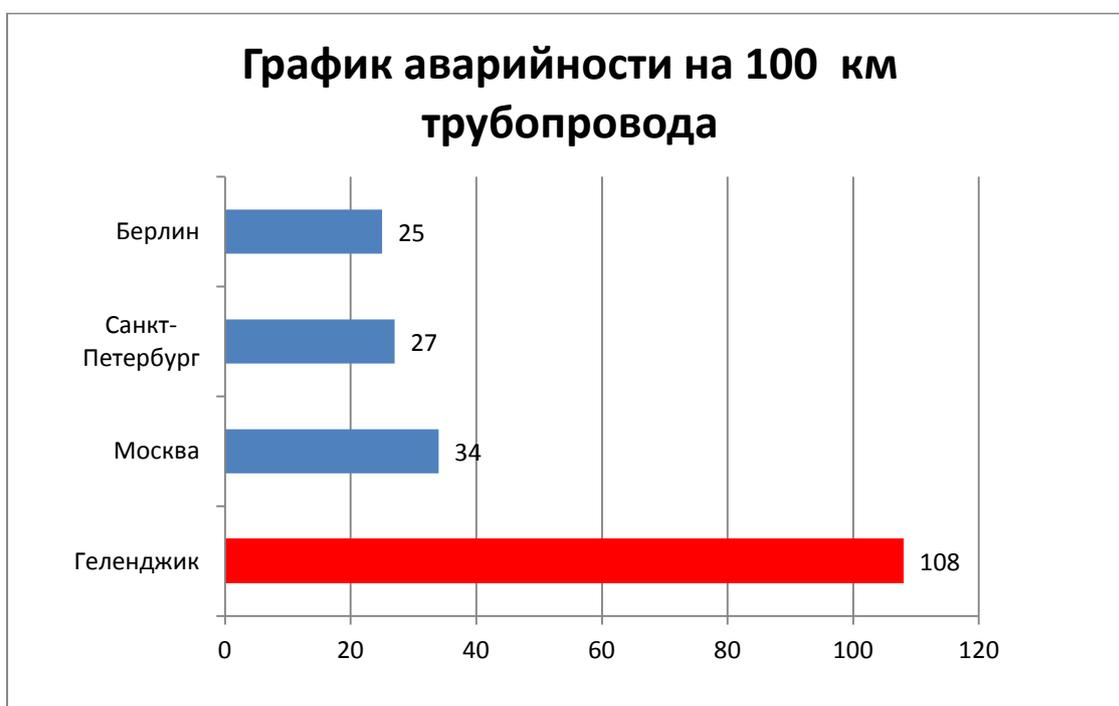


Рис. 2. Аварийность трубопроводов

Данную проблему можно устранить путем замены участков трубопроводов, срок эксплуатации которых превысил допустимые нормы. Также

заменить необходимо трубопроводы, физическое состояние которых изменилось за время эксплуатации (из-за коррозии, блуждающих токов,

физических дефектов и т.д.). Реализация данной затеи займет время, так как необходимо наличие дополнительных финансовых средств, так как водопровод пролегает под землей и под дорожным покрытием, доступ к которым требует перекрытия участка улицы и привлечение дополнительной рабочей силы для ускорения процесса.

#### **Высокая аварийность из-за человеческого фактора**

Институт экономики жилищно-коммунального хозяйства в рекомендациях рассчитал, что значение коэффициента численности сотрудников должно составлять 1,8-3,5 человек на 1000 человек обслуживаемого населения. По информации, полученной из МУП "ВКХ" г. Геленджик, выяснилось, что это значение (5,3) выше верхней границы на 51%, однако в курортный сезон значение коэффициента (0,8) ниже минимальной границы более чем в два раза. Данные цифры свидетельствуют о наличии проблемы внутри предприятия. Это приводит к тому, что вся работа основана на опыте сотрудников, т.к. не соблюдается множество организационных моментов. Отсутствие геоинформационной системы, а также низкий уровень компьютерной грамотности приводит к невозможности мониторинга ситуации в режиме реального времени, а обнаружение неполадок и утечек занимает значительное количество времени, не говоря уже скорости восстановления системы. Отсутствующая гидравлическая модель водопроводной сети не позволяет отслеживать изменения давления на разных участках сети, из-за чего страдает производительность подачи воды по графику.

Мониторинг системы водоснабжения также осложняется тем, что большинство многоэтажных жилых домов не оборудованы общедомовыми приборами учета. Из-за этого становится затруднительно оценивать общегородское гидравлическое состояние. Общедомовые приборы учета также способствуют ускорению выявления утечки как в пределах жилого помещения, так и на участках перед домом.

В г. Геленджик в последние несколько лет начали тестировать систему мониторинга общедомовых приборов учета, однако их устанавливают лишь на системы горячего водоснабжения и отопления. Установка способна показывать характеристики в режиме реального времени, за определенный период, а также с помощью симкарты передавать информацию на удаленный носитель. Это связано с тем, что цена на ГВС гораздо превышает цену ХВС. Возможно, в будущем такие же приборы учета будут установлены и на водоснабжение.

Экономическая составляющая данного вопроса тоже сыграла свою роль. Судя по информации от МУП "ВКХ", у организации есть множество должников. "Борьба" с должниками распространена на всей территории РФ. Один из методов такой борьбы – отключение потребителей от систем водоснабжения. Отключив множество абонентов, организация решает

как финансовую проблему, так и уменьшает количество общегородского расхода воды (следовательно, они могут подавать меньше воды). Однако не все отключенные потребители согласны с этим, и они, не погашая задолженность, сами подключаются обратно, не ставя никого в известность. Отсутствующие узлы учета способствуют утаиванию этого факта в течение продолжительного времени. К таким абонентам применяют другие методы воздействия.



При пересчете персонала, обслуживающего системы водоснабжения и водоотведения, на 100 км сетей получим 95,3 человека. Для сравнения, на графике ниже приведены данные пропорции для других городов (рис. 3).

Такое отставание российских предприятий по водоснабжению от своих европейских коллег объясняется существенным различием организации бизнес-процессов, более высокой степенью автоматизации технологических процессов и значительной долей аутсорсинга западноевропейских компаний.

#### **Проблемы водоснабжения из-за качества подаваемой воды**

Трубопроводная система рассчитана на транспортировку ресурсов определенного качества. Качество подаваемой питьевой воды регулируется нормативным документом СанПиН. В ходе выполнения анализа проб воды по качественному составу (химическому, органолептическому и микробиологическому) ЦХБЛ МУП "ВКХ" г. Геленджик выявило, что по органолептическим и химическим показателям вода соответствует требованиям СанПиН. В тоже время микробиологические показатели "общие колиформные бактерии" имеют разовые превышения нормативов. Также был выполнен анализ проб воды экоаналитической лабораторией ООО "ЭКО МОДУЛЬ ЛМ" в два этапа (табл. 1.). В ходе химического анализа было выявлено, что мутность воды составляет 30,4 ЕМФ, при нормативных 2,6 ЕМФ, а также бактерии, в 6 раз превышающие общее микробное число. Это показывает несоответствие качества питьевой воды. Наиболее вероятной причиной является нарушение или отсутствие дезинфекции водопроводных сетей.

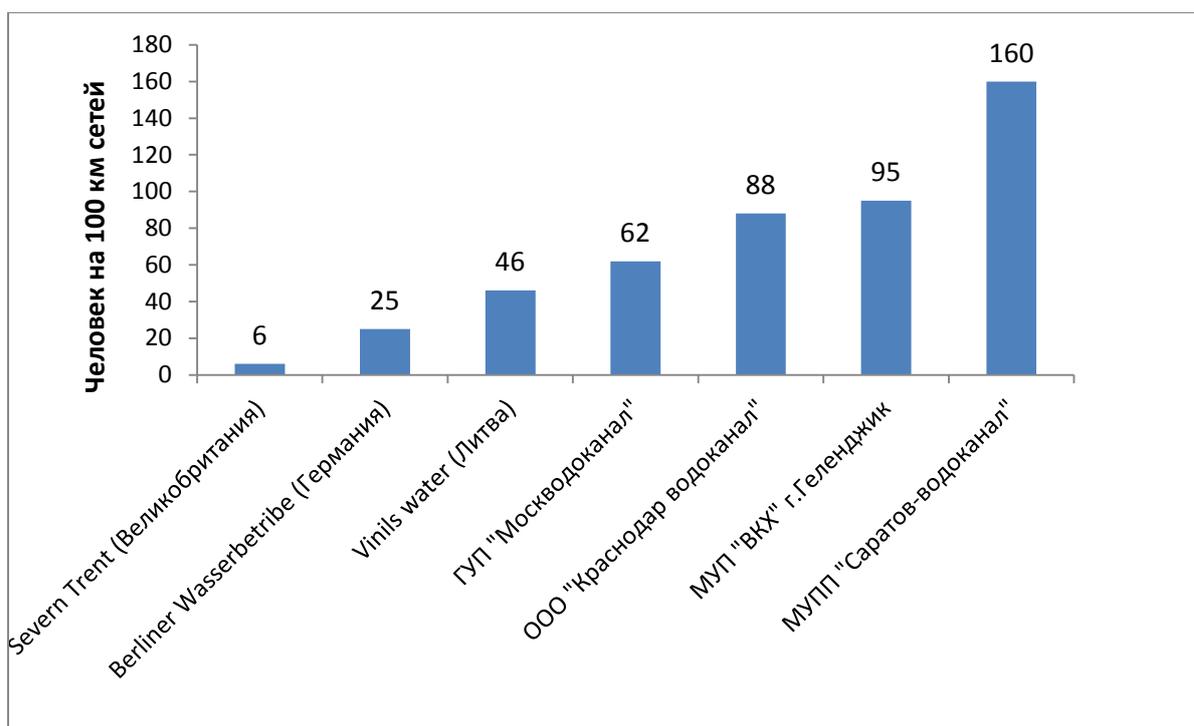


Рис. 3. Соотношение обслуживающего персонала на различных предприятиях

Таблица 1

## Результаты микробиологических анализов проб воды из центральной водопроводной системы

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Нормативные требования	Точка отбора пробы				
				11	2	3	4	5
1	Общие колиформные бактерии	КОЕ в 100 мл. воды	нет	есть	нет	есть	нет	есть
2	Термотолерантные колиформные бактерии	КОЕ в 100 мл. воды	нет	есть	нет	есть	нет	есть
3	Общее микробное число	КОЕ в 1 мл. воды	не более 50	более 300	нет	более 300	нет	более 300
4	Колифаги	БОЕ в 100 мл. воды	нет	нет	нет	нет	нет	нет
5	Споры сульфит-редуцирующих кластридий	КОЕ в 100 мл. воды	нет	нет	нет	нет	нет	нет

Такое качество воды негативно сказывается на трубопроводе. Из-за попеременного воздействия водного и воздушного пространства внутри металлических трубопроводов происходит коррозия поверхности и образуется ржавчина, часть которой создает дополнительную примесь в водоснабжении. Металлические трубы изнутри собирают наросты солей, которые уменьшают внутренний диаметр, из-за чего уменьшается пропускная способность трубопровода. Каждый последующий гидроудар при восстановлении водоснабжения, разбивает небольшой процент наростов, и уже более крупные осадки в водопроводе способны повредить запорной арматуре и регуляторам давления. Также

регуляторы давления при длительном простаивании в одном положении приобретают наросты солей, из-за чего превращаются в запорную арматуру либо шайбу с малым пропускным сечением, из-за чего происходит разбалансировка водопроводной сети.

**Выводы:** Проанализировав все объективные причины систематической нехватки воды в летний период, можно прийти к выводу, что данный город требует значительных капиталовложений для реорганизации и модернизации существующей водопроводной системы. Изначальная водопроводная система рассчитывалась на поселок городского типа и несколько санаториев пансионатов – основных потребителей воды того

времени. Стремительное расширение города и его населения оказалось в разы быстрее модернизации коммуникаций. Значительный перепад высот (около 100 метров) в совокупности с обширным строительством многоэтажных домов требует точной гидравлической настройки для уменьшения аварийных ситуаций. Низкий уровень образования, а также самопроизвольное вмешательство частных лиц в водопроводную систему создает дополнительные осложнения. Высокий износ водопроводных сетей, а также наличие трубопроводов из материалов, пагубно влияющих на здоровье, свидетельствует о необходимости скорейшей замены трубопровода. Подаваемая вода ненадлежащего качества должна пройти дополнительную очистку для минимизации ущерба как людям, так и водопроводному оборудованию. В связи с пересыханием наземных и подземных рек следует начать поиски альтернативного источника водоснабжения.

### Литература

1. "Технический аудит систем водоснабжения и водоотведения муниципального образования города курорта Геленджик" – г. Москва 2015 г.
2. Официальный сайт организации по водоснабжению и водоотведению ООО МУП "ВКХ г. Геленджик"; URL: <http://www.gelvkh.ru/>
3. Официальный сайт организации по водоснабжению и водоотведению "Югводоканал" URL: <http://www.yugvodokanal.ru/news/>
4. "Оценка численности населения" – УФМС по Краснодарскому краю и республике Адыгея.
5. "В Геленджике ежегодно увеличивается число иностранных туристов - мэра" Интернет-статья журнала Интерфакс ЮГ; URL: <http://interfax-russia.ru/South/special.asp?sec=1732&id=759765>
6. Репортажи МУП "Телерадиокомпания "Геленджик"" URL: <http://sts-gel.ru/news/>
7. Результаты анализов проб воды из пяти источников лабораторией ООО "ЭКО-MОДУЛЬ ЛМ"
8. СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества" – г. Москва, 2002 г.

### References

1. "Tekhnicheskiiy audit sistem vodosnabzheniya i vodootvedeniya munitsipal'nogo obrazovaniya goroda kurorta Gelendzhik" -g. Moskva 2015g.
2. Ofitsial'nyy sayt organizatsii po vodosnabzheniyu i vodootvedeniyu ООО МУП "VKKH g.Gelendzhik"; URL: <http://www.gelvkh.ru/>
3. Ofitsial'nyy sayt organizatsii po vodosnabzheniyu i vodootvedeniyu "Yugvodokanal" URL: <http://www.yugvodokanal.ru/news/>
4. "Otsenka chislennosti naseleniya" - UFMS po Krasnodarskomu kraju i respublike Adygeya.

5. "V Gelendzhike yezhegodno uvelichivayetsya chislo inostrannykh turistov - mer" Internet-stat'ya zhurnala Interfaks YUG; URL: <http://interfax-russia.ru/South/special.asp?sec=1732&id=759765>

6. Reportazhi МУП "Телерадиокомпания "Геленджик"" URL: <http://sts-gel.ru/news/>

7. Rezul'taty analizov prob vody iz pyati istochnikov laboratoriyey ООО "ЭКО-MОДУЛЬ ЛМ"

8. СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества" - г. Москва 2002г.

**Borzov V. V., Drozd G. Ya.**

### CAUSES OF THE PROBLEM OF WATER SUPPLY IN THE RESORT CITIES ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF GELENDZHİK

*The article deals with the problem of water supply in resort towns. The peculiarity of such cities is the volatility of their population throughout the year. At the same time, the problem of water supply for such cities is aggravated by a number of reasons: lack of water supply sources, technical condition of water supply systems and organizational features of operating organizations.*

**Key words:** water supply system, spa city, water supply source, network wear, water intake

**Борзов Владимир Витальевич**, магистрант кафедры «Городское и промышленное строительство» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля; г. Луганск.

**Borzov Vladimir V.**, master of the department "Urban and industrial construction" of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the Luhansk National University named after Vladimir Dal; Lugansk,

**Дрозд Геннадий Яковлевич**, д.т.н., профессор кафедры «Городское и промышленное строительство» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля; г. Луганск.

**E-mail:** drozd.g@mail.ru

**Drozd Gennadiy Jacob**, d.t.s., professor of department «City and industrial building» of Institute of building, architecture and housing of communal economy of the Lugansk national university of the name of Vladimir Dal; Lugansk.

**E-mail:** drozd.g@mail.ru

**Рецензент: Андрийчук Н.Д.** д.т.н., проф., директор института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства.

*Статья подана 4.08.2017*

УДК 628.3

## ГИДРОЛОГИЯ И УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Салуквадзе И.Н., Демьяненко Т.И.

## HYDROLOGY AND IMPROVEMENT OF WATER QUALITY

Salukvadze I.N., Demyanenko T.I.

*Природный водоем представляет собой биологически сбалансированную экологическую систему, настроенную на самоочищение и самовосстановление, но баланс может быть нарушен за счет природных и антропогенных факторов. Необходим комплексный подход к очистке водоема и восстановлению его экосистемы. На примере реки Лугань рассмотрен водный экологический комплекс. Изучены источники загрязнения и предложены методы очистки водоема.*

**Ключевые слова:** экологическая система, биомасса, биогенные элементы, самоочищение водоема, антропогенное загрязнение.

Река Лугань является межреспубликанским водным объектом, воды которой протекают по территории г. Горловка (ДНР), Лутугинского, Славяносербского, Попаснянского, Перевальского районов, г. Луганска (ЛНР). Река Лугань берёт начало у железнодорожной насыпи в районе станции Байрак и является правым притоком реки Северский Донец, относится к бассейну реки Дон. Длина реки Лугани около 200 км, площадь бассейна 3740 км<sup>2</sup>. Главные притоки, которые имеют длину более 10 км. - Лозовая, Санжаровка, Камышеваха, Белая, Ольховая и другие. В верховьях расположено два водохранилища — Углегорское и Мироновское. Река Лугань создает неповторимый колорит города, а именно Каменного Брода.



Рис.1 Участок реки Лугань в районе Каменного Брода.

Когда-то вода из речки Лугань славилась родниковой чистотой и ее широко использовали в

быту. Ситуация полностью изменилась, когда на берегу реки построили литейный завод. Тогда воду стали брать для промышленных целей, отчего она стала сильно загрязняться. На данный момент река Лугань находится в таком ужасном состоянии, что местным жителям крайне не рекомендуется использовать из нее воду даже для хозяйственных нужд. Результаты контроля качества поверхностных вод на водосборной площади бассейна р. Лугань осуществляет отдел инструментально – лабораторного контроля Управления природнадзора Министерства природных ресурсов и экологической безопасности.

Вследствие значительного негативного антропогенного влияния вода в реке традиционно относится к 4 классу качества – «загрязненная». Основные показатели, которые формируют класс качества ют: БПК<sub>5</sub> – 1,52 ПДК, сульфаты – 6,15 ПДК, марганец – 4,50 ПДК, медь – 4,00 ПДК, хром<sub>6+</sub> - 3,17 ПДК. Средняя жесткость в реке – 15,4 ммоль/дм<sup>3</sup>. Концентрации солей тяжелых металлов не превышают ПДК. Кислородный режим в реке удовлетворительный. На территории ЛНР в створах бассейна р. Северский Донец именно в р. Лугань наблюдаются наибольшие превышения требований санитарных нормативов по сухому остатку в 1,5 раза, БПК<sub>5</sub> в 1,1 раз. Именно р. Лугань оказывает наибольшее влияние на главный водоток - р. Северский Донец. После впадения р. Лугань в р. Северский Донец наблюдается увеличение концентраций солевых показателей и органических соединений. К антропогенному загрязнению относят сбросы в водоемы различных неочищенных стоков промышленных и сельскохозяйственных предприятий. Понятно, что если концентрация химических веществ в воде достаточно мала, то обитатели вод приспособляются к ней. Если же концентрация приближается к критической для данного водоема, то часть обитателей уходит, другая погибает. Пика загрязнения река достигла в ноябре 2014 года. Тогда жители Луганска и окрестностей могли наблюдать страшную картину: вся поверхность воды покрылась сплошным темным пятном, а большинство речных обитателей — рыба, моллюски и водоросли — просто вымерло.



Рис. 2. Мор рыбы в реке Лугань

Основу загрязнения составил сухой остаток из угольной пыли, нефтепродуктов, тяжелых металлов и солей, количество которых очень превосходят допустимые нормы. Пробы для химического анализа брались в нескольких местах по руслу реки

и в разное время. Экологическая ситуация вызвала тревогу. Есть опасения, что загрязнение также коснется реки Северский Донец, из которого берут воду для питья.



Рис. 3. Гидрология реки Северский Донец

В целом на территории ЛНР сток р. Лугань в значительной степени формируется за счет сбросов шахтных вод и возвратных вод предприятий коммунального хозяйства городов Стаханова, Кировска, Брянки, Первомайска, Алчевска. После сбросов этих городов показатели азота аммонийного, фосфатов, жесткости воды, хлоридов, сульфатов, в воде увеличиваются.

Среди притоков бассейна р. Северский Донец именно р. Лугань несет наибольшую нагрузку. В 2013 году в бассейн р. Лугань сброшено 116,8 млн. м<sup>3</sup> возвратных вод (что на 14,1 млн.м<sup>3</sup> больше, чем в 2009 году), из них 31,7% загрязненных. Наибольший объем сброса возвратных вод приходится на русло р. Лугань - 49,6 млн.м<sup>3</sup> (42,5 %) и ее приток р. Белая - 30,01 млн.м<sup>3</sup> (25,7 %). Меньший объем - на другие ее притоки: р. Лозовая -

12,03 млн.м<sup>3</sup> (10,3%), р. Н. Камышеваха (87 км.) - 8,894 млн.м<sup>3</sup> (7,6%), р. В. Камышеваха (113 км.) - 7,667 млн. м<sup>3</sup> (6,6%) и р. Ольховая - 4,641 млн.м<sup>3</sup> (4%).

Поэтому важную роль в улучшении состояния реки играет качество работы очистных сооружений предприятий, в первую очередь коммунального хозяйства и угольной промышленности.

Отделом водных ресурсов Минприроды налажена система по согласованию статистической отчетности по форме 2-тп (водхоз) о количестве забираемой и используемой воды, количестве и качестве сточных вод, сбрасываемых в водные объекты.

Эти данные впоследствии могут использоваться отделом экологического контроля управления природнадзора Министерства при планировании и проведении проверок предприятий-загрязнителей реки Лугань. Со стоком реки Лугань в р. Северский Донец поступает основное количество загрязняющих веществ от 30 до 60 %, которые формируют качество воды в р. Северский Донец на территории Луганской области. Поэтому решение вопросов улучшения качественного состояния р. Лугань является одной из главных для экологического оздоровления реки Северский Донец как на территории Республики, так и на территории России.

В 2016 году в бассейн р. Лугань сброшено 5808,8 тыс.м<sup>3</sup> возвратных вод из них 5561,0 млн.м<sup>3</sup> НДО (недостаточно очищенные).

Наиболее интенсивное загрязнение поверхностных вод в бассейне р. Лугани происходит в г. Луганске (сброшено 32,88 млн.м<sup>3</sup> возвратных вод), Перевальском районе (24,61 млн.м<sup>3</sup>), г. Алчевске (13,2 млн.м<sup>3</sup>), г. Первомайске (10,45 млн.м<sup>3</sup>), а также в городах Брянке и Кировск. Необходимо отметить, что в 2014 году в поверхностные водные объекты бассейна р. Лугань осуществляли сбросы возвратных вод 61 предприятие. Негативно влияют на качество р. Лугань сбросы возвратных вод Алчевского металлургического комбината, а также шахтные воды ООО «Интер-Инвест-уголь», шахт Голубовской, Романовской, Брянковской, шахт ДП „Луганскуголь“ (Черкасская, имени Артема, Фашевская и др.) и предприятий коммунального хозяйства Брянковского, Стахановского департаментов ООО "Лугансквода". Значительным источником загрязнения реки Лугань в районе г. Луганска являются стоки возвратных вод ХК ОАО „Лугансктепловоз“, Вергунской станции биологической очистки Луганского управления ООО "Лугансквода".

Природный водоем представляет собой биологически сбалансированную экологическую систему, настроенную на самоочищение и самовосстановление. Это естественное состояние биологического баланса может быть нарушено:

- в результате естественного старения водоема путем накопления в водоеме естественной органики (листья, веток, экскрементов рыб и водоплавающих птиц, отмерших водных растений),

- в результате интенсивного загрязнения водоема органическими веществами и питательными (биогенными) элементами (мусор, ливневые сточные воды, нанос с полей и дорог, плохо очищенные сточные воды, канализация, удобрения, в изобилии доставляющие в водоем органику). Попав в водоем, органические вещества частично растворяются в воде, частично опускаются на дно водоема, где из них формируется органическая биомасса донного ила, подвергаясь непрерывному разложению гнилостными бактериями и грибами. В результате сложных биохимических процессов углеводы, жиры и белки разлагаются на более простые соединения. Конечными продуктами являются минеральные соли (нитраты, фосфаты, сульфаты), газы (водород, сероводород, углекислый газ) и вода. Эти соединения поглощают водоросли, высшие растения и простейшие организмы. Мелкие организмы поедают рыбы. Так замыкается биологический круг изменений, связанных с самоочищением водоема. Если разложение органических веществ происходит полностью, то в водоеме устанавливается равновесие.

В реках и других водоемах происходит естественный процесс самоочищения воды. Однако он протекает медленно. Пока промышленно-бытовые сбросы были невелики, реки сами справлялись с ними. В наш индустриальный век в связи с резким увеличением отходов водоемы уже не справляются со столь значительным загрязнением. Возникла необходимость обезвреживать, очищать сточные воды и утилизировать их.

Очистка сточных вод - обработка сточных вод с целью разрушения или удаления из них вредных веществ. Освобождение сточных вод от загрязнения-сложное производство. В нем, как и в любом другом производстве имеется сырье (сточные воды) и готовая продукция (очищенная вода).

Методы очистки сточных вод можно разделить на механические, химические, физико-химические и биологические, когда же они применяются вместе, то метод очистки и обезвреживания сточных вод называется комбинированным.

Применение того или иного метода в каждом конкретном случае определяется характером загрязнения и степенью вредности примесей.

Сущность механического метода состоит в том, что из сточных вод путем отстаивания и фильтрации удаляются механические примеси. Грубодисперсные частицы в зависимости от размеров улавливаются решетками, ситами, песколовками, септиками, навозоуловителями различных конструкций, а поверхностные

загрязнения - нефтеловушками, бензомаслоуловителями, отстойниками и др.

Механическая очистка позволяет выделять из бытовых сточных вод до 60-75% нерастворимых примесей, а из промышленных до 95%, многие из которых как ценные примеси, используются в производстве.

Химический метод заключается в том, что в сточные воды добавляют

различные химические реагенты, которые вступают в реакцию с загрязнителями и осаждают их в виде нерастворимых осадков. Химической очисткой достигается уменьшение нерастворимых примесей до 95% и растворимых до 25%.

При физико-химическом методе обработки из сточных вод удаляются тонко

дисперсные и растворенные неорганические примеси и разрушаются органические и плохо окисляемые вещества, чаще всего из физико-химических методов применяется коагуляция, окисление, сорбция, экстракция и т.д.

Среди методов очистки сточных вод большую роль должен сыграть биологический метод, основанный на использовании закономерностей биохимического и физиологического самоочищения рек и других водоемов. Есть несколько типов биологических устройств по очистке сточных вод: биофильтры, биологические пруды и аэротенки.

В биофильтрах сточные воды пропускаются через слой крупнозернистого материала, покрытого тонкой бактериальной пленкой. Благодаря этой пленке интенсивно протекают процессы биологического окисления. Именно она служит действующим началом в биофильтрах.

В очистке сточных вод принимают участие все организмы, населяющие водоем. Все эти живые существа бурно развиваются в аэротенках, чему способствуют органические вещества сточных вод и избыток кислорода, поступающего в сооружение потоком подаваемого воздуха. Бактерии склеиваются в хлопья и выделяют ферменты, минерализующие органические загрязнения. Ил с хлопьями быстро оседает, отделяясь от очищенной воды.

Инфузории, жгутиковые, амёбы, колероватки и другие мельчайшие животные, пожирая бактерии, неслипающиеся в хлопья, омолаживают бактериальную массу ила.

Сточные воды перед биологической очисткой подвергают механической, а после нее для удаления болезнетворных бактерий и химической очистке.

Биологический метод дает большие результаты при очистке коммунально-бытовых стоков. Он применяется также и при очистке отходов предприятий

нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, производстве искусственного волокна.

Необходим комплексный подход к очистке водоема и восстановлению его экосистемы.

Создание циркуляции воды, удаление донных осадков, насыщение воды кислородом, искусственное изменение видового состава микроорганизмов, а так же в кратчайшие сроки предпринимать действия по сокращению и полному прекращению сбросов загрязненных вод.

Таким образом, для деградированных водоемов: заросших, заиленных и покрытых ряской, – необходимы мероприятия, связанные с восстановлением их экосистем и, как итог, улучшением качества воды.

### Литература

1. Аксенов В.И. Локальные замкнутые системы водопользования промышленных предприятий // ЭКип: Экология и промышленность России.-2005.-№ 3. - С. 14-16.
2. Алексеев Е.В. Особенности сточных вод, содержащих поверхностно-активные вещества // БЖД.-2006.-№11.- С. 18-21.
3. Антипанова Н.А. Влияние предприятий черной металлургии на качество питьевой воды // ЭКИП.-2005.-№11.- С.40-43.
4. Архипова Н.А. Гидроэкология: количественная оценка поступления в водные объекты загрязняющих веществ от рассредоточенных источников // Инженерная экология.-2002.-N1.-С.27- 41.
5. Баглай С.В. Биохимическая очистка промышленных сточных вод // ЭКип: Экология и промышленность России.-2002.-N3.-С.9-11.
6. Бордунов В.В. Очистка воды от нефти и нефтепродуктов // ЭКИП.-2005.-№8.- С.8-10.
7. Буренин В.В. Очистка производственных сточных вод от взвешенных частиц и других вредных примесей // БЖД.-2007.-№3.- С. 14-22.
8. Васильченко О.В. Гидроэкология: особенности оценки качества вод // Инженерная экология.- 2008.-№3.- С.2-25.
9. Вишняков Я.Д. Водоохранные мероприятия: эколого-экономическое обоснование // ЭКип: Экология и промышленность России.-2010.-N5.-С.40-42
10. Водопользование и очистка промстоков // Приложение к журн. «Безопасность жизнедеятельности».-2003.-№9.
11. Гляденов С.И. Очистка сточных вод: традиции и новации // ЭКип: Экология и промышленность России.-2001.-N2.-С.15-17.

### References

1. Aksenov V.I. Lokal'nyye zamknutyye sistemy vodopol'zovaniya promyshlennykh predpriyatiy // EKIP: Ekologiya i promyshlennost' Rossii.-2005.-N 3. - S. 14-16.
2. Alekseyev Ye.V. Osobennosti stochnykh vod, soderzhashchikh poverkhnostno-aktivnyye veshchestva // BZHD.-2006.-№11.- S. 18-21.
3. Antipanova N.A. Vliyaniye predpriyatiy chernoy metallurgii na kachestvo pit'yevoy vody // EKIP.-2005.-№11.- S.40-43.
4. Arkhipova N.A. Gidroekologiya: kolichestvennaya otsenka postupleniya v vodnyye ob'yekty zagryaznyayushchikh veshchestv ot rassredotochennykh istochnikov // Inzhenernaya ekologiya.-2002.-N1.-S.27- 41.
5. Baglay S.V. Biokhimicheskaya ochistka promyshlennykh stochnykh vod // EKIP: Ekologiya i promyshlennost' Rossii.-2002.-N3.-S.9-11.

6. Bordunov V.V. Ochistka vody ot nefi i nefteproduktov // EKIIP.-2005.-№8.- S.8-10.

7. Burenin V.V. Ochistka proizvodstvennykh stochnykh vod ot vzveshennykh chastits i drugikh vrednykh primesey // BZHD.-2007.-№3.- S. 14-22.

8. Vasil'chenko O.V. Hidroekologiya: osobennosti otsenki kachestva vod // Inzhenernaya ekologiya.- 2008.-№3.- S.2-25.

9. Vishnyakov YA.D. Vodookhrannyye meropriyatiya: ekologo- ekonomicheskoye obosnovaniye // EKIIP: Ekologiya i promyshlennost' Rossii.-2010.-N5.-S.40-42

10. Vodopol'zovaniye i ochistka promstokov // Prilozheniye k zhurn. «Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti».- 2003.-№9.

11. Glyadenov S.I. Ochistka stochnykh vod: traditsii i novatsii // EKIIP: Ekologiya i promyshlennost' Rossii.-2001.-N2. - S.15-17.

**Salukvadze I.N., Demyanenko T.I.**  
**HYDROLOGY AND IMPROVEMENT OF WATER QUALITY**

*A natural body of water is a biologically balanced ecological system that is set up for self-purification and self-healing, but the balance can be disturbed by natural and anthropogenic factors. A comprehensive approach is needed to clean up the reservoir and restore its ecosystem. The example of the Lugan River considered the water ecological complex. The sources of pollution have been studied and methods for cleaning the reservoir have been proposed.*

**Key words:** Ecological system, biomass, biogenic elements, self-purification of the reservoir, anthropogenic pollution.

**Салуквадзе Ирина Николаевна**, доцент кафедры «Общеобразовательных дисциплин» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального

хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля, г. Луганск.

**E-mail:** isaigkh@yandex.ru.

**Salukvadze Irina Nikolaevna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Department of General Educational Disciplines, Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the Luhansk National University named after Vladimir Dal, Lugansk.

**E-mail:** isaigkh@yandex.ru

**Демьяненко Татьяна Игоревна**, старший преподаватель кафедры «Общеобразовательных дисциплин» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля, г. Луганск.

**E-mail:** isaigkh@yandex.ru.

**Demyanenko Tatiana Igorevna**, Senior lecturer of Department of General Educational Disciplines, Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the Luhansk National University named after Vladimir Dahl, Lugansk.

**E-mail:** isaigkh@yandex.ru

**Рецензент: Квенцель Анатолий Леонидович**, к.т.н., доцент кафедры «Общеобразовательных дисциплин» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля.

*Статья подана 18.08.2017*

УДК 621.694

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ  
ЖИДКОСТНЫХ СТРУЙНЫХ НАСОСОВ****Квенцель А.Л., Ремень В.И.****WAYS TO INCREASE EFFICIENCY OF LIQUID JET PUMPS****Kventsel Anatoly, Remen Valentin**

*На основании анализа существующих методик расчета струйных насосов циркуляционных установок систем водоотведения и водопонижения в строительстве предложена уточненная физико-математическая модель рабочего процесса струйного насоса. На её основе рассчитаны и проанализированы характеристики рабочего процесса при запуске струйного насоса. Показано, что выход эжектора на стационарный режим работы сопровождается выбросом жидкости в приёмную камеру насоса на начальной стадии переходного процесса, а при определённом наборе параметров коэффициенты эжекции, достигнутые в переходном процессе, значительно превышают таковые при установившемся режиме работы устройства.*

**Ключевые слова:** водоотведение, водопонижение, строительные работы, струйный насос, стационарный и нестационарный режимы, физико-математическая модель, методы расчёта, переходный процесс.

Среди гидродинамических машин, применяемых при проведении гидротехнических строительных работ в водоснабжении и водоотведении и при инженерно-геологических изысканиях в разрушенных трещиноватых породах (бурение разведочных скважин с призабойной обратной циркуляцией), струйные насосы (эжекторы) принадлежат к числу наиболее распространенных. Если учесть, что эжекторы, выполняя определенные технологические функции, работают в гидросистемах, как правило, непрерывно и длительное время, то даже незначительное повышение их эффективности приводит в итоге к существенной экономии энергии и жидкой рабочей среды.

Эффективное применение струйного насоса в вышеприведенных гидросистемах требует глубокого знания гидродинамики рабочего процесса, статических и динамических характеристик аппарата. К настоящему времени для стационарных (неизменяемых во времени) режимов работы создана достаточно корректная теория эжекционных устройств с жидкими активной и пассивной средами [1-3]. Однако в большинстве

гидросистем эжекторы продолжительное время работают в нестационарных условиях, например, при запуске системы или в процессе ее регулирования, а также при пульсирующей подаче активной среды.

Одной из первых и содержательных работ, посвященных моделированию нестационарной эжекции, является статья [4]. В ней анализируется физический процесс, происходящий в эжекторе при импульсно периодическом течении активной среды.

Одномерная физико-математическая модель нестационарной эжекции, полученная на основе уравнений баланса расходов и энергии потоков жидкости в смесительной камере, а также уравнений Бернулли для неустановившихся потоков в соплах и диффузоре, представлена в статье [5]. Однако эта модель требует уточнения по причине того, что в ней не учитывается знакопеременное течение жидкости на начальном этапе работы насоса. Наряду с этим заметим, что в данной публикации отсутствует численный анализ рабочего процесса эжектора при неустановившемся режиме его работы.

Исходя из вышеизложенного, составим уточнённую физико-математическую модель нестационарной эжекции и на её основе выполним численный анализ рабочего процесса в струйном насосе.

Принципиальная схема эжектора приведена на рис. 1. Струя активной (высоконапорной) жидкости устремляется из сопла 1 в рабочую камеру 3 и увлекает за собой пассивную (низконапорную) жидкость из приемной камеры

2. В рабочей камере активная струя, смешиваясь с пассивным потоком, передает ему часть своей энергии. В результате полный напор (удельная механическая энергия) у активного потока снижается, а у пассивного растет. В диффузоре 4 скоростной напор потока смеси частично преобразуется в статический. В связи со сложностью гидромеханического процесса, происходящего в проточной части струйного насоса при неустановившемся режиме его работы,

математическую модель нестационарной эжекции составим для упрощенной физической модели явления, основанной на следующих допущениях: срез сопла располагается во входном сечении цилиндрической рабочей камеры смешения (см. рис. 1), активная и пассивная жидкости являются

несжимаемыми и однородными, процесс смешения сред целиком завершается к выходному сечению смесительной камеры, мгновенные поля скоростей на срезе сопла, границах камеры смешения и диффузора являются равномерными [5 - 8].

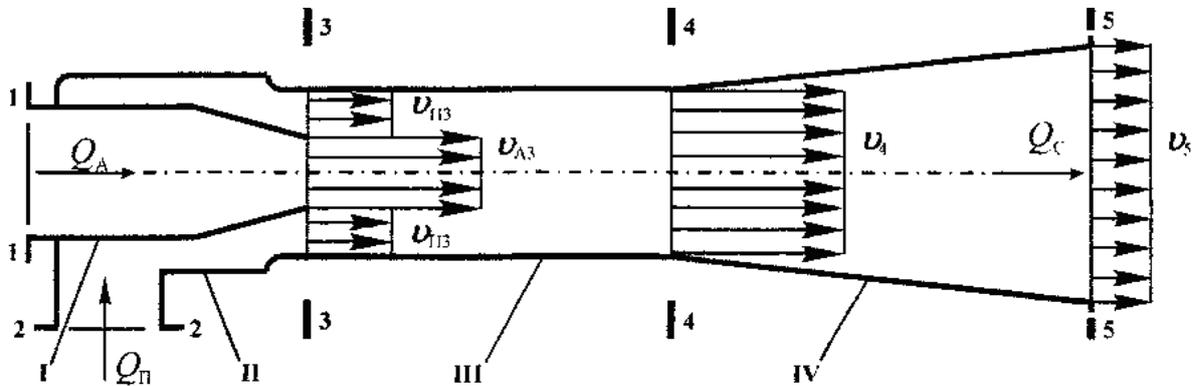


Рис. 1. Принципиальная схема насоса: I – сопло; II – приёмная камера; III – камера смешения; IV – диффузор

В работе [5,8] на основе уравнений баланса расходов и механической энергии в смесительной камере при неустановившемся истечении было получено выражение для повышения давления в смесительной камере аппарата:

$$p_4 - p_3 = \rho \cdot v \left( \frac{v_{A3} \cdot Q_A + v_{P3} \cdot Q_P}{Q_C} - v_4 \right) - \xi_{34} \cdot \frac{\rho \cdot v_4^2}{2} - l_{34} \cdot \frac{\rho \cdot dv_4}{dt}, \quad (1)$$

де  $\xi_{34}, l_{34}$  - коэффициент гидравлического сопротивления и инерционная длина рабочей камеры;  $v_{A3}, v_{P3}, v_4$  - скорости активного и пассивного потоков в сечении 3-3 и скорость потока смеси в сечении 4-4 соответственно.

Уравнения Бернулли для нестационарных потоков жидкости в соплах и диффузоре [6] имеют вид:

$$\bar{p}_1 = p_3 + (1 + \xi_{13}) \cdot \frac{\rho \cdot v_{A3}^2}{2} + \rho \cdot l_{1-3} \cdot \frac{dv_{A3}}{dt}; \quad (2)$$

$$\bar{p}_5 = p_4 + (1 - \xi_{45}) \cdot \frac{\rho \cdot v_4^2}{2} - \rho \cdot l_{4-5} \cdot \frac{dv_4}{dt}; \quad (3)$$

Здесь  $p_i$  - статическое давление в живом сечении проточной части эжектора;  $i = 1 \dots 5$  - номер сечения на принципиальной схеме (см. рис. 1);  $\bar{p}_i = p_i + 0.5 \cdot \rho \cdot v_i^2$  - полное давление потока жидкости перед соплом (в сечении  $i = 1$ ) и на выходе диффузора (в сечении  $i = 5$ );  $v_i$  - средняя по сечению скорость движения жидкости в

подводящей (сечение  $i = 1$ ) и отводящей (сечение  $i = 5$ ) гидролиниях;  $p$  - плотность жидкости;  $\xi_{13}, \xi_{45}$  - коэффициенты гидравлического сопротивления активного сопла и диффузора струйного насоса  $l_{1-3}$  и  $l_{4-5}$  - инерционные длины соплового устройства и диффузора соответственно. Полное давление неустановившегося потока на входе в приёмную камеру  $\bar{p}_2$  зависит от направления течения жидкости и находится по уравнению Бернулли:

- для случая течения жидкости из приёмной камеры в смесительную:

$$\bar{p}_2 = p_3 + (1 + \xi_{23}) \cdot \frac{\rho \cdot v_{P3}^2}{2} + \rho \cdot g \cdot h_{2-3};$$

- для случая течения жидкости из смесительной камеры в приёмную:

$$\bar{p}_2 = p_3 + (1 - \xi_{23}) \cdot \frac{\rho \cdot v_{P3}^2}{2} + \rho \cdot g \cdot h_{2-3}.$$

Здесь  $h_{2-3}$  - инерционный напор пассивного потока во входном участке смесительной камеры;  $\xi_{23}, \xi_{32}$  - коэффициенты гидравлического сопротивления входного участка смесительной камеры (пассивного сопла) струйного насоса при течения жидкости из приёмной камеры в смесительную и наоборот, соответственно, в дальнейших расчётах примем коэффициенты  $\xi_{23}$  и  $\xi_{32}$  одинаковыми.

Объединив последние два уравнения в одно, получим выражение полного давления в приёмной камере:

$$\bar{p}_2 = p_3 + \frac{\rho \cdot v_{ПЗ}^2}{2} + \xi_{23} \cdot \frac{\rho \cdot v_{ПЗ}}{2} \cdot |v_{ПЗ}| + \rho \cdot g \cdot h_{2-3}. \quad (4)$$

Выразим из уравнения (4) давление  $p_3$  на входе в камеру смешения через полное давление  $\bar{p}_2$  пассивного потока перед эжектором, а из уравнения (3) - давление  $p_4$  на выходе камеры через полное давление  $\bar{p}_5$  потока смеси за эжектором. При этом инерционным напором  $h_{2-3}$  пассивного потока во входном участке смесительной камеры пренебрежем. Полученные соотношения подставим в выражение (1). После преобразований приводим к дифференциальному уравнению, которое устанавливает взаимосвязь между повышением полного давления в эжекторе ( $\bar{p}_5 - \bar{p}_2$ ) и кинематикой потоков во входном ( $i=3$ ) и выходном ( $i=4$ ) сечениях смесительной камеры аппарата, а также его геометрическими параметрами  $\Omega, l_{34}$  и  $l_{45}$ . Величина  $\xi_{35} = \xi_{34} + \xi_{45}$  - суммарный коэффициент гидравлического сопротивления рабочей камеры и диффузора. Относительная площадь сопла  $\Omega = A_c / A_3$  — отношение площадей среза сопла и нормального сечения смесительной камеры.

$$\begin{aligned} \bar{p}_5 - \bar{p}_2 = & \Omega \cdot \rho \cdot v_{A3}^2 + \frac{\rho \cdot v_{ПЗ}^2}{2} (1 - 2\Omega) - \\ & - \xi_{23} \cdot \frac{\rho \cdot v_{ПЗ}}{2} |v_{ПЗ}| - \frac{\rho v_4^2}{2} (1 + \xi_{35}) - \\ & - \rho (l_{34} + l_{45}) \frac{dv_4}{dt}, \end{aligned} \quad (5)$$

Наконец, почленно вычитая из уравнения (2) уравнение (4) и пренебрегая, как и прежде, инерционным напором  $h_{2-3}$ , получим выражение для перепада полных давлений активного и пассивного потоков перед эжектором:

$$\begin{aligned} \bar{p}_1 - \bar{p}_2 = & (1 + \xi_{13}) \cdot \frac{\rho \cdot v_{A3}^2}{2} - \frac{\rho \cdot v_{ПЗ}^2}{2} - \\ & - \xi_{23} \cdot \frac{\rho \cdot v_{ПЗ}}{2} |v_{ПЗ}| + \rho \cdot l_{13} \cdot \frac{dv_{A3}}{dt} \end{aligned} \quad (6)$$

Уравнения (5) и (6) в рамках принятых допущений описывают рабочий процесс в струйном насосе при неустановившемся режиме его работы.

Динамические характеристики нестационарной эжекции удобно анализировать в безразмерных координатах. Для этого уравнения (5) и (6) приведем к безразмерному виду. В качестве базовых величин примем инерционную длину  $l_{13}$  канала активного потока, площадь поперечного сечения смесительной камеры  $A_3$ , скорость установившегося истечения активной жидкости из сопла в смесительную камеру при давлении на срезе сопла, равном полному давлению  $\bar{p}_2$  пассивного потока перед эжектором

$$U = \sqrt{\frac{2 \cdot (\bar{p}_1 - \bar{p}_2)}{\rho \cdot (1 + \xi_{13})}}.$$

Уравнения (5) и (6) после преобразований и перехода к безразмерным величинам сведутся к следующим системам дифференциальных уравнений:

$$\left\{ \begin{aligned} 2 \cdot \frac{d\varphi_{A3}}{d\tau} &= (1 + \xi_{13}) \cdot (1 - \varphi_{A3}^2) + \varphi_{ПЗ}^2 + \xi_{ПЗ} \cdot \varphi_{ПЗ} \cdot |\varphi_{ПЗ}|; \\ 2 \cdot \chi \cdot \frac{d\varphi_4}{d\tau} &= -h \cdot (1 + \xi_{13}) + 2 \cdot \Omega \cdot \varphi_{A3}^2 - \varphi_4^2 \cdot (1 + \xi_{35}) + \varphi_{ПЗ}^2 (1 - 2 \cdot \Omega) - \xi_{23} \cdot \varphi_{ПЗ} \cdot |\varphi_{ПЗ}|; \\ \varphi_4 &= \Omega \cdot \varphi_{A3} + (1 - \Omega) \cdot \varphi_{ПЗ} \end{aligned} \right. \quad (7)$$

и

$$\left\{ \begin{aligned} h = & \frac{2\Omega + (\alpha^2(1 - 2\Omega) - \xi_{23}\alpha|\alpha|) \left(\frac{\Omega}{1 - \Omega}\right)^2 - \Omega^2(1 + \xi_{35})(1 + \alpha)^2 - \frac{2\Omega \cdot \chi}{q^2} \left[ (1 + \alpha) \frac{dq}{d\tau} + q \frac{d\alpha}{d\tau} \right]}{1 + \xi_{13} + \frac{2}{q^2} \cdot \frac{dq}{d\tau} - \left(\frac{\alpha \cdot \Omega}{1 - \Omega}\right)^2 - \xi_{23} \cdot \alpha \cdot |\alpha| \cdot \left(\frac{\Omega}{1 - \Omega}\right)^2}; \\ 2 \cdot \frac{dq}{d\tau} = & 1 + \xi_{13} - q^2 \cdot \left[ 1 + \xi_{13} - \left(\frac{\alpha \cdot \Omega}{1 - \Omega}\right)^2 - \xi_{23} \cdot \alpha \cdot |\alpha| \cdot \left(\frac{\Omega}{1 - \Omega}\right)^2 \right]. \end{aligned} \right. \quad (8)$$

Здесь  $\tau = t \cdot U / l_{13}$  - относительное время;  
 $\chi = (l_{34} + l_{45}) / l_{13}$  - отношение суммы инерционных длин смесительной камеры и диффузора к инерционной длине сопла;  
 $\varphi_{A3} = v_{A3} / U, \varphi_4 = v_4 / U, \varphi_{П3} = v_{П3} / U$  - относительные скорости активного и пассивного потоков в сечении 3-3, а также потока смеси в выходном сечении 4-4 смесительной камеры струйного насоса (рис. 1) соответственно;  
 $q = Q_A / (A_C \cdot U)$  - относительный расход активного потока;  $\alpha = Q_I / Q_A$  - коэффициент эжекции и  $h = (\bar{p}_3 - \bar{p}_2) / (\bar{p}_1 - \bar{p}_2)$  - относительное повышение полного давления (относительный напор) в эжекторе, основные безразмерные параметры, характеризующие производительность струйного насоса. Третье уравнение системы (7) получено на основании баланса расходов [5, 8].

При установившемся режиме работы струйного насоса производные  $dq/d\tau = d\alpha/d\tau = 0$  и система (8) после некоторых преобразований сводится к одному алгебраическому уравнению, описывающему в безразмерных координатах процесс стационарной эжекции [3]:

$$h = \frac{2\Omega + (1 - 2\Omega - \xi_{23}) \cdot \left(\frac{\alpha \cdot \Omega}{1 - \Omega}\right)^2 - \Omega^2 \cdot (1 + \xi_{23}) \cdot (1 + \alpha)^2}{(1 + \xi_{13}) - \left(\frac{\alpha \cdot \Omega}{1 - \Omega}\right)^2 \cdot (1 + \xi_{23})} \quad (9)$$

Зависимости (7) позволяют определить относительные скорости активного и пассивного потоков в сечении 3-3, а также потока смеси в выходном сечении 4-4 смесительной камеры струйного насоса. Система дифференциальных уравнений (8) позволяет рассчитать безразмерные динамические характеристики, а уравнение (9) - безразмерные статические характеристики жидкостного струйного насоса. Статические напорные характеристики жидкостного эжектора показаны на рис. 2. Они построены при нескольких относительных площадях сопла  $\Omega$  и фиксированных коэффициентах сопротивления: сопла  $\xi_{13} = 0,1$ ; входного участка камеры смешения  $\xi_{23} = 0,1$ ; смесительной камеры и диффузора  $\xi_{35} = \xi_{34} + \xi_{45} = 0,18$ . Видно, что с увеличением коэффициента эжекции относительный напор  $h$  снижается вплоть до нуля при достижении максимальной величины  $\alpha$ .

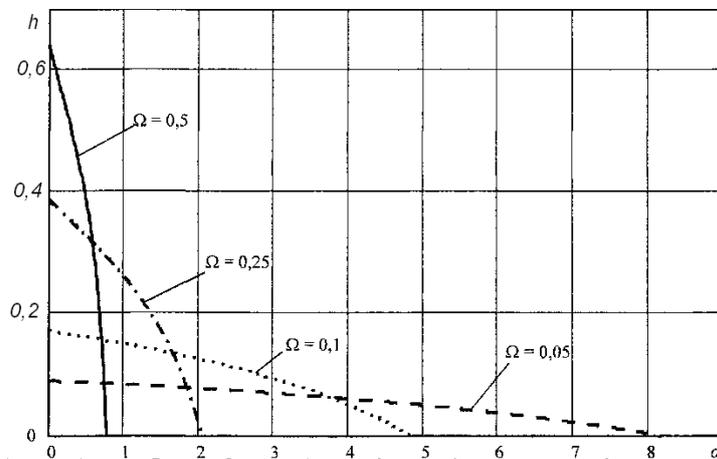


Рис. 2. Статические безразмерные характеристики струйного насоса

Закономерности изменения относительных скоростей потоков жидкости в проточной части аппарата при прежних значениях коэффициентов потерь  $\xi_{13}, \xi_{23}, \xi_{35}$  в элементах проточной части приведены на рис. 3, 4. Они иллюстрируют в безразмерных координатах переходный процесс, связанный с выходом эжектора на стационарный режим при внезапном нагружении его относительным напором  $h=0,08$ . Причем это напор, удовлетворяющий всему диапазону значений геометрического параметра  $\Omega$ , на основании статической характеристики аппарата, представленной выше.

Сопоставляя графики, видим, что по истечении переходного процесса относительные скорости активного, пассивного и смешанного потоков приближаются к значениям, соответствующим установившемуся режиму работы. Отрицательные значения относительной скорости пассивного потока обусловлены выбросом части жидкости из смесительной камеры в приемную, поскольку на начальной стадии переходного процесса разгон инертной массы в камере смешения и диффузоре отстает от разгона активной жидкости в сопловом устройстве.

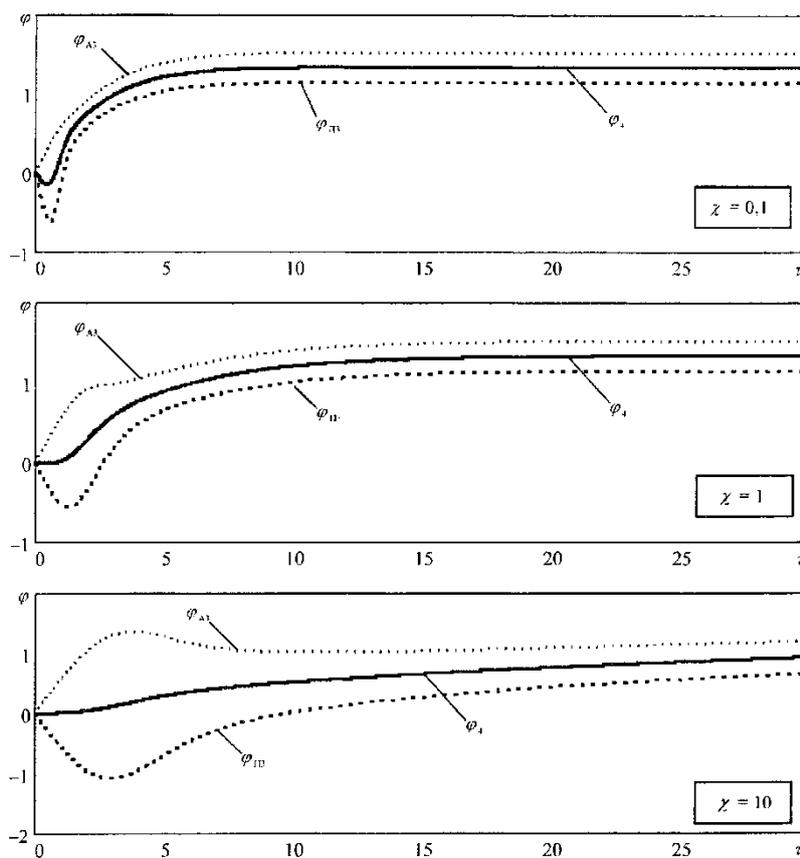


Рис. 3. Влияние отношения инерционных длин проточной части аппарата на относительные скорости потоков жидкости в эжекторе

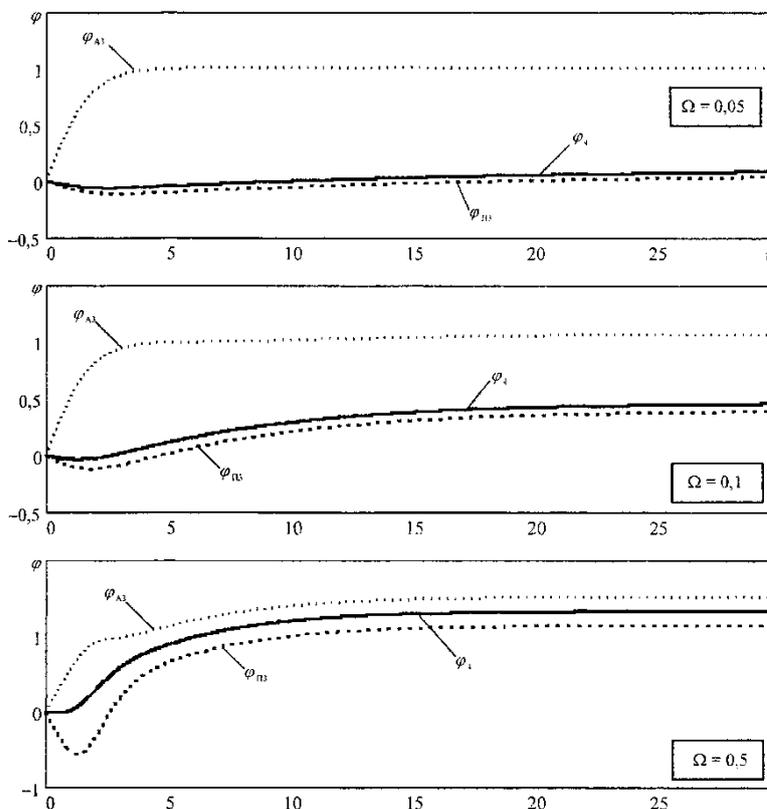


Рис. 4. Влияние относительной площади сопла насоса на относительные скорости потоков жидкости

Влияние отношения инерционных длин проточной части аппарата  $\chi$  на относительные скорости потоков жидкости в проточной части аппарата показано на рис. 3. Величина относительной площади сопла при этом постоянна и равна

$\Omega = 0,5$ . При сопоставлении графиков видно, что с ростом  $\chi$  на кривой  $\varphi_{\lambda 3} = f(\tau)$  в период разгона появляются максимумы и одновременно увеличивается время переходного процесса. Это явление объясняется тем, что возрастает масса жидкости, находящаяся в рабочей камере аппарата по отношению к массе жидкости в сопловом устройстве, и, соответственно, увеличивается время динамического воздействия струи активного потока, необходимое для разгона потока смеси.

Влияние относительной площади сопла  $\Omega$  на относительные скорости потоков жидкости в проточной части аппарата представлено на рис. 4. Величина отношения инерционных длин при этом постоянна и равна  $\chi = 1$ . Из сопоставления графиков следует, что с **ростом  $\Omega$  существенно** сокращается время переходного процесса и

происходит рост стационарных значений относительных скоростей активного, пассивного и смешанного потоков. Это явление объясняется тем, что с ростом  $\Omega$  увеличивается площадь динамического воздействия потока струи активного потока на поток смеси, следовательно, требуется меньшее время динамического воздействия струи активного потока на поток смеси для его разгона до стационарных значений.

На рис. 5, 6 показаны коэффициенты эжекции аппарата в зависимости от относительного времени  $\tau$  при тех или иных значениях геометрических параметров  $\Omega$  и  $\chi$ . Рис. 8, 9 иллюстрируют зависимость относительного расхода  $q$  активного потока от безразмерного времени  $\tau$ . Значения коэффициентов потерь  $\xi_{13}, \xi_{23}, \xi_{35}$  в элементах проточной части и относительный напор  $h = 0,08$  остались прежними. Сопоставляя характеристики аппарата, видим, что по истечении переходного процесса коэффициент эжекции и относительный расход активного потока приближаются к значениям, соответствующим установившемуся режиму работы аппарата.

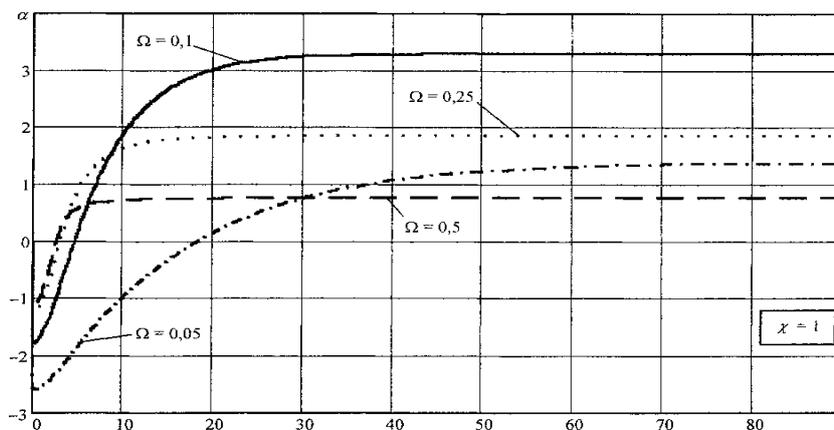


Рис. 5. Влияние относительной площади сопла на коэффициент эжекции

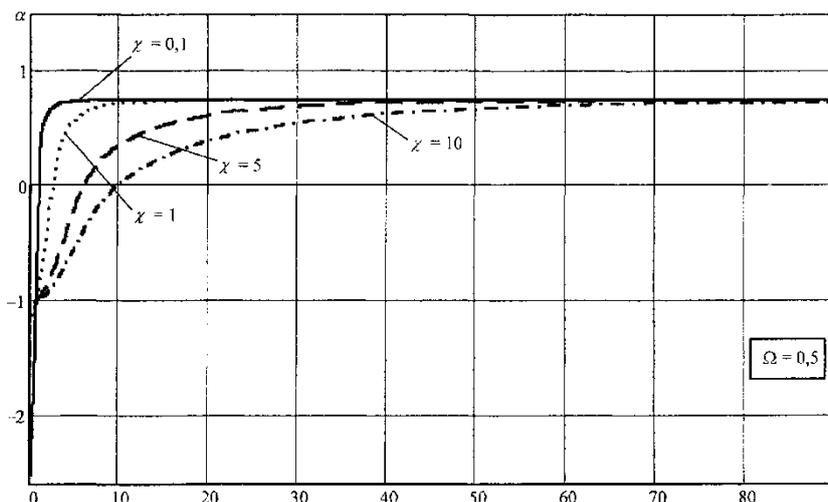


Рис. 6. Влияние отношения инерционных длин проточной части аппарата на коэффициент эжекции

При этом для большинства сочетаний параметров  $h, \Omega, \chi$  коэффициент эжекции  $\alpha$  сначала резко уменьшается, принимая отрицательные значения, а затем, после прохождения минимума, нарастает, меняет знак и, наконец, приближается к стационарному (не изменяемому во времени) значению. Отрицательные коэффициенты эжекции обусловлены отрицательными значениями относительной скорости пассивного потока, природа

которых описана выше. Вместе с тем при некотором наборе параметров  $\Omega$  и  $h$  наблюдаются режимы, при которых кривая  $\alpha = f(\tau)$  имеет максимумы, заметно превышающие значения  $\alpha$ , соответствующие установившемуся режиму работы аппарата. Например, при  $h = 0,55$  коэффициент эжекции после выхода на установившийся режим работы равен 0,192, а максимальное его значение в период разгона составляет 0,31.

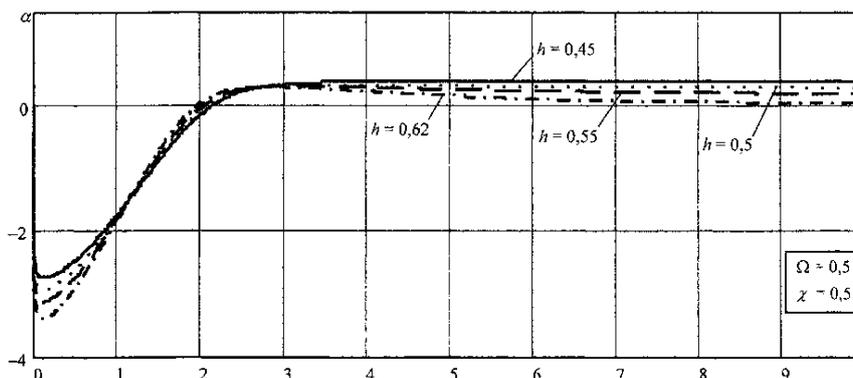


Рис. 7. Влияние относительного напора на коэффициент эжекции в переходном процессе

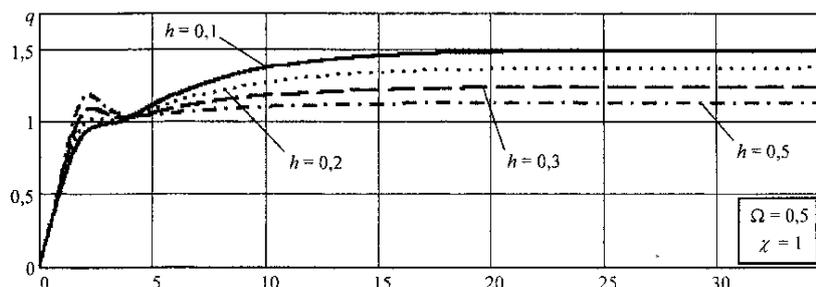


Рис. 8. Влияние относительного напора на относительный расход активного потока

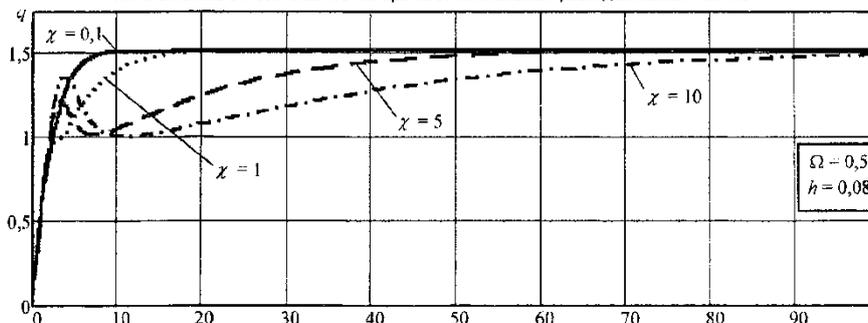


Рис. 9. Влияние отношения инерционных длин на относительный расход активного потока

Вид кривой  $q(\tau)$  в значительной степени зависит от параметров  $h$  и  $\chi$ : при их малых значениях переходный процесс является монотонным. С увеличением относительного напора и отношения инерционных длин проточной части эжектора переходный процесс становится колебательным (рис. 8, 9).

**Выводы**

1. Численный анализ динамических характеристик жидкостного эжектора полностью подтверждает наличие выброса жидкости в приёмную камеру насоса на начальном этапе его работы.
2. Статическая напорная характеристика  $h = f(\alpha)$  зависит в основном от относительной

площади сопла  $\Omega$ . на динамическую напорную характеристику  $h = f(\alpha, \tau)$  вместе с геометрическим параметром  $\Omega$  существенное влияние оказывает соотношение инерционных длин  $\chi$  элементов проточной части.

3. Геометрические параметры  $\chi$  и  $\Omega$  существенно влияют на продолжительность переходного процесса, которая возрастает как при увеличении соотношения инерционных длин проточной части аппарата, так и при уменьшении относительной площади сопла.

4. При определённых значениях геометрических параметров ( $\Omega$  и  $\chi$ ) и

относительного напора  $h$  кривая  $\alpha = f(\tau)$  имеет максимумы, заметно превышающие значения  $\alpha$ , соответствующие установившемуся режиму работы аппарата. Этот теоретически обнаруженный эффект резкого увеличения коэффициента эжекции струйного аппарата при нестационарных условиях работы может быть многообещающим (при экспериментальном подтверждении), ибо дает ключ к существенному увеличению производительности эжекторов.

### Литература

1. Соколов Е.Я. Струйные аппараты. - 3-е изд., перераб. /Е.Я. Соколов, Н.М. Зингер. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 352 с.
2. Лямаев Б. Ф. Гидроструйные насосы и установки /Б. Ф. Лямаев. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отд.-ние, 1988. - 256 с.
3. Темнов В.К. Расчёт и проектирование жидкостных эжекторов: учебное пособие / В.К.Темнов, Е.К. Спиридонов. - Челябинск: ЧПИ, 1984. - 44 с.
4. Подвидз Л.Г. Эжектирование жидкости при импульсном периодическом течении активной струи /Л.Г. Подвидз, В.В. Калачёв //Динамика пневмогидравлических систем: темат. сб. науч. тр. - Челябинск: ЧПИ, 1985. - С. 52-62.
5. Спиридонов Е.К. Математическое моделирование нестационарной эжекции в струйном насосе / Е.К. Спиридонов //Вестник ЮУрГУ. Сер. «Машиностроение». - 2003. - Выпуск 3. - №17.-С.151-155.
6. Спиридонов Е.К. Математическая модель и характеристики нестационарной эжекции в струйном насосе/Е.К. Спиридонов// Современное состояние и перспективы развития гидромашиностроения в XXI веке. Труды Междунар. научно-технической конф. - СПб.: Несто, 2003. - С. 361-365.
7. Спиридонов Е.К. Гидродинамика нестационарной эжекции/Е.К. Спиридонов // Аэрокосмическая техника и высокие технологии - 2002. Материалы Всероссийской научно - технической конф. /под ред. Ю.В. Соколина и А.А. Чекалина. - Пермь: ПГТУ, 2002. - 249 с.
8. Квенцель А.Л., Спиридонов Е.К. Рабочий процесс и характеристики струйного насоса эжекторного снаряда при вращательно-ударном бурении // Автоматизация производственных процессов средствами гидро- и пневмоавтоматики. Тезисы докладов регион. конференции. Челябинск. 1998.

### References

1. Sokolov Ye.YA. Struynyye apparaty. - 3-ye izd., pererab. /Ye.YA. Sokolov, N.M. Zinger. - M.: Energoatomizdat, 1989. - 352 s.
2. Lyamayev B. F. Gidrostruynyye nasosy i ustanovki /B. F. Lyamayev. - L.: Mashinostroyeniye, Leningr. otd.-niye, 1988. - 256s.
3. Temnoye V.K. Raschot i proyektirovaniye zhidkostnykh ezhektorov: uchebnoye posobiye / V.K.Temnov, E.K. Spiridonov. - Chelyabinsk: CHPI, 1984. - 44 s.
4. Podvidz, L.G. Ezhektirovaniye zhidkosti pri impul'snom periodicheskom techenii aktivnoy strui /L.G. Podediz, V.V. Kalachov //Dinamika pnevmogidravlicheskih sistem: temat. sb. nauch. tr. - Chelyabinsk: CHPI, 1985. - S. 52-62.
5. Spiridonov, Ye.K. Matematicheskoye modelirovaniye nestatsionarnoy ezheksii v struynom nasose / Ye.K. Spiridonov //Vestnik YUUrGU. Ser. «Mashinostroyeniye». - 2003. - Vypusk 3. - №17.-S.151-155.
6. Spiridonov, Ye.K. Matematicheskaya model' i kharakteristiki nestatsionarnoy ezheksii v struynom nasose/Ye.K. Spiridonov// Sovremennoye sostoyaniye i

perspektivy razvitiya gidromashinostroyeniya v XXI veke. Trudy Mezhdunar. nauchno-tekhnicheskoy konf. - SPb.: Nesto, 2003. - S. 361-365.

7. Spiridonov Ye.K. Gidrodinamika nestatsionarnoy ezheksii/Ye.K. Spiridonov//Aerokosmicheskaya tekhnika i vysokiye tekhnologii - 2002. Materialy Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konf. /podred. YU.V. Sokolina i A.A. Chekalina. - Perm': PGTU, 2002. - 249 s.

8. Kventsel' A.L.,Spiridonov Ye.K. Rabochiy protsess i kharakteristiki struynogo nasosa ezhektornogo snaryada pri vrashchatel'no-udarnom bureanii // Avtomatizatsiya proizvodstvennykh protsessov sredstvami gidro- i pnevmoavtomatiki. Tezisy dokladov regionalnoy konferentsii.Chelyabinsk. 1998.

**Kventsel A., Remen V.**

### WAYS TO INCREASE EFFICIENCY OF LIQUID JET PUMPS

*On the basis of the analysis of the existing methods for calculating the jet pumps of circulating systems for water removal and dewatering in construction, an improved physico-mathematical model of the working process of the jet pump is proposed. On its basis, the characteristics of the working process during the start of the jet pump have been calculated and analyzed. It is shown that the output of the ejector to the stationary mode of operation is accompanied by the ejection of liquid into the receiving chamber of the pump at the initial stage of the transient process, and for a certain set of parameters the ejection coefficients achieved in the transient process greatly exceed those in the steady-state operating mode of the device.*

**Key words:** water removal, dewatering, construction works, jet pump, stationary and non-stationary modes, physical and mathematical model, calculation methods, transient process.

**Ремень Валентин Иванович**, к.т.н., доцент кафедры «Вентиляция, тепло -и газоснабжение», Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля; г. Луганск.  
**E-mail:** remen@inbox.ru.

**Remen Valentin**, Candidate of Technical Sciences, associate Professor of Department of ventilation, heat and gas supply, Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the Luhansk National University named after Vladimir Dal, Lugansk.

**Квенцель Анатолий Леонидович**, к.т.н., доцент кафедры «Общеобразовательных дисциплин» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля, г. Луганск/  
**E-mail:** sgm2000@ukr.net

**Kventsel Anatoly Leonidovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Department of General Educational Disciplines, Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the Luhansk National University named after Vladimir Dal, Lugansk.  
**E-mail:** sgm2000@ukr.net

**Рецензент: Андрийчук Н.Д.** д.т.н., проф., директор института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства.

Статья подана 24.08.2017

УДК 504.05

## ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ СЕКТОРА ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ НА ЛУГАНЩИНЕ

Дрозд Г.Я.

## POTENTIAL OF DEVELOPMENT OF THE WASTE MANAGEMENT SECTOR ON THE EXAMPLE OF THE LUGANSHIN

Drozd G.Ya.

*Рассмотрена проблема утилизации твердых бытовых и промышленных отходов в промышленном регионе Донбасса. В результате обобщения зарубежного опыта в сфере обращения с отходами и сопоставления с существующими региональными условиями обоснована необходимость и возможность создания специальной отрасли – сектора с обращениями с отходами. Показана потенциальная его эффективность как в экологическом, так и в экономическом аспектах: в сфере бытовых отходов только 30% их объема подлежит захоронению, а оставшаяся часть перерабатывается или в виде вторичных ресурсов стоимостью до 1 млрд рублей возвращается в хозяйственный оборот. В сфере промышленных отходов показана возможность создания шлакощелочной строительной индустрии, основанной исключительно на местных промышленных отходах для производства строительной продукции стоимостью десятки миллиардов рублей.*

**Ключевые слова:** *твердые бытовые и промышленные отходы, утилизация, экологическая безопасность, вторичное сырье.*

**Введение.** Одной из острейших проблем современности является проблема отходов. Сегодня она как никогда актуальна для возрождающихся в условиях войны самопровозглашенных республик Донбасса - ЛНР и ДНР. На данный момент на территории ЛНР площадью 8350 км<sup>2</sup> находится более 1,5 млрд т промышленных отходов, миллионы тонн привнесенных войной разрушений с ежегодным пополнением сотнями тысяч тонн твердых бытовых отходов от 1.5–миллионного населения. Нагрузка по отходам достигает 110 тыс. т/км<sup>2</sup> (рис. 1).

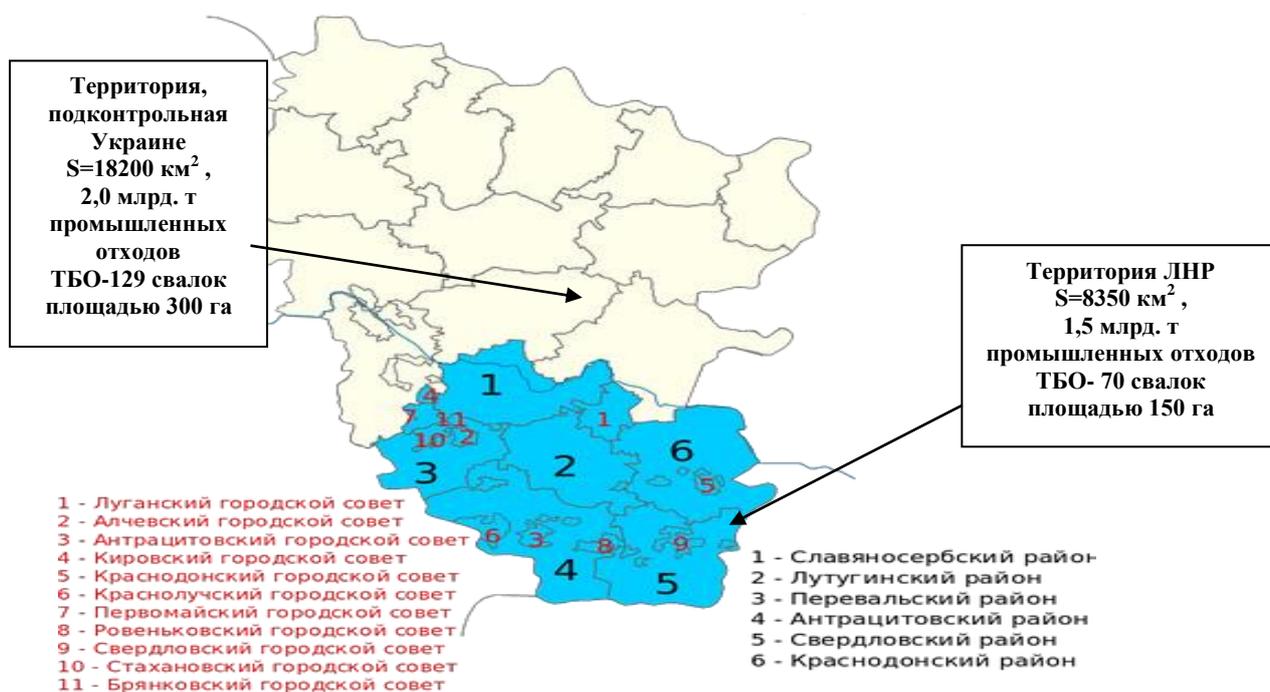


Рис.1. Карта-схема ЛНР

Твердые бытовые отходы (ТБО) размещены в республике на 10 свалках, относящихся к районным центрам и городам, а также на более чем 60 свалках – в селах и занимают общую площадь более 150 га. Самая большая свалка Луганщины – Луганский полигон ТБО – занимает особое место в теме экологии региона, т.к. эксплуатируется более 40 лет, вдвое превысив нормативные сроки. Перед самой войной полигон был рекультивирован, оборудован системой сбора и утилизации свалочного газа, но... В результате боевых действий 2014-15 гг был разрушен и сейчас по необходимости вынужден принимать на захоронение образующиеся ТБО ввиду отсутствия иных мест захоронения. Сложившаяся в регионе экологическая ситуация обусловила незамедлительный поиск цивилизованного и эффективного решения проблемы отходов.

**Цель работы** – на основе анализа накопленного международного опыта в сфере обращения с отходами обосновать необходимость и эффективность создания специальной отрасли – сектора управления и обращения с отходами, призванной повысить экологические, экономические и социальные аспекты региона.

#### Обзор и обсуждение зарубежного опыта обращения с отходами

Европейская система обращения с отходами прошла долгий путь. Ее развитие можно представить в виде пяти этапов вертикального движения по лестнице Лансинка (рис.2.а): от самого примитивного – захоронения отходов- до наиболее приоритетного – предотвращения их образования [10].

Промежуточные этапы характеризуются совершенствованием экологически безопасной системы обращения с отходами наряду с усложнением технологий и совершенствованием нормативно- правовой базы, а также с увязкой их эффективности и экономичности. К 2010 году уровень переработки отходов в странах ЕС заметно

различался: от незначительного до почти 100% переработки (рис. 2, б), что связано как с различными стартовыми условиями и уровнем развития этих стран, так и с национальными требованиями к организации системы обращения с отходами.

Для достижения высокого, в сравнении с Украиной, уровня развития системы обращения с отходами Европе понадобилось около 40 лет. Эволюционный путь развития системы управления отходами на примере передовых стран Европы обобщен в таблице 1.

Как следует из таблицы, каждый этап обращения с отходами занимает примерно 5-7лет. При этом в общем потоке отходов доля их захоронения сокращается, а доля переработки во вторичное сырье или полезный продукт возрастает.

Примеряя на себя опыт стран с различным стажем в ЕС, можно утверждать, что на эволюционном пути можно за довольно короткий срок совершить скачок в уровне развития системы обращения с отходами. Для этого необходимо в первую очередь создать сектор обращения с отходами, координирующий организации, осуществляющие сбор и вывоз мусора с организациями по его переработке и рынок отходов с присущим ему финансово-экономическим, организационно-административным и информационно культурным обеспечением эффективного управления обращения ТБО [9].

Образование в регионе сектора обращения с отходами позволит решить ряд важнейших задач: улучшить экологическую ситуацию (что следует из снижения объемов отходов), создать целую отрасль с предприятиями и новыми рабочими местами и дать толчок развитию экономики региона. Подтверждением таких ожиданий служит опыт других стран.

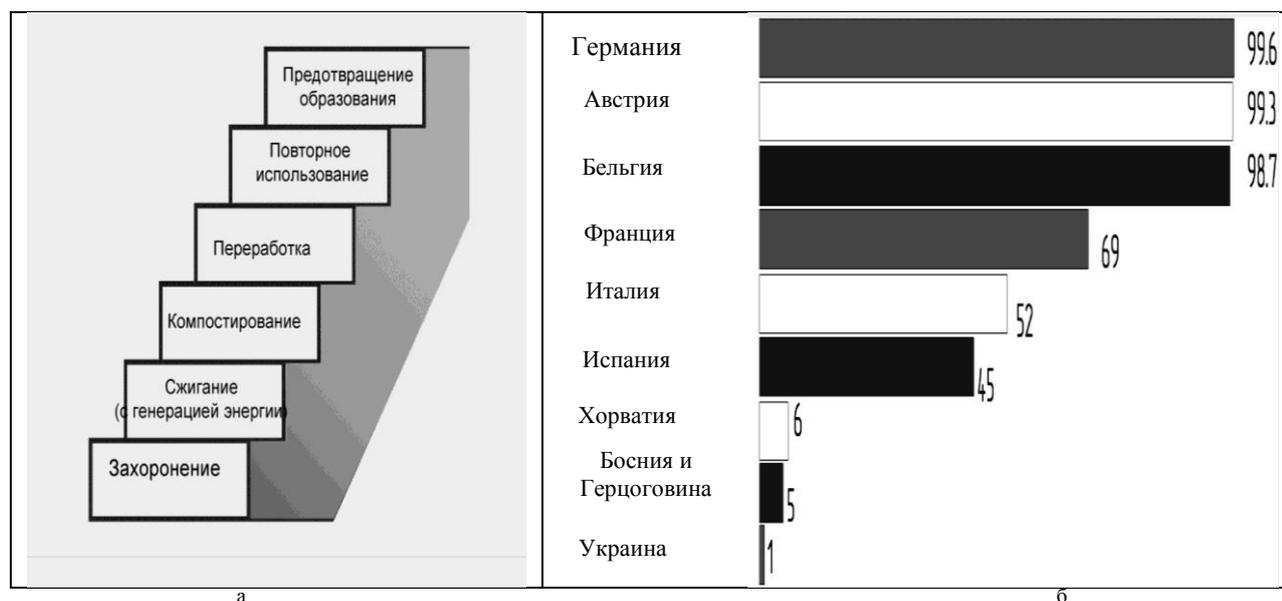


Рис. 2. Основные этапы по обращению с ТБО (а) и уровень переработки отходов, %, в странах Европы (б)

Таблица 1

**Эволюция системы управления и обращения с ТБО в Европе**

<p><b>Настоящее время</b>                  Отказ от захоронения неинертных фракций                  Развитие программ предотвращения и минимизации отходов                  - 2003 г.                  Системы сбора свалочного газа                  Мусоросжигание с утилизацией энергии                  Раздельный сбор и глубокая переработка упаковки, электробытовых приборов, ламп, бытовых опасных отходов                  - 1997 г.                  Переработка отходов в энергию                  Раздельный сбор и масштабная глубокая переработка отходов упаковки                  - 1990 г.                  Региональные системы санитарных полигонов                  Мусоросжигание                  Пилотные проекты по сбору и переработке упаковки                  - 1985 г.                  Неконтролируемое захоронение на свалках</p>
---

Так, в г. Каире (Египет, население 8.1 млн человек, площадь 520 км<sup>2</sup>), люди, входящие в неформальный сектор, собирают третью часть отходов города (около 1 млн т/год). Только в одном районе города, Москатали, расположено около 700 предприятий по сбору отходов. В этом процессе участвуют 80 посредников и 228 перерабатывающих производств [8].

В г. Мумбаи (бывший Бомбей, Индия, население 12.2 млн чел., площадь 620 км<sup>2</sup>), горожане основали соседские ассоциации, которые собирают отдельно отходы – биоразлагающиеся и неразлагающиеся для компостирования и переработки. В ассоциации используется практика вермикомпостирования органических отходов и сотрудничество со старейщиками для переработки других отходов. В настоящее время таких ассоциаций насчитывается около 650, которые объединяют 300000 чел.

Данная информация интересна тем, что 2,5% населения города без господомощи поддерживает экономику и экологическую безопасность крупнейшего города.

Именно экономические стимулы позволяют гражданам отдельных стран поддерживать экологическую ситуацию крупнейших городов в надлежащем состоянии и иметь доход, позволяющий создать свой бизнес, содержать семью и налогами поддерживать государство.

Сравнивая подход к обращению с отходами передовых европейских и менее развитых стран, можно отметить их основное отличие: у первых присутствует системный *инновационный подход* с постоянным совершенствованием системы управления и технологий переработки, у вторых – чисто *инерционный экстенсивный* подход, но в обоих случаях определяющая роль принадлежит рынку отходов. Эффективность этого рынка тесно связана с отраслью (сектором экономики) обращения с отходами.

Экономическая эффективность утилизации ТБО является основой для разработки стратегии создания сектора обращения с отходами. Представляют интерес данные по эффективности различных способов утилизации ТБО, приведенные харьковскими специалистами (рис. 3) [2].

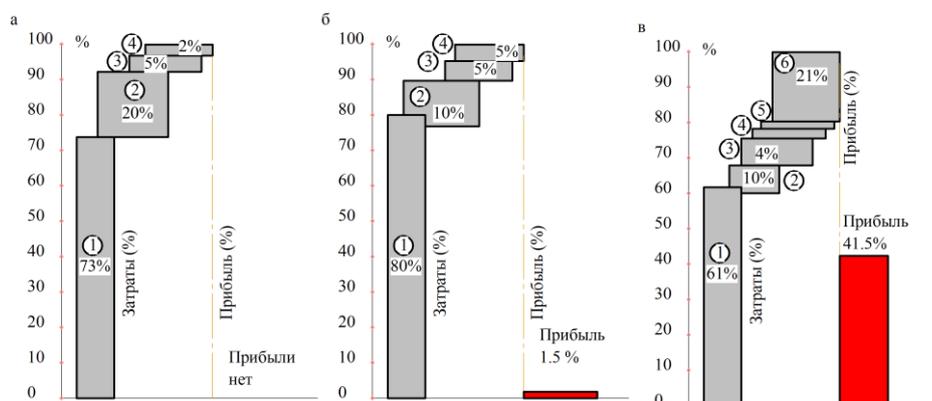


Рис. 3. Экономическая эффективность различных способов утилизации ТБО:

- а) – захоронение на полигоне: 1- сбор отходов, 2 –транспортировка к месту захоронения, 3 – неучтенные расходы, 4 – захоронение на полигоне;
- б) – сжигание на мусоросжигательном заводе: 1 – сбор отходов, 2 –транспортировка к месту сжигания, 3 –сжигание ТБО, 4 – неучтенные расходы;
- в) – переработка на мусороперерабатывающих центрах: 1 – сбор отходов, 2 – транспортировка к месту переработки и захоронения, 3 – неучтенные расходы, 4 – захоронение на полигоне, 5 – сжигание, 6 – переработка

Приведенные данные свидетельствуют, что применяемый ныне метод полигонного захоронения ТБО является неприбыльным. Сжигание ТБО на заводах характеризуется незначительной прибылью (ввиду малой эффективности использования тепловой энергии и высокой стоимости необходимых очистных установок). Третий вариант обращения с ТБО, основанный на сортировке и отборе полезной части отходов и вводе их в хозяйственный оборот в качестве вторичного сырья, является наиболее оптимальным в экономическом плане.

Таким образом, аналогично зарубежному опыту, в регионе возможно и необходимо создание в сравнительно короткие сроки специализированной отрасли – сектора по управлению и обращению с отходами: координационного центра, системы сбора,

транспортировки, заготовки, переработки и утилизации отходов, с соответствующим законодательным сопровождением и финансовыми обязательствами, подчиненным принципам экологической безопасности и экономической эффективности. Первейшей задачей для этого является информация о физическом объеме отходов.

#### Инвентаризация отходов ТБО и потенциальные выгоды от их утилизации

Согласно СНиП 2.07.01.89 (приложение 11) норма накопления ТБО на 1 жителя составляет 190-225 кг/год или 0,9-1,0 м<sup>3</sup>/год [12]. В соответствии с приведенными нормами проведена оценка образования ТБО в республике в целом (рис. 1).

Ежегодный прирост ТБО по городам и территориям ЛНР приведен в табл. 2.

Таблица 2

#### Образование ТБО объектами ЛНР

Объект	Наличное население, чел.	Массаотходов, т	Объем отходов, м <sup>3</sup>
1	Луганск	440 982	88 200
2	Красный Луч	120 135	24 020
3	Алчевск	107 984	21 600
4	Свердловск	96 074	19 200
5	Краснодон	101 076	20 200
6	Стаханов	89 117	17 820
7	Ровеньки	81 792	16 360
8	Антрацит	75 895	15 180
9	Брянка	51 813	10 360
10	Первомайск	37 706	7 540
11	Кировск	32 725	6 550
12	Перевальский р-н	69 116	13 830
13	Лутугинский р-н	65 470	13 100
14	Славяносербский р-н	53 465	10 700
15	Антрацитовский р-н	29 825	5 960
16	Краснодонский р-н	28 797	5 760
17	Свердловский р-н	11 610	2 300
18	Попаснянский р-н	5 927	1 190
19	Станично-Луганский р-н	2 734	500
20	<b>Всего по ЛНР</b>	<b>1502143</b>	<b>300270</b>

Таким образом, годовой прирост ТБО в ЛНР составляет более 1,5 млн м<sup>3</sup> по объему, или более 300 тыс. т по массе. Что же делать с этим «богатством»? На рис. 4 приведен морфологический состав отходов (ТБО) 10-летней давности в Донбассе.

Ориентируясь на усредненный морфологический состав ТБО в крупных городах Донбасса, приведем количественно-видовой состав твердых бытовых отходов (табл. 3)

Таблица 3

#### Усредненный годовой количественно - видовой состав твердых бытовых отходов в ЛНР

Фракция	Содержание, %	Масса, т
<b>Пищевые отходы</b>	<b>40</b>	<b>120000</b>
Бумага	6	18000
Металл	3	9000
Полимерная упаковка, тара	8	24000
Текстиль	3	9000
Дерево	1	3000
Резина, кожа	1	3000
<b>Строительный мусор</b>	<b>5</b>	<b>15000</b>
Опасные отходы	1	3000
Стекло	7	21000
<b>Сор (смет)</b>	<b>25</b>	<b>75000</b>

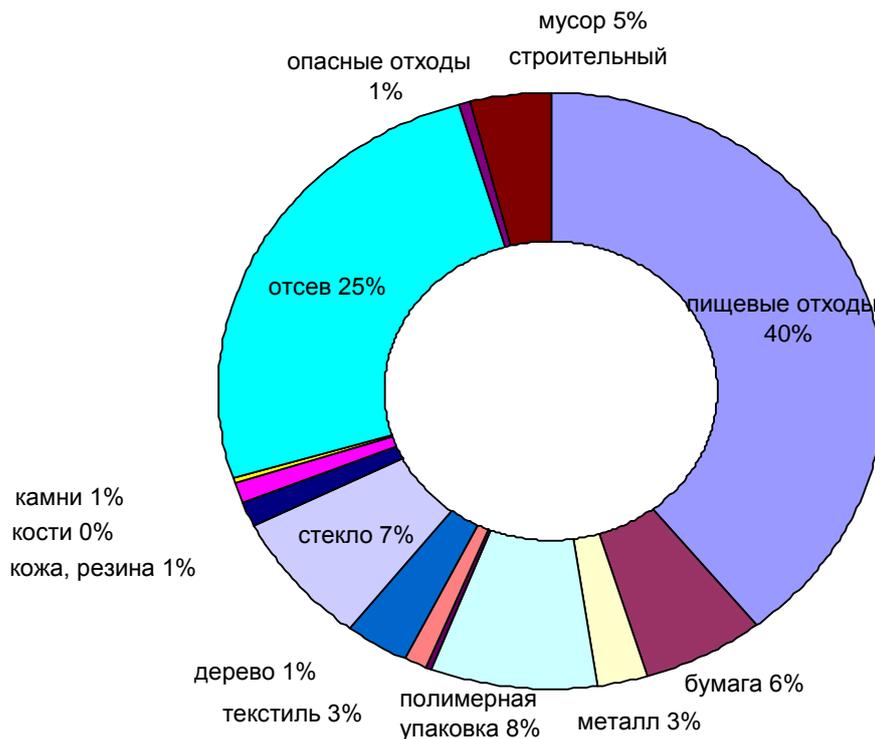


Рис. 4. Усредненный морфологический состав ТБО в крупных городах Донецкой области (2007 г.)

Необходимо отметить, что приведенные данные приближены, т.к. не учтены сезонность и местные особенности образования отходов, их влажность. Тем не менее порядок величин дает возможность осуществлять оценочные действия.

Весь объем отходов условно разделим на 3 потока, ориентируясь на способ их утилизации:

- 1) относительно инертный мусор – сор + строительный мусор (суммарно 30%);
- 2) органические биоразлагаемые отходы – пищевые (40%);
- 3) вторичные отходы – металл, бумага и т.п. (30%).

Инертный мусор на данном этапе можно отправлять на захоронение.

Для пищевых отходов существует классический опыт утилизации – компостирование с последующим

использованием компоста в аграрном секторе. В приведенной выше таблице отсутствуют данные о коммунальных отходах – осадках сточных вод (ОСВ), образующихся на очистных сооружениях канализации при очистке канализационных стоков. Только в Луганске ежегодно на иловых площадках образуется более 10 тыс.т таких осадков, а суммарно по республике – более 30 тыс. т. Повышенное содержание в осадках солей тяжелых металлов ограничивает применение их в качестве удобрений при использовании в сельском хозяйстве. Однако совместное их вермикомпостирование с пищевыми отходами позволяет получать почвогрунты, пригодные для использования в садовом хозяйстве и полеводстве со свойствами, аналогичными компостным смесям (рис. 5) [6, 7].





Рис. 5. Компостирование отходов, вермикультура, вермикомпостирование, биогумус

Эффект снижения опасности от действия тяжелых металлов достигается за счет эффекта *разбавления* (30 тыс.т ОСВ смешивается со 120 тыс.т пищевых отходов и *вермикомпостируется*). Вермикультура на 55% снижает негативное действие токсикантов. При этом получают почвогрунт с насыпной плотностью 0,6-0,8т/м<sup>3</sup> общей массой 150

тыс объемом примерно 200 тыс. м<sup>3</sup>. Предприятие или ряд предприятий по производству компоста или почвогрунта желательно располагать на предприятиях Водоканала (по опыту КП «Лугансквода»). Для вычленения пищевых отходов из общей массы ТБО необходимо проводить их ручную или механизированную сортировку.

Таблица 4

Стоимость компоста, почвогрунта (опт) [ 3 ]

п/п	Наименование	Цена за 1м <sup>3</sup> , руб. самовывоз	Цена за 1м <sup>3</sup> , руб. доставка от 100м <sup>3</sup>	Цена с доставкой за мшину 20 м <sup>3</sup> , руб
	Почвогрунт (чернозем+компост)	400	990	20000-22000
	Почвогрунт «садовый» (чернозем+компост+песок)	400	1100	20000-22000
	Чернозем (100%)	500	1400	25000 - 28000
	Компост (перегной)	400	980	20000-22000

Таблица 5

Фасованная продукция [ 3 ]

п/п	Наименование	Цена за 5 кг самовывоз с площадки, руб	Цена за 1 мешок - 30 кг самовывоз, руб
1	<b>Биогумус</b> (вермикомпост)	70	250
2	<b>Почвогрунт «садовый»</b> (чернозём + компост + песок)	80	250

Таким образом, реализация на рынке продукта переработки пищевых отходов в виде компоста, биогумуса или почвогрунта по самым скромным подсчетам составит более 100 млн рублей.

Большинство представленных в табл. 1. фракций: бумага, металл, стекло, резина, кожа, пластиковые материалы, некоторые опасные отходы являются классическим вторичным сырьем. Оно может использоваться на специализированных предприятиях по прямому назначению как сырье, а при отсутствии таких предприятий реализовываться через посредников (такими являются приемные пункты вторсырья). Потребность во вторсырье сформировала и цены на

сырье и определенные требования к его качеству, строго регламентируемые рынком вторичного сырья.

**Бумага.** Макулатура — очень популярный вид вторсырья. Цены на макулатуру в Украине очень разные и отличаются для каждого города. В основном за 1 кг макулатуры приемные пункты предлагают от 40 коп. Цена зависит и от сорта бумаги, которых существует довольно много. В мелких розничных пунктах приема обычно не особо уделяют вниманию качеству материала и принимают обычно либо бумагу, либо картон. А вот если сдать макулатуру в Украине оптом, то тут цена зависит как от ее сорта, так и от пункта приема непосредственно.

Таблица 6

Стоимость макулатуры в Украине [ 3 ]

Сорт макулатуры	За 1 кг, коп- грн	За 1 т, грн
МС-1А	От 40 коп до 1,4 грн	От 1100 до 2600
МС-2А	От 40 коп до 1,4 грн	От 1000 до 2400
МС-3А	От 40 коп до 1,4 грн	От 900 до 1400
МС-4Б	От 40 коп до 1,4 грн	От 900 до 1500
МС-5Б	От 40 коп до 1,4 грн	От 1100 до 1600
МС-6В	От 40 коп до 1,4 грн..	От 400 до 800

Реализация на рынке вторичного сырья макулатуры по средней цене 1120 грн х 2=2240руб. за тонну позволит получить: 2240 х 18000=40,4 млн руб

**Металл.** Цена на металлолом в Украине зависит от качества материала, содержания в нем других веществ, а

также от его объема. Цены на лом различаются и зависят как от самого материала, так и от конкретного города и ценовой политики конкретного пункта. Прием металлолома оптом в Украине обходится дороже и является выгодной сделкой для обеих сторон.

Таблица 7

**Цена черного лома в Украине, гривны/тонна**

Марка лома	Розница	Опт
3А	от 2000 до 2700	от 2200 до 2900
5А	от 2000 до 2700	от 2200 до 2900
12А1	от 2000 до 2700	от 2200 до 2900
17А	от 2000 до 2700	от 2200 до 2900
Оцинкованная сталь	от 750 до 950	от 800 до 1000

Таблица 8

**Цена цветного лома в Украине, гривны/ кг**

Марка лома	Розница	Опт
Медь	от 60 до 64	от 64 до 66
Бронза	от 36 до 40	от 40 до 43
Алюминий (микс)	от 10 до 14	от 14 до 16
Свинец	от 10 до 14	от 14 до 16
Магний	от 5 до 8	от 8 до 10
Титан	от 23 до 26	от 26 до 28
Латунь	от 36 до 40	от 40 до 43
Нерж. сталь от 8%	от 10 до 14	от 14 до 16

Реализация на рынке вторичного сырья черных металлов по средней цене 2500 грн .х 2=5000 руб. х 4500 = 22,5 млн руб. и цветного лома металлов по средней цене 25000 грн х 2 = 50000 руб. х 4500 т =225 млн руб. позволит получить: 22,5+225=247,5 млн руб.

**Стеклогара.** Цены на стеклотару в Украине различаются. Каждый приемный пункт устанавливает

свою ценовую политику. Обычно приемные пункты стеклотары принимают пивные бутылки, бутылки из-под водки и шампанского. Также идут в ход и жестяные банки, однако цена на них обычно меньше. Некоторые пункты принимают и банки объемом 0,5 л, 1 л и 3 л. Стеклобой принимают по цене 500 грн/т.

Таблица 9

**Приемочная стоимость стеклянной тары**

Вид тары	Цены за 1 ед.
бутылки из-под пива	от 15 до 30 коп.
бутылки из-под шампанского	от 10 до 15 коп.
бутылки из-под водки	от 10 до 25 коп. (от объема)
банка 0,5 л	от 12 до 15 коп.
банка 1 л	от 25 до 35 коп.
банка 3 л	от 1,25 до 1,70 грн
жестяная банка	от 5 до 10 коп.

Реализация на рынке стеклотары и стеклобоя отходов стекла по цене 500 грн X 2 =1000 руб. х 21000 = 21 млн руб. позволит получить порядка 21 млн руб.

**Изделия из пластмасс. Полимерная упаковка.** Пластиковые изделия (канистры, флаконы, садовая мебель, ПЭТ бутылки различного цвета, пленка высокого давления, пленка прозрачная термоусадочная, стрейч пленка, полимерные пакеты, упаковочная тара) по своему составу весьма разнообразны: полистирол, поливинилхлорид, пропилен, полиэтилен высокого, среднего и низкого давлений и прочее. В зависимости от многих параметров: вида материала, цвета, степени

загрязнения и прочего стоимость вторсырья колеблется в пределах 6-8 тыс. гривен за тонну.

Реализация на рынке вторичных ресурсов полимерных отходов по цене 7000грн .х 2 = 14000 руб. х 24000 = 336 млн руб позволит получить 336 млн руб.

**Аккумуляторы, батарейки.** Из всего объема мирового производства батареек и аккумуляторов перерабатывается только 3%. На мировом рынке переработка батареек и аккумуляторов довольно ограниченный, сложный и трудоемкий, но одновременно довольно выгодный процесс (табл. 9), поэтому и стоимость аккумуляторных отходов составляет от 250 \$ за тонну.

Таблица 10

## Стоимость материала на тонну аккумуляторов и батарей

Состав аккумулятора	Стоимость материала (за тонну)
Литий-кобальт-оксидный	25000 \$
Литий-железо-фосфатный	400 \$
Свинцово-кислотный	1500 \$

Реализация на рынке вторичных ресурсов аккумуляторных отходов по цене  $250 \$ \times 60 = 15000$  руб.  $\times 3000 = 45$  млн руб. позволит получить **45 млн руб.**

Завершая экономическую оценку бытового мусорного богатства луганщины, можно констатировать, что при соответствующей организации компостирования биоразлагаемой части отходов может принести более 100 млн руб., а реализация некоторой части отходов как вторичных ресурсов дополнительно принесет еще 690 млн руб. Глубокая переработка

отходов и их тщательная сортировка могут дополнительно повысить качество и цену сырья, что делает реальным достижение суммарной цифры до 1 млрд.рублей в сфере обращения ТБО.

Промышленные отходы как основа для развития шлакощелочной строительной индустрии

Из 1,5 млрд т промышленных отходов Луганщины особый интерес представляют шлаковые отходы металлургической промышленности (рис. 6).

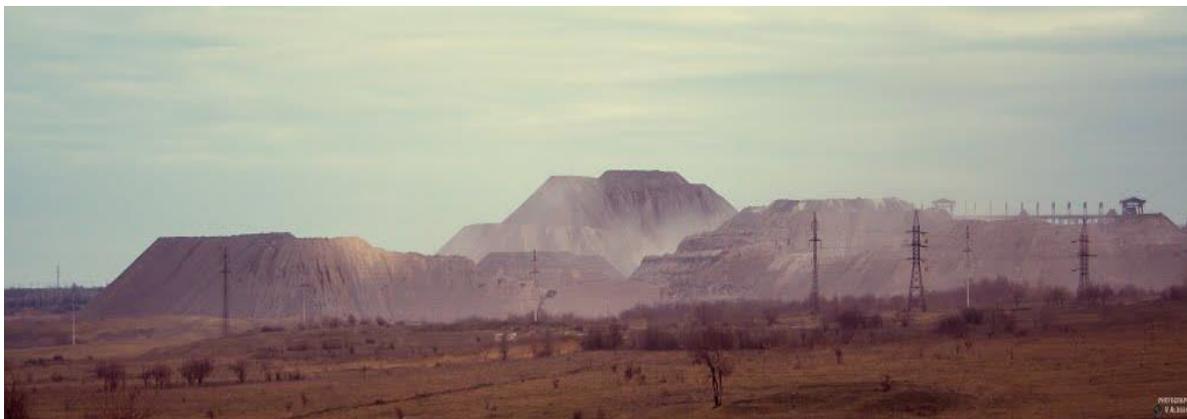


Рис.6. Восточная шлаковая гора Алчевского металлургического комбината

Крупнейшим производителем шлаков на Луганщине является ООО Алчевский меткомбинат. Химический состав образующихся на комбинате

отходов в сравнении со строительными цементами приведен в табл. 11.

Таблица 11

## Химический состав отходов АМК

Материал	Химический состав, %						
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	GaO	MgO	S	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Доменный шлак	38	6,7	48,3	3,7	1,55	0,4	
Мартеновский шлак	23,4	4,1	38,5	10,2	0,47	14,3	3,2
Конверторный шлак	14,5	2,1	24,1	2	0,25	31,6	14,4
Портландцемент	22,5	6,5	62	1	Н.свед.		
Глиноземистый цемент	7,5	45	40	0,5	Н.свед.		
Известь гашеная	1,3	0,3	70,7	1,1	0,02		

Химический состав шлаков не используется при их вовлечении в хозяйственный оборот, поэтому их утилизация сводится только к применению при отсыпке дорог, либо при производстве шлаковых блоков и плит в строительной сфере с использованием цемента. Производство портландцемента, который является основным гидравлическим вяжущим в строительстве, в ЛНР отсутствует (крупнейшее предприятие по производству цемента мощностью 2 млн т/год расположено в ДНР). Имеющиеся в республике

колоссальные запасы шлакового сырья и щелочных отходов химических производств позволяют создать собственную, альтернативную цементной промышленности, бесцементную шлакощелочную строительную индустрию, основанную исключительно на местных промышленных отходах. Соответствующее эколого – химическое и технологическое обоснование утилизации доменных шлаков в производстве вяжущих строительных материалов приведено в работах [ 4, 5, 11, 14, 15].

Применение промышленных отходов позволяет на 10...30% снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с производством их из природного сырья, экономия капитальных вложений достигает 35..50% (Дворкин Л., 2007).

**Шлакощелочные вяжущие** на основе отходов — это гидравлические вяжущие вещества, получаемые измельчением гранулированных шлаков совместно со щелочными компонентами или затворением молотых шлаков растворами соединений щелочных металлов (натрия или калия), дающих щелочную реакцию.

Шлакощелочные вяжущие предложены и исследованы под руководством В.Д. Глуховского в Киевском национальном университете строительства и архитектуры.

Для получения шлакощелочных вяжущих применяют гранулированные шлаки — доменные, электротермофосфорные, цветной металлургии. Необходимое условие активности шлаков — это наличие стекловидной фазы, способной взаимодействовать со щелочами. Тонкость помола должна соответствовать удельной поверхности не менее 3000 см<sup>2</sup>/г.

В качестве щелочного компонента применяют каустическую и кальцинированную соду, поташ, растворимый силикат натрия и др. Обычно используют также попутные продукты промышленности: плав щелочей (содовое производство); содощелочной плав (производство капролактама); содопоташную смесь (производство глинозема) и т. п. Использование щелочесодержащих отходов позволяет получать значительные объемы шлакощелочных вяжущих. Оптимальное содержание щелочных соединений в вяжущем в пересчете на Na<sub>2</sub>O составляет 2 - 5% массы шлака.

Для шлаков с модулем основности (M<sub>0</sub>) больше единицы могут применяться все щелочные соединения или их смеси, дающие в воде щелочную реакцию, для шлаков с M<sub>0</sub> < 1 — только едкие щелочи и щелочные силикаты с модулем 0,5-2, несиликатные соли слабых кислот и их смеси могут быть использованы только в условиях тепловлажностной обработки

По пределу прочности при сжатии через 28 сут. шлакощелочные вяжущие подразделяют на марки от М300 до М1200. Для ускорения набора прочности и уменьшения деформативности в вяжущее вводят добавку цементного клинкера (2—6%, масс). Предел прочности при сжатии быстротвердеющего шлакощелочного вяжущего в возрасте 3 сут для марок М400 и М500 составляет не менее 50% марочной прочности, а для марок М600-М1200 — не менее 30 МПа.

Шлакощелочные вяжущие восприимчивы к действию тепловлажностной обработки. При температуре пропаривания 80-90 °С цикл обработки может быть сокращен до 6-7 ч, активная часть режима составляет 3-4 ч. Можно значительно снизить и максимальную температуру пропаривания, а также

использовать ступенчатые и пиковые режимы обработки.

Шлакощелочные вяжущие обладают высокой коррозионной стойкостью и биостойкостью. Щелочные компоненты выполняют роль противоморозных добавок, поэтому вяжущие интенсивно твердеют при отрицательных температурах (Дворкин Л., 2007).

Исследованиями В.Д. Глуховского, П.В. Кривенко, Е.К. Пушкаревой, Р.Ф. Руновой и др. разработан ряд специальных шлакощелочных вяжущих: высокопрочных, быстротвердеющих, безусадочных, коррозионностойких, жаростойких, тампонажных.

Экономическая эффективность их высока. Удельные капиталовложения на производство этих вяжущих в 2-3 раза меньше, чем при производстве портландцемента, так как отсутствуют фондо-, капиталоемкие и материалоемкие технологические операции: не нужны разработка месторождений, подготовка сырья, дробление, обжиг и др. Сравнение затрат на производство шлакощелочных вяжущих марок М600-М1200 и портландцемента марки М600, показывает, что их себестоимость ниже в 1,7-2,9 раза, удельный расход условного топлива — в 3-5, электроэнергии - в 2, приведенные затраты — в 2- 2,5 раза меньше, чем при производстве портландцемента.

Процесс изготовления вяжущего включает операцию сушки шлака до остаточной влажности 0-1 % и совместный помол компонентов (рис.7).

Для изготовления шлакощелочного вяжущего шлак и активная минеральная добавка со склада 1 поступают в сушильный барабан 2. Добавка после сушки измельчается на вальцах 3. Подсушенные силикатные компоненты загружают в расходные бункера 4, 5.

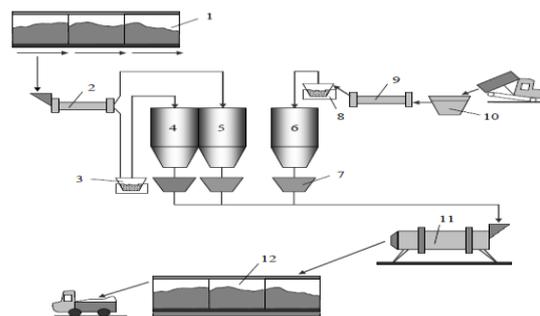


Рис. 7. Технологическая схема получения шлакощелочного вяжущего

Щелочь является гигроскопичным материалом, поэтому ее вводят в бетонную смесь с водой затворения. Если в качестве активатора используется кальцинированная сода или содосодержащие отходы производства, то целесообразно их измельчить совместно со шлаком. В этом случае активатор со склада 10 поступает в сушильный барабан 9 и измельчается на вальцах 8, после чего загружается в бункер 6. Из расходных бункеров отдозированные компоненты через дозаторы 7 загружают в мельницу

11, где их измельчают до удельной поверхности  $3000...3500 \text{ см}^2/\text{г}$ . Изготовленное вяжущее поступает на склад 12. При использовании гигроскопичного щелочного компонента, растворимого стекла они вводятся с водой затворения непосредственно в бетономешалку при приготовлении бетонной смеси. Плотность раствора в зависимости от вида щелочного компонента находится в пределах  $1,15...1,3 \text{ г/см}^3$ . В данном случае помолу подвергается только шлак или шлак с алюмосиликатными добавками.

Технология изготовления конструкций из шлакощелочных бетонов состоит из таких операций, как приготовление бетонной смеси, подготовка формы (чистка, смазка, армирование), формование изделия и тепловлажностная обработка. При использовании готового шлакощелочного цемента возможны два варианта приготовления бетонной смеси:

- 1) одноступенчатый, при котором все компоненты смеси загружают и перемешивают в смесителе;
- 2) двухступенчатый, при котором для улучшения условий растворения щелочного компонента

шлакощелочной цемент предварительно затворяют в специальном смесителе горячей водой, перемешивают в течение 5 мин., затем подают в бетономешалку принудительного действия, где он перемешивается с заполнителем. При помолу шлака без щелочного компонента приготовление бетонной смеси также осуществляется двухступенчатым способом: щелочной компонент в специальном смесителе затворяют водой и перемешивают до полного растворения, затем раствор подают в бетономешалку и перемешивают с заполнителями.

Процессы подготовки опалубки и оснащение ее арматурой не отличаются от аналогичных операций при производстве армированных изделий на других вяжущих (рис. 8).

Бетонную смесь готовят в смесительных агрегатах 4, куда со склада 1 через расходные бункера 2, 3 подают сырьевые компоненты. Увлажненную и перемешанную смесь выгружают в бетоноукладчик 5, с помощью которого транспортируют к месту укладки.

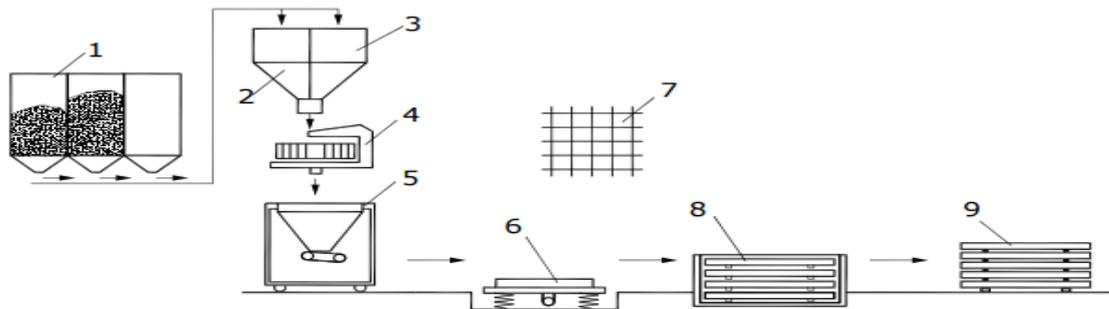


Рис. 8. Технологическая схема производства изделий и конструкций из шлакощелочных бетонов  
1 – склад заполнителя и шлакощелочного вяжущего, 2, 3 – расходные бункера,  
4 – бетоносмеситель, 5 – бетоноукладчик, 6 – виброустановка, 7 – арматурный цех,  
8 – термообработка, 9 – склад изделий и конструкций

При использовании дисперсных заполнителей для приготовления шлакощелочных бетонов перемешивание необходимо производить в бетоносмесителях, обеспечивающих высокую гомогенизацию бетонной смеси. В этих случаях целесообразно применять двухстадийное перемешивание и последовательное введение компонентов в смесь. На первой стадии готовится вяжущее тесто: в воду затворения с растворенным в ней активатором твердения вводится последовательно вяжущее, а затем дисперсный наполнитель. Для повышения производительности на этом этапе вяжущее и наполнитель могут вводиться совместно в виде заранее приготовленной смеси. Однако целесообразность такой процедуры перемешивания должна быть предварительно проверена с точки зрения возможного снижения прочностных характеристик бетона. На второй стадии полученное вяжущее тесто перемешивается с мелким и крупным заполнителем.

Бетонные смеси с высоким содержанием дисперсного наполнителя или минеральной добавки характеризуются низкой пластичностью. Такие смеси

могут формироваться при интенсивном вибрационном уплотнении, а также виброуплотнении с пригрузом, а особо жесткие смеси – при вибропрессовании или прессовании.

В целом технология шлакощелочных бетонов сходна с традиционными технологиями цементного бетона. Это позволяет без значительных затрат на техническое перевооружение перевести производство железобетонных конструкций и бетонных изделий на основе портландцемента на аналогичные изделия из шлакощелочного бетона или бетона на основе других видов вяжущих щелочной активации, а именно минерально-щелочных, геотермических, геосинтетических, геопалимерных и др.

Расчеты Л.И. Дворкина затрат на производство шлакощелочных вяжущих марок 600...1200 и портландцемента марки 600 показывают, что у шлакощелочных вяжущих по сравнению с портландцементом ниже: себестоимость – в 1,7...1,9 раза, удельный расход топлива – в 3...5 раз, электроэнергии – в 2 раза, приведенные затраты – до 2...2,5 раза.

При производстве бетонов на основе шлакощелочных вяжущих используют и заполнители различных видов из шлакового сырья: шлаковый щебень отвалных металлургических шлаков или литой шлаковый щебень, пористые шлаки, шлаковый наполнитель, легкие шлаковые заполнители, гранулированный шлак, шлаковую пемзу.

В довоенное время годовая потребность в цементе на Луганщине превышала 100 тыс. т. Перевод строительной отрасли на шлакощелочные строительные материалы и бетоны позволит, с одной стороны, уменьшить количество промышленных отходов на эту величину, а с другой – произведенная из этих отходов продукция в денежном выражении превысит 20 млрд рублей.

**Выводы.** 1. Годовое образование твердых бытовых отходов в ЛНР объемом 300000т при создании специальной отрасли управления и обращения с отходами и соответствующей организации ее деятельности может быть вовлечено в хозяйственный оборот с экономическим эффектом до 1 млрд.рублей.

2. Для Луганщины с ее высокой техногенной нагрузкой представляется уникальная возможность создания строительной индустрии, основанной на использовании в качестве сырья шлаков металлургических предприятий и щелочных отходов химических производств, являющейся альтернативой цементной промышленности.

3. Осуществление этого проекта позволит улучшить экологическую ситуацию в регионе за счет вовлечения в хозяйственный оборот отходов промышленности, создать новые уникальные предприятия и новые рабочие места, насытить рынок востребованной продукцией и существенно укрепить экономику.

### Литература

1. Артамонова А.В. Шлакощелочные вяжущие на основе доменных гранулированных шлаков центробежно-ударного измельчения / Артамонова А.В., Воронин К.М.// Цемент и его применение.- 2011. июль-август.- С.108 – 113.
2. Технологические основы промышленной переработки отходов мегаполиса / Гриценко А.В. [и др.]; под ред. Гриценко А.В., Коринько И.В., Туренко А.Н.- Харьков: ХНАДУ. 2007. - 340 с.
3. Вторичные ресурсы. Доступно по ссылке: : <http://vtorresurs.com.ua> (дата обращения 20.03 .2017)
4. Дворкин Л.И., Пашков И.А./ Л. Дворкин, И. Пашков. Строительные материалы из отходов промышленности. -К.: Вища школа. 1989. -340 с.
5. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л./ Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин Строительные материалы из отходов промышленности.- Учебно-справочное пособие. - К.: Вища школа. 2007.-189с.
6. Дрозд Г.Я. Развитие сектора обращения с твердыми бытовыми отходами на Луганщине - настоятельная необходимость: Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. Вып.(48)- Алчевск: ДГТУ, 2017.- С.16-28.
7. Дрозд Г.Я. /Г.Я. Дрозд, Е.Н. Пашутина, С.И.Давыдов Биотехнологические вопросы утилизации осадков сточных вод // Вода и экология, Проблемы и решения, - Санкт-Петербург, 2014, №2 (58). –С. 66-78

8. Задорский В.М. Поэма о мусоре : Сб. научных статей «Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов».- Харьков, ХИСИ, 2007. –С. 306-318.

9. ТБО в Украине: потенциал развития. Сценарии развития сектора с твердыми бытовыми отходами : отчет IFG в Украине .-Киев: IFG, 2014. – 100с.

10. Eurowaste.Tupes of waste. Доступно по ссылке: <http://www.eurowaste.be/tupes-of-waste.shtml>.

11. Микульский В.Г. / В.Г. Микульский, Г.И.Горчаков, В.В. Козлов Строительные материалы. Материаловедение и технология –Москва: Зодчий ,2002. – 150 с.

12. СНиП 2.07.01—89\*.Планировка городских и сельских населенных мест, Переиздание СНиП 2.07.01—89 с изменениями и дополнениями, утвержденными постановлением Госстроя СССР от 13 июля 1990 г. №61, приказом Министерства архитектуры, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 23 декабря 1992 г. № 269, постановлением Госстроя России от 25 августа 1993 г. №18-32.

13. Segodnya.ua. Свалки в Украине по площади достигли территории Черногории. - 2012.16.09 .: Доступно по ссылке: [hnp://gigamir.net/news/economy/pub210690](http://hnp://gigamir.net/news/economy/pub210690).

14. Утилизация вторичных материальных ресурсов в металлургии. / К.А. Черепанов, Г.И. Черныш, В.М. Динельт, Ю.И.Сухарев – М.: Металлургия. 1994. –219 с.

15.Хоботова Э.Б. / Э.Б. Хоботова , Ю.С. Калмыкова .Эколого-химическое обоснование утилизации отвалных доменных шлаков в производстве вяжущих материалов. //Экологическая химия, 2012, 21(1). С. 27-37

### References

1. Artamonova A.V. Shlakoschelochnye vyazhuschie na osnove domennyh granulirovannyh shlakov centrobezhnoudarnogo izmel'cheniya / Artamonova A.V., Voronin K.M.// Cement i ego primeneniye.- 2011. iyul'-avgust.- S.108 - 113.
2. Tehnologicheskie osnovy promyshlennoj pererabotki othodov megapolisa / Gricenko A.V. [ i dr.] ; pod red. Gricenko A.V., Korin'ko I.V., Turenko A.N.- Har'kov: HNADU. 2007. - 340 s.
3. Vtorichnye resursy. Dostupno po ssylke: : <<http://vtorresurs.com.ua>> (data obrascheniya 20.03 .2017).
4. Dvorkin L.I., Pashkov I.A./ L. Dvorkin, I. Pashkov. Stroitel'nye materialy iz othodov promyshlennosti. -K.: Vyscha shkola. 1989. -340s.
5. Dvorkin L.I., Dvorkin O.L./ L.I. Dvorkin, O.L. Dvorkin Stroitel'nye materialy iz othodov promyshlennosti.- Uchebno-spravocnoe posobie. - K.: Vyscha shkola. 2007.-189s.
6. Drozd G.Ya. Razvitie sektora obrascheniya s tverdymi bytovymi othodami na Luganshine - nastoyatel'naya neobhodimost': Sbornik nauchnyh trudov Donbasskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta. Vyp.(48)- Alchevsk: DGTU, 2017.- S.16-28.
7. Drozd G.Ya. /G.Ya. Drozd, E.N. Pashutina, S.I.Davydov Biotehnologicheskie voprosy utilizacii osadkov stochnyh vod // Voda i `ekologiya, Problemy i resheniya, - Sankt-Peterburg, 2014, №2 (58). -S. 66-78
8. Zadorskij V.M. Po`ema o musore : Sb. nauchnyh statej «`Ekologiya i zdorov'e cheloveka. Ohrana vozdushnogo i vodnogo bassejnov. Utilizaciya othodov».- Har'kov, HISI, 2007. -S. 306-318.
9. TBO v Ukraine: potencial razvitiya. Scenarii razvitiya sektora s tverdymi bytovymi othodami : ochet IFG v Ukraine .- Kiev: IFG, 2014. - 100s.
10. Eurowaste.Tupes of waste. Dostupno po ssylke: <http://www.eurowaste.be> <<http://www.eurowaste.be/>> tupes- of-waste.shtml.

11. Mikul'skij V.G. / V.G. Mikul'skij, G.I.Gorchakov, V.V. Kozlov Stroitel'nye materialy. Materialovedenie i tehnologiya -Moskva: Zodchij ,2002. - 150 s.

12. SNiP 2.07.01-89\*Planirovka gorodskih i sel'skih naselennyh mest, Pereizdanie SNiP 2.07.01-89 s izmeneniyami i dopolneniyami, utverzhdenymi postanovleniem Gosstroya SSSR ot 13 iyulya 1990 g. №61, prikazom Ministerstva arhitektury, stroitel'stva i zhilishno-kommunal'nogo hozyajstva Rossijskoj Federacii ot 23 dekabrya 1992 g. № 269, postanovleniem Gosstroya Rossii ot 25 avgusta 1993 g. №18-32.

13. Segodnya.ua. Svalki v Ukraine po ploschadi dostigli territorii Chernogorii. - 2012.16.09 . Dostupno po ssylke: hntp:// gigamir.net /news/ economy/ pub 210690.

14. Utilizaciya vtorichnyh material'nyh resursov v metallurgii. / K.A. Cherepanov, G.I. Chernysh, V.M. Dinel't, Yu.I.Suharev - M.: Metallurgiya. 1994. -219 s.

15. Hobotova `E.B. / E.B. Hobotova, Yu.S. Kalmykova.`Ekologo-himicheskoe obosnovanie utilizacii otval'nyh domennyh shlakov v proizvodstve vyazhuschih materialov. //`Ekologicheskaya himiya, 2012, 21(1). S.. 27-37.

#### **Drozd Gennadiy Jacob**

#### **POTENTIAL OF DEVELOPMENT OF THE WASTE MANAGEMENT SECTOR ON THE EXAMPLE OF THE LUGANSHIN**

*The problem of utilization of hard domestic and industrial wastes is considered in the industrial region of Donbassa. As a result of generalization of foreign experience in the field of handling wastes and comparison with existent regional terms a necessity and possibility of creation of the special industry is*

*grounded are sectors with handlings wastes. His potential efficiency is shown both in ecological and in economic aspects: in the field of domestic wastes only 30% their volume subject a burial place, and remaining part is processed or as the second resources a to 1 milliard of roubles goes a cost back into an economic turn. In the field of industrial wastes possibility of creation of slag is lye of a build industry, based exceptionally on local industrial wastes for the production of build goods the cost of ten of milliards of roubles is shown.*

**Keywords:** *hard domestic and industrial wastes, utilization, ecological safety, second raw material*

**Дрозд Геннадий Яковлевич** – д.т.н., профессор кафедры «Городское и промышленное строительство» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля; г. Луганск.

**E- mail:** drozd.g @ mail.ru

**Drozd Gennadiy Jacob** – d.t.s., professor of department «City and industrial building» of Institute of building, architecture and housing of communal economy of the Lugansk national university of the name of Vladimir Dalya; Lugansk.

**E- mail:** drozd.g @ mail.ru

**Рецензент:** **Андрійчук Н.Д.** д.т.н., проф., директор інститута будівництва, архітектури і житлово-комунального господарства.

*Статья подана 20.08.2017*

УДК 629.49

## АДСОРБЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫМИ ПОРОШКАМИ БИТУМА ИЗ БЕНЗОЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

Братчун В.И., Бизирка И.И.

## ADSORPTION OF BITUMEN MINERAL SPRINKLES OF SNOW FROM BENZOL SOLUTIONS

Bratchun V.I., Bizirka I.I.

*Исследована адсорбция минеральными порошками битума из бензольных растворов на поверхности органо-минерального порошка из осадков сточных вод, кварцевого песка, золы из осадков сточных вод, известнякового минерального порошка.*

*Ключевые слова:* осадки сточных вод, минеральный порошок, адсорбция, десорбция, кварцевый песок.

Минеральные порошки: из органо-минерального осадка сточных вод г. Луганска, из природного кварцевого песка, из золы ОСВ и молотого известняка, а также битум БНД 60/90.

Все исследуемые порошки имели одинаковую удельную поверхность – около 350 м<sup>2</sup>/кг.

Значение адсорбции минеральными порошками битума из бензольных растворов определяли по следующей методике: в стеклянные колбы с притертыми пробками емкостью 200 мл помещали навески по 10 г испытуемых порошков, которые заливали 100 см<sup>3</sup> бензольным раствором принятых концентраций и встряхивали на специальной установке в течение одного часа.

Растворы битума готовились на химически чистом неполярном бензоле трех различных концентраций: 1 г/литр, 3 г/литр, 6 г/литр.

После встряхивания колбы с содержимым оставляли в покое на 24 часа, затем из каждой колбы отбирали часть раствора и центрифугировали до полного оседания частиц порошка. Из центрифугированных растворов отбирали пробы, для которых определяли концентрацию битума с помощью фотометра марки КФК - 3.

По разности величин адсорбции и десорбции адсорбированного битума определяли количество битума, химически связанного с поверхностью порошков. Десорбцию производили в аппарате Сокслета чистым бензолом до полного осветления растворителя. О химическом взаимодействии минеральной поверхности и вяжущего судили по количеству битума, оставшегося на поверхности минеральных частиц после десорбции.

Этот метод дает представление о процессах взаимодействия, происходящих на их общей границе раздела, однако не характеризует сцепление между

битумом и минеральным материалом в сложных природных условиях, например, при воздействии воды. Поэтому по методу адсорбции красителя — метиленового голубого А.С. Колбановской [2-3] и весовому методу были определены показатели сцепления битума с поверхностью минеральных материалов.

Величины адсорбции и десорбции битумов исследуемыми порошками приведены на рис. 1.

Разный характер происходящих адсорбционных процессов объясняет различие в адсорбционной способности минеральных порошков по отношению к вяжущему.

Высокая адсорбционная способность известнякового минерального порошка объясняется его химическим взаимодействием с битумом, вследствие высокого содержания в нем карбоната кальция (CaCO<sub>3</sub>) [1]. Хемосорбционное взаимодействие между битумом и минеральным материалом обуславливает более высокое сцепление адсорбционной пленки его с поверхностью минерального материала, чем в том случае, когда имеют место процессы лишь физической адсорбции.

Величина адсорбции битума минеральными порошками из осадка сточных вод, золы и кварцевого песка ниже, чем у известняка. Причем для органо-минерального порошка из осадков сточных вод эти показатели значительно выше, чем для других кислых материалов, что характеризует более активное его взаимодействие с битумом.

Предположение о неодинаковом характере физико-химических процессов между минеральными материалами и битумами подтверждается полученными данными по десорбции.

Одним из основных признаков, отличающих процессы физической адсорбции от хемосорбционных взаимодействий, является термодинамическая обратимость сорбированного слоя [4-5].

Из десорбции битума видно, что часть битума отслаивается растворителем (рис. 1). Это указывает на то, что предельно насыщенный адсорбционный слой битума на поверхности минеральных порошков состоит из прочно химически и обратимо физически связанного битума.

Характерно, что на поверхности органоминерального порошка из осадков сточных вод после десорбции битума бензолом осталось 61%

первоначально адсорбированного вяжущего, а на поверхности кварцевого песка – 28%.



Рис. 1. Зависимость количества битума, сорбированного на минеральных частицах, от содержания битума в бензольном растворе:  
 ——— - первоначальная адсорбция битума на поверхности;  
 - - - - - после десорбции бензолом

Результаты исследований адсорбции и десорбции битума на поверхности минеральных материалов показывают, что из всех исследуемых минеральных порошков, имеющих кислую природу, наиболее интенсивно взаимодействует с битумом ОМП, по сравнению с золой из ОСВ и кварцевым песком. Данные результаты по десорбции показывают возможность образования хемосорбционных связей битума с поверхностью ОМП.

### Литература

1. Горельшева Л.А. Теоретические аспекты взаимодействия различных порошкообразных материалов с органическим вяжущим / Л.А. Горельшев. // Пути экономии материальных и энергетических ресурсов при ремонте и реконструкции автомобильных дорог / НПО Росдорнии. – М. – 1989. – Вып. 1. – С. 29-35.
2. Колбановская А.С. Влияние природы битума и каменного материала на их сцепление / А.С. Колбановская, С.П. Шимулис. // Тр. Союздорнии. – 1967. – Вып. 11. – С.47-54.
3. Колбановская А.С. Дорожные битумы / А.С. Колбановская, В.В. Михайлов. – М.: Транспорт, 1973. – 261 с.
4. О стабильности битумов и взаимодействии их с минеральными материалами / Лысихина А.И. и др. – М.: Дориздат, 1952. – 175.
5. Физико-химические методы характеристики свойств и структуры дорожно-строительных материалов / Горельшев Н.В., Любимова Т.Ю., Колбановская А.С., Иванов Д.М., Киллер И.М., Агапова Р.А., Тимофеева Л.Д. –

М.: Н-т изд-во мин-ва автом. транспорта и шоссейных дорог РСФСР / Автотрансиздат, 1961. – 92 с.

### References

1. Gorelysheva I.A. the Theoretical aspects of co-operation of different powdery materials with organic astringent / L.A. Gorelyshev. // Ways of economy of financial and power resources at repair and reconstruction of highways / NPO of Rosdormii. it is M. – 1989. – Vyp. 1. – With. 29-35.
2. Kolbanovskaya a.S. Influence of nature of bitumen and stone material on their coupling / A.S. Kolbanovskaya, S.P. Shimulis. // Tr. Soyuzdornii. – 1967. – Vyp. 11. – S.47-54.
3. Kolbanovskaya a.S. the Travelling bitumens / A.S. Kolbanovskaya, V.V. Mikhaylov. – M.: Transport, 1973. – 261 with.
4. About stability of bitumens and co-operation them with mineral materials / Lysikhina a.I. and other – M.: Dorizdat, 1952. – 175.
5. Physical and chemical methods of description of properties and structure of road-build materials / Gorelyshev n.V., Lyubimova t.Yu., Kolbanovskaya a.S., Ivanov d.M., Killer I.M., Agapova r.A., Timofeeva I.D. – M.: N-t publishing house of of ministry of motor-car transport and highway roads of RSFSR / Avtotransizdat, 1961. – 92 with.

### Bratchun V.I., Bizirka I.I. ADSORPTION BY MINERAL POWDERS OF BITUMEN FROM BENZOL SOLUTIONS.

*Adsorption is probed by mineral powders of bitumen from benzol solutions on the surface of organo-mineral powder from precipitations of flow waters, silica sand, ash from precipitations of flow waters, limestone mineral powder.*

**Keywords:** *sewage sludge, mineral powder, adsorption, desorption, quartz sand.*

**Братчун Валерий Иванович** – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Автомобильные дороги и аэродромы» Государственное образовательное учреждение Высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры».

**E-mail:** bratv09@yandex.ru.

**Бизирка Ирина Ивановна** – старший преподаватель кафедры городского и промышленного строительства. Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля.

**E-mail:** bizirkaira@mail.ru.

**Bratchun Valeriy Ivanovich** – d.t.s., professor, Head of the department "Highways and airports" State Institution of

Higher Professional Education "Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture".

**E-mail:** bratv09@yandex.ru.

**Bizirka Irina Ivanovna** - senior lecturer of department of city and industrial building. Institute of building, architecture and housing and communal services of the Lugansk national university of the name of Vladimir Dahl.

**E-mail:** bizirkaira@mail.ru.

**Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич** – д.т.н., профессор кафедры «Городское и промышленное строительство» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля.

*Статья подана 25.08.2017*

УДК 629.714

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПНЕВМАТИЧЕСКИХ КЛАПАНОВ-УСИЛИТЕЛЕЙ ПРИВОДОВ СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН. Ч. 2

Ремень В.И., Квенцель А.Л.

### EXPERIMENTAL STUDIES OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF PNEUMATIC VALVES-AMPLIFIERS OF DRIVES OF CONSTRUCTION AND ROAD MACHINES. Part 2

Remen Valentin, Kventsel Anatoly

Рассмотрены динамические характеристики пневматических клапанов-усилителей приводов строительного-дорожных машин с улучшенными динамическими характеристиками. Опытным путем получены переходные процессы и построены амплитудно-частотные характеристики, рассчитанные и экспериментальные. Показано, что аппроксимационная математическая модель адекватно описывает рабочие процессы в пневматических клапанах-усилителях.

**Ключевые слова:** Клапан - усилитель, пневматический привод, динамические характеристики.

Экспериментальные исследования динамических характеристик пневматических клапанов-усилителей состояли из двух независимых этапов:

1. Снятие переходных характеристик клапанов-усилителей.
2. Снятие частотных характеристик клапанов-усилителей.

На испытания были представлены пневматические клапаны-усилители [9] трех типоразмеров с  $d_y = 2, 4, 6$  мм.

Во время испытаний изменялись давление питания  $p_{пит}$ , давление управления  $p_{упр}$  и частота его колебаний. Измерялись и регистрировались выходные давление  $p_{вых}$ , высота подъема клапана  $h_k$  и давления питания и управления. Во время динамических испытаний температура воздуха была приблизительно постоянной и составляла  $t = 23^{\circ}\text{C}$ .

После регистрации процессов на фотоленту магнитоэлектрического осциллографа Н-115 проводилась расшифровка и обработка полученных осциллограмм. Определялись время переходных процессов, величина запаздывания и период колебаний. По результатам обработки экспериментальных данных строились амплитудно-частотные характеристики и определялась частота пропускания сигналов.

Экспериментальные исследования переходных процессов в пневматических клапанах-усилителях проводились на специально спроектированном стенде (рис. 1).

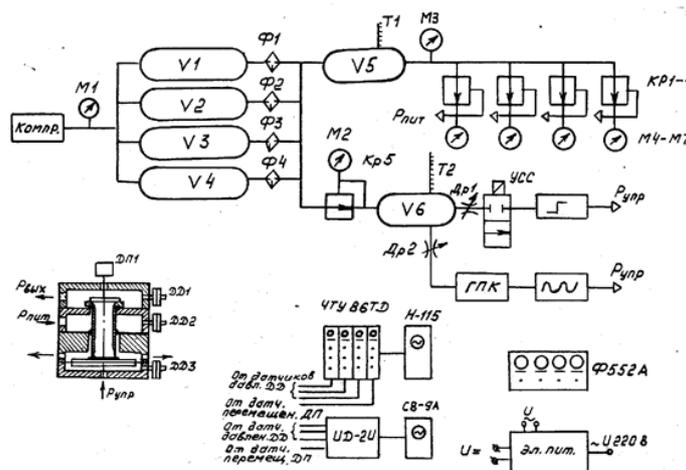


Рис. 1. Схема стенда для исследования динамических характеристик

Камера управления А клапана-усилителя [9] подключалась непосредственно к устройству нанесения скачкообразного сигнала давления УСС. С помощью крана Др. 2 генератор пневматических колебаний ГПК отключался от питания и не работал. Редукционным клапаном Кр. 5 устанавливался необходимый уровень давления управления  $p_{упр}$ , а клапаном Кр. 1- давление питания  $p_{пит}$ . Датчики давления ДД 1-3 типа ДМИ и перемещения ДП устанавливались непосредственно в корпус испытуемых устройств.

При подаче сигнала управления  $p_{упр}$  на выходе появлялось усиленное выходное давление  $p_{вых}$ , эти сигналы измерялись датчиками давления ДМИ и передавались на тензометрическую установку 4ТУВ6ТД, и регистрировались с помощью осциллографа Н-115. Подбирался необходимый коэффициент усиления и типы шлейфовых гальванометров. Производилась тарировка датчиков, т.е. определялась зависимость величины хода луча от давления, причем тарировка проводилась до и после эксперимента. После этого производилась запись на фотоленту. Затем изменялись величины давлений питания и управления и опыты повторялись.

Некоторые характерные осциллограммы переходных процессов для различных типоразмеров клапанов-усилителей, величин давления питания и управления приведены на рис. 2-3.

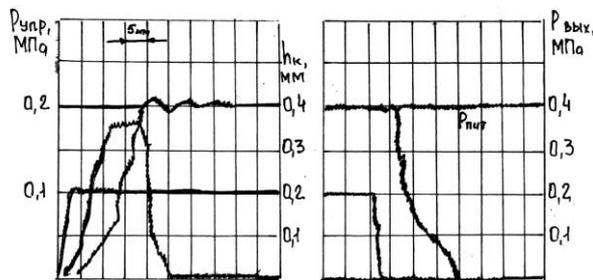


Рис. 2.  $p_{вых}=f(p_{упр})$ ,  $p_{пит}=0,4$  МПа,  $p_{упр}=0,1$  МПа,  $d_y=4$  мм

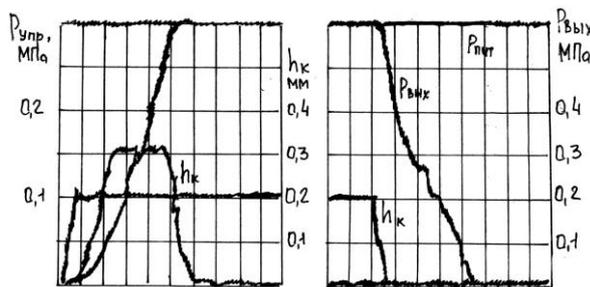


Рис. 3.  $p_{вых}=f(p_{упр})$ ,  $p_{пит}=0,6$  МПа,  $p_{упр}=0,1$  МПа,  $d_y=4$  мм

Частотные характеристики снимались на том же самом стенде, что и переходные (рис. 1).

Для подачи гармонического сигнала на управляющий вход закрывался кран Др. 1, тем самым отсекая УСС, и открывался кран Др. 2. подавая питание на генератор пневматических колебаний ГПК. Клапаном Кр. 5 устанавливалась необходимая амплитуда колебаний давления управления  $p_{упр}$ , а клапаном Кр. 1- давление питания  $p_{пит}$ . Частота

колебаний регулировалась с помощью изменения напряжения электродвигателя генератора. Предварительно была проделана тарировка генератора, т.е. определена зависимость частоты колебаний от напряжения  $f = \varphi(U)$ . Места установки и сами датчики давления и перемещения не менялись.

После подключения ГПК сигнал от датчиков предварительно подавался на индикатор давления ИД-2И, а с него - на электронный осциллограф С8-9А, с помощью которого настраивалась частота, амплитуда колебаний, а также вид гармонического сигнала давления управления. После настройки датчики подсоединялись к тензометрической станции 4ТУВ6ТД и магнитоэлектрическому осциллографу Н-115. Подбирался коэффициент усиления электрического сигнала и тип шлейфового гальванометра. Тарировка датчиков проводилась до и после эксперимента. После этого осуществлялась запись сигнала на фотоленту и последующая ее расшифровка.

Исследовались все типоразмеры клапанов-усилителей. Давление питания варьировалось в пределах 0,3-0,6 МПа (абс), амплитуда сигнала управления 0,02 - 0,08 МПа (изб). Давление управления  $p_{упр}=0,1$  МПа (изб) получить, к сожалению, не удалось из-за расходных характеристик генератора пневматических колебаний. Частота следования сигналов изменялась от 0 до 60 Гц с интервалом 10 Гц.

Некоторые характерные осциллограммы частотных процессов представлены на рис. 4-5.

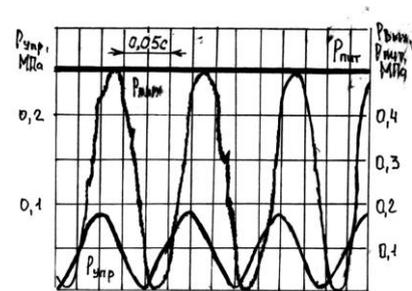


Рис. 4.  $d_y=6$  мм,  $p_{пит}=0,5$  МПа,  $p_{упр}=0,08$  МПа,  $f=10$  Гц.

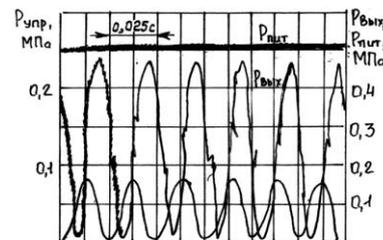
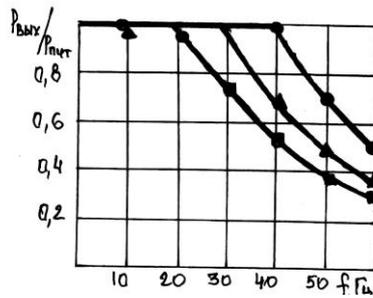
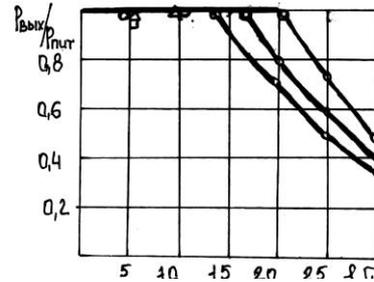


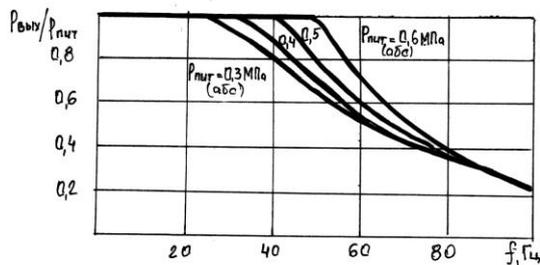
Рис. 5.  $d_y=6$  мм,  $p_{пит}=0,5$  МПа,  $p_{упр}=0,08$  МПа,  $f=40$  Гц

По результатам эксперимента были построены амплитудочастотные характеристики, представленные на рис. 6 и 7 для различных диаметров, давления питания и управления  $p_{упр}=0,08$  МПа.

Рис. 6.  $p_{пит}=0,5$  МПа.Рис. 7.  $p_{пит}=0,3$  МПа.

- $d_y=2$ мм
- $d_y=4$ мм
- $d_y=6$ мм

Из анализа переходных процессов, полученных опытным путем, можно сделать вывод о том, что на время переходного процесса оказывает большое влияние давление питания  $p_{пит}$ , величина давления управления и диаметр условного прохода  $d_y$ . Экспериментальные величины времени переходного процесса несколько отличаются от величин  $t_{пп}$ , полученных расчетным путем. По результатам экспериментальных исследований частотных характеристик построены амплитудо-частотные характеристики. (рис. 8).

Рис. 8. Амплитудо-частотная характеристика для  $d_y=2$  мм и  $p_{упр}=0,1$  МПа.

Из анализа этих кривых можно сделать вывод, что максимальная рабочая частота позиционера с  $p_{пит}=0,6$  МПа составляет и 44 Гц (экспериментальная). С уменьшением давления питания рабочая частота уменьшается и при  $p_{пит}=0,3$  МПа составляет 20 Гц соответственно.

Полную математическую модель [3] сложно применить для расчета динамических характеристик пневматических приводов в целом. Поэтому более рационально использовать аппроксимационную модель клапана-усилителя в виде передаточной функции типового звена. Как показывают расчетные и экспериментальные исследования, наиболее точно динамику таких устройств можно описать передаточной функцией звена второго порядка с звеном чистого запаздывания, т.е. в виде

$$p, h(t) = \frac{K}{T^2 p^2 + 2T\xi p + 1} \cdot e^{-p\tau}$$

При оптимизации по методу наименьших квадратов производится подбор величин  $k$ ,  $T$ ,  $\xi$  и  $\tau$  и минимизируется величина  $\sum \delta^2$ .

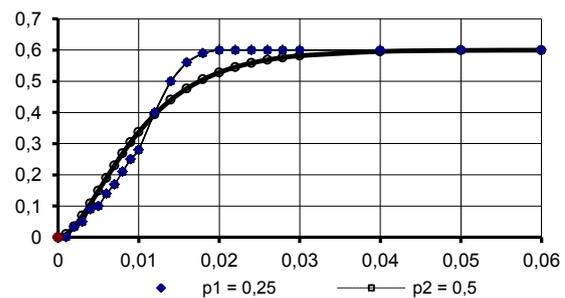
При оптимизации по высоте подъема клапана производится подбор значений  $k$ ,  $T$ ,  $\xi$  и  $\tau$ .

Начальные значения -  $k=1$ ,  $T=2$ ,  $\xi=0,5$ .

Подобранные значения -  $k=0,451$ ,  $T=0,00612$ ,  $\xi=1,154$ ,  $\tau=0,005$ .

Минимизируемое значение -  $\sum \delta^2=0,1932$ ,  $T \geq 0,0001$ .

Графики (расчетные и экспериментальные) зависимости  $h_k=f(t)$  представлены на рис. 9.

Рис. 9. Зависимость  $h_k=f(t)$ 

При оптимизации переходных процессов по выходному давлению  $p_{вых}$  производится подбор значений  $k$ ,  $T$ ,  $\xi$  и  $\tau$ .

Начальные значения -  $k=0,6$ ,  $T=0,1$ ,  $\xi=1,2$ .

Подобранные значения -  $k=0,5$ ,  $T=0,00621$ ,  $\xi=1,05$ ,  $\tau=0,005$ .

Минимизируемое значение -  $\sum \delta^2=0,24786$ ,  $T \geq 0,0001$ .

Графики (расчетные и экспериментальные) зависимости  $p_{вых}=f(t)$  представлены на рис. 10.

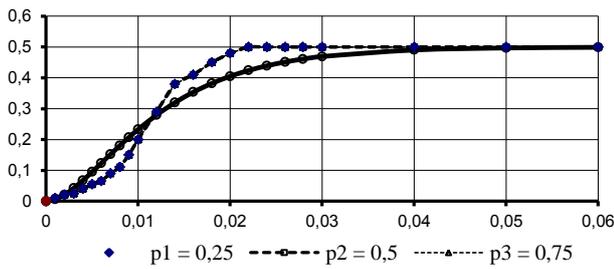


Рис. 10. Зависимость  $p_{\text{вых}} = f(t)$

Аналогичные аппроксимационные зависимости были рассчитаны и для других величин давления питания и диаметров условных проходов. По их результатам построены амплитудно-частотные характеристики.

На рис. 11 представлены сравнительные амплитудно-частотные характеристики для позиционера с  $d_y = 2$  мм и давлением питания  $p_{\text{пит}} = 0,6$  Мпа, рассчитанные по полной математической модели [7], аппроксимационной и экспериментальные.

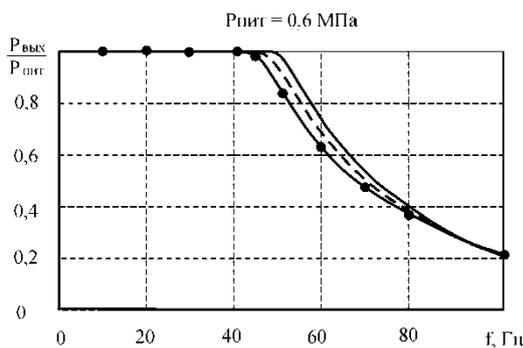


Рис.11. Амплитудно-частотные характеристики для  $d_y = 2$  мм

● - эксперимент; - - - аппроксимационная модель; - - - - - полная математическая модель

Как видно из этих графиков, аппроксимационная модель достаточно точно описывает динамику процессов и ее можно использовать при расчете динамических характеристик систем охлаждения тепловозов в целом. Проверка адекватности модели проводилась по критерию Фишера [10]:

$$F_e = \frac{S_{ad}^2}{S_e^2}$$

При расчете дисперсии адекватности сравнивались расчетная и экспериментальная зависимости. Обычно число точек сравнения было >20.

Для этих условий значение критерия Фишера при доверительной вероятности 0,95 равно 1,9 [10]. Расчетное значение критерия Фишера равно 1,3, что позволяет говорить об адекватности аппроксимационной модели.

В результате экспериментальных исследований динамических характеристик клапанов-усилителей пневматических приводов механических систем установлены их конструктивные параметры, оказывающие наибольшее влияние на динамические характеристики, получены переходные процессы и амплитудно-частотные характеристики, рассчитанные по полной математической модели, аппроксимационной и экспериментальные, проведена проверка адекватности разработанных математических моделей. Показано, что полная и аппроксимационная математические модели адекватно описывают рабочие процессы в пневматических клапанах-усилителях.

### Литература

1. В.И.Ремень и др Пневматический усилитель // А.с. 11348572(СССР).- Оpubл. в Б.И.,1987, №40.
2. В.И.Ремень и др Пневматический аналоговый преобразователь // А.с.1550238(СССР).- Оpubл. в Б.И.,1990, №10.
3. В.І. Ремень, А.О. Коваленко, Я.В. Мушкаєв. Пневматичний підсилювач // Патент України МПК 6 F 15 С 3/04.
4. В.І. Ремень, А.О. Коваленко, Я.В. Мушкаєв. Пропорційний розподільник // Патент України МПК6 16 Т 1/16.
5. Morgan Jones. Duilding Valve Amplifiers/ Morgan Jones/ -Ntwnes.-2004.-363 p.
6. Osenin Y., Remen V. Accuracy increase of positioning of pneumatic drives for mechanical systems/ Osenin Y., Remen V. // TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture - 2010.- № V XB. -P. 95-99.
7. Osenin Y., Remen V., Epifanova O. Mathematical model of valve - amplifiers for pneumatic drives of mechanical systems./ Osenin Y., Remen V., Epifanova O.// TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture -2010.-№ V XC.-P. 255-260.
8. Remen V., Vylich O., Lordkipanidze V. Static characteristics of valve-amplifiers for pneumatic drives of mechanical systems/ Remen V., Vylich O., Lordkipanidze V. // TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture -2011 - № V XC.- P. 255-260
9. Ремень В.И. Пневматические клапаны-усилители приводов строительных машин. Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля.- №2(2). 2016 - С. 111-118.
10. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы планирования эксперимента -М.: Мир, 1980.-612 с.

### References

1. V.I.Remen' i dr Pnevmaticheskij usilitel' // A.s. 11348572(SSSR)..- Opubl. v B.I.,1987,№40..
2. V.I.Remen' i dr Pnevmaticheskij analogovyy preobrazovatel' / A.s.1550238(SSSR)..- Opubl. v B.I.,1990, №10.
3. V.І. Remen', A.O. Kovalenko, YA.V. Mushkaєv. Pnevmatichnij підsiljuvach // Patent Ukraїni MPK 6 F 15 S 3/04
4. V.І. Remen', A.O. Kovalenko, YA.V. Mushkaєv. Proportsiyniy rozpodil'nik //PatentUkraїniMPK616T1/165. Morgan Jones. Duilding Valve Amplifiers/ Morgan Jones/ - Ntwnes.-2004.-363 p.
6. Osenin Y.. Remen V. Accuracy increase of positioning of pneumatic drives for mechanical systems/ Osenin Y.. Remen V. // TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. - 2010.- № V XB. -p. 95-99.

7. Osenin Y., Remen V., Epifanova O. Mathematical model of valve - amplifiers for pneumatic drives of mechanical systems./ Osenin Y., Remen V., Epifanova O.// TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture. -2010.-№ V XC.-p. 255-260.

8. Remen V., Vylich O., Lordkipanidze V. Static characteristics of valve-amplifiers for pneumatic drives of mechanical systems./ Remen V., Vylich O., Lordkipanidze V. // TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture.,-2011.-№ V XC.-p.255-260.

9. Remen' V.I. Pnevmaticheskiye klapany-usiliteli privodov stroitel'nykh mashin. Vestnik Luganskogo gosudarstvennogo universiteta imeni Vladimira Dalya.- №2(2). 2016- s. 111-118.

10. Dzhonson N., Lion F. Statistika i planirovaniye eksperimenta v tekhnike i nauke: Metody planirovaniya eksperimenta.-M.: Mir, 1980,-612 s.

**Remen V. Kventsel A.**

**EXPERIMENTAL STUDIES OF DYNAMIC CHARACTERISTICS OF PNEUMATIC VALVES-AMPLIFIERS OF DRIVES OF CONSTRUCTION AND ROAD MACHINES. PART 2.**

*A pilot plant was designed and manufactured to remove the dynamic characteristics of the valve-amplifiers experimentally. Control-recording equipment is selected, allowing to register the input and output signals, an error estimation of the components of the measuring complex was made and the total error of the experiment was determined.*

**Key words:** valve-amplifier, dynamic characteristics, experimental stand, control and measuring equipment, measurement errors.

**Ремень Валентин Иванович**, к.т.н., доцент кафедры «Вентиляция, тепло -и газоснабжение», Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля; г. Луганск.  
**E- mail:** remen@inbox.ru.

**Remen Valentin**, Candidate of Technical Sciences, associate Professor of Department of ventilation, heat and gas supply, Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the Luhansk National University named after Vladimir Dal, Lugansk.

**Квенцель Анатолий Леонидович**, к.т.н., доцент кафедры «Общеобразовательных дисциплин» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля, г. Луганск.  
**E- mail:** sgm2000@ukr.net

**Kventsel Anatoly Leonidovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Department of General Educational Disciplines, Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the Luhansk National University named after Vladimir Dal, Lugansk.

**E- mail:** sgm2000@ukr.net

**Рецензент: Андрийчук Н.Д.** д.т.н., проф., директор института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства.

*Статья подана 2.09.2017*

УДК 504.05

**ФОРМИРОВАНИЕ СЕКТОРА ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В ДОНБАССЕ**

Дрозд Г.Я.

**FORMATION OF THE WASTE MANAGEMENT SYSTEM IN DONBASS**

Drozd G.

*В результате обобщения европейского опыта организации и функционирования системы в сфере обращения с отходами выявлены основные недостатки отечественной системы. Предложена структурно-логическая схема для практической реализации системы – сектора обращения с отходами в Донбассе/*

**Ключевые слова:** твердые бытовые отходы, утилизация, экологическая безопасность, вторичное сырье, сектор обращения с отходами.

Ранее нами было показано, что Луганщина обладает значительным экономическим потенциалом для развития сектора обращения с отходами [ 1 ].

Сегодняшняя ситуация выглядит следующим образом: в Луганске единственное предприятие «Луганский центр утилизации отходов» осуществляет сбор и транспортирование ТБО с городской территории на полигон для их захоронения. Кроме этого предприятия имеется еще и «Втормет», ориентированный на прием и переработку различных металлических отходов и ряд мелких полуофициальных контор по приему макулатуры и стеклотары, которые из общего объема отходов изымают менее 1%. Таким образом, разные организации, работающие в сфере отходов, выполняют отдельные операции по их утилизации, разобщены, не имеют общей концепции и в целом не способны эффективно решить большую экологическую проблему на современном уровне.

Отсюда следует, что все этапы обращения с отходами должны быть объединены в единую эколого-экономически целесообразную, организационно устойчивую систему, влияющую на все этапы жизненного цикла отходов.

**Целью** данного исследования является обобщение европейского опыта в организации и функционировании такой системы в сфере обращения с отходами и перенос его на отечественную почву.

В международной практике наиболее распространенной является модель координационного центра как обособленной структуры или некоммерческой организации, обладающей эксклюзивным или частичным правом распоряжаться отходами, сформировавшимися на определенной территории. Центр заключает договоры и осуществляет расчеты с организациями, оказывающими услуги и

эксплуатирующими инфраструктуру [ 2 ].

Координационный центр наделяется полномочиями по распоряжению потоками отходов, определению исполнителей всех видов услуг и формированию тарифной политики для населения, а муниципалитет является лишь одним из заказчиков услуг (для вывоза мусора из общественных мест, уборки территорий, обслуживания бюджетной сферы). Применение такой модели возможно для Донбасса.

Модель объединяет усилия муниципалитетов для достижения целевых показателей переработки отходов и уменьшения размещения их на полигонах наиболее экономически эффективным образом. Использование оптимальной технологии переработки и эффект масштаба снижают удельные затраты на тонну перерабатываемых ТБО.

В таком подходе сочетается ряд характеристик, необходимых для реализации инновационного сценария:

- единое видение конечного результата (эффективной системы), делающее рынок отходов более предсказуемым и прозрачным для регуляторов, операторов и инвесторов;
- многообразие подходов в выборе технологий, способов переработки и утилизации и механизмов финансирования в зависимости от конкретной экологической ситуации и экономических условий;
- сохранение единого подхода к контролю факторов, непосредственно влияющих на экологическую обстановку (техническая и санитарная безопасность объектов инфраструктуры).

Таким образом, аналогично зарубежному опыту, в регионе возможно и необходимо создание в сравнительно короткие сроки специализированной отрасли – сектора по управлению и обращению с отходами: координационного центра, системы сбора, транспортировки, заготовки, переработки и утилизации отходов, с соответствующим законодательным сопровождением и финансовыми обязательствами, подчиненным принципам экологической безопасности и экономической эффективности.

Европейский опыт в сфере обращения с отходами свидетельствует, что основная цель решения проблем сборки, сортировки, транспортирования и переработки отходов заключается в получении на их основе вторичных ресурсов. Однако рынок

вторичных ресурсов в Донбассе находится на начальной стадии становления? и его развитие сдерживается рядом причин, основными из которых являются:

-слабая законодательная база, регламентирующая отношения между отдельными субъектами и государством;

- отсутствие инвестиций в создание технологий и высокотехнологичного оборудования.

Опыт зарубежья показывает, что даже развитые страны с их рыночной экономикой не смогли только с помощью рынка решить проблемы в сфере обращения с отходами без вмешательства государства [ 3 ].

Это вмешательство должно проявляться:

- в разумной политике взимания налогов на землю под свалками и полигонами;

- в системе поощрения предприятий, перерабатывающих отходы;

- в квотировании на реализацию остаточных материалов;

- в штрафных санкциях за несанкционированное хранение отходов;

- в государственной форме собственности на свалки и полигоны с направлением в бюджет всех доходов от их эксплуатации (по аналогии с западными странами).

На пути создания полноценного сектора обращения с отходами существуют следующие барьеры:

- организационно-административные;

- финансово-экономические;

- культурно-информационные.

К организационно-административным барьерам относятся нечеткое разделение ответственности между участниками рынка, плохая адаптация механизмов государственно-частного партнерства, дефицит достоверных данных об отходах, проблемы технического регулирования и экологического надзора.

Финансово-экономические барьеры обусловлены в первую очередь сложностями обеспечения устойчивого финансирования как гарантии возврата инвестиций. К таким барьерам можно отнести проблемы установления и регулирования тарифов и других платежей, связанных с отходами, а также отсутствие экономических стимулов к развитию переработки.

Культурно-информационные барьеры выражаются в недостаточном осознании значимости качественного обращения с отходами самим обществом, вследствие чего спрос населения на услуги надлежащего качества фактически отсутствует.

Реализация мер по эффективному обращению с отходами требует изменения отношения как со стороны населения, так и со стороны властей.

Необходимо сформировать принципиально иную культуру отношения к отходам и выработать новые правила и нормы поведения.

Основными документами, определяющими принципы обращения с отходами и приоритеты в данном направлении, являются законы Украины «Об отходах» и «Об охране окружающей природной среды». Все виды деятельности, связанные со сбором,

транспортировкой, хранением, получением лицензий и утилизацией ТБО, регулируются Российскими Федеральными законами, строительными и санитарными правилами и нормами.

- Федеральный закон №89 «Об отходах производства и потребления» закрепляет за муниципальной властью право решающего голоса в решении всех проблем, связанных с ТБО.

- ФЗ № 7 от 10.01.2002 года «Об охране окружающей среды» способствует тому, чтобы утилизация отходов на законодательном уровне производилась с соблюдением правил безопасности и при наличии лицензии.

- ФЗ № 96 «Об охране атмосферного воздуха» обязывает принять необходимые меры, чтобы исключить вероятность загрязнения воздуха вредными веществами.

- ФЗ № 52 и № 160, их цель – обеспечить санитарно-эпидемиологическую безопасность населения и полное соответствие всех циклов утилизации ТБО существующим санитарным нормам.

Это лишь небольшой перечень актов, которые дают представление о том, насколько пристально контролирует сбор и вывоз ТБО Закон Федерации. Существуют и другие документы, рекомендации и нормативы.

Утилизация бытовых отходов на законодательном уровне требует получение специальной лицензии для всех видов деятельности, связанных со сбором, транспортировкой, утилизацией, размещением, обработкой и обезвреживанием отходов, относящихся к 1-4 классам опасности.

Лицензия на деятельность с отходами выдается в соответствии с ФЗ №99 от 04.05.11. Все индивидуальные предприниматели и юридические лица, работающие с отходами ниже 5 класса опасности, обязаны иметь лицензию. Стать обладателем лицензии и разрешительной документации возможно при наличии: необходимого оборудования для контроля экологической обстановки в зоне деятельности предприятия, производственных площадей, соответствующих санитарным нормам, специализированного оснащения и техники, сотрудников, имеющих соответствующую квалификацию, заключения санитарной службы, учредительных документов.

Таким образом, сектор обращения с отходами может рассматриваться как сложная динамическая система, состоящая из ряда подсистем, находящихся во взаимной связи друг с другом и представляющих единое целое сбора, сортировки, транспортирования и переработки отходов для получения вторичного сырья (материала).

В этой связи сложность системы заключается в ее многоаспектности и многовариантности решений, а динамический характер – в постоянном изменении временных ресурсных и пространственных параметров. Графическая интерпретация системы [3] приведена на рис. 1.

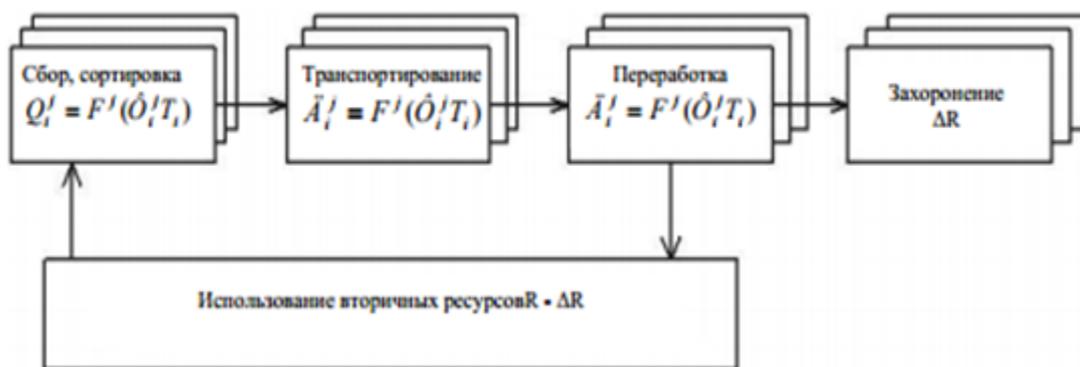


Рис.1 Структурно-логическая схема организации сектора обращения с отходами

При этом состояние каждой из подсистем может быть оценено.

Состояние подсистемы:

$$S_i^j = F^j(\Phi_i^j, T_i)$$

где  $S_i^j$  - состояние  $j$ -ой подсистемы;

$\Phi_i^j$  - влияющий  $i$ -ый фактор  $j$ -ой подсистемы;

$T_i$  - временной период  $i$ -го фактора

$I=1, n, j=1,2,3,4$ .

Кроме того, следует учитывать, что из перерабатываемых отходов  $R(T)$  некоторая их часть  $\Delta R(T)$  может быть отправлена на захоронение, т.е.

$$\Delta R(T) \geq 0.$$

В качестве основных подсистем следует принять следующие – организационно-техническая; сбора и сортировка отходов; контейнеризации, пакетирования и транспортирования; переработки отходов.

Организационно-техническая подсистема ( $O^1$ ) должна характеризоваться, прежде всего, разработанной единой номенклатурой отходов ( $E^1$ ), общими для всех участников расчетными процедурами ( $\Pi^1$ ), едиными правилами взаимоотношений ( $B^1$ ), едиными унифицированными документами ( $Y^1$ ), едиными стоимостными показателями за услуги и работы ( $\Upsilon^1$ ), т.е.

$$(O^1) = F^1(E_1^1, \Pi_2^1, B_3^1, Y_4^1, \Upsilon_5^1, T^1).$$

Подсистему сбора и сортировки отходов ( $C$ ) следует ориентировать на разработку и унификацию организационно-технологических решений сбора отходов ( $P$ ), их сортировку по номенклатуре ( $H$ ), создание складских площадей ( $\mathcal{E}$ ), решение вопросов погрузочно-разгрузочных работ ( $\Gamma$ ), выполнение требований техники безопасности и охраны труда ( $B$ ), т.е.

$$(C^2) = F^2(P_1^2, H_2^2, \mathcal{E}_3^2, \Gamma_4^2, B_5^2, T^2).$$

В подсистеме контейнеризации, пакетирования и транспортирования отходов ( $D$ ) следует предусмотреть решение задач по разработке типажа

и унификации специализированных контейнеров ( $K$ ), решений по пакетированию ( $I$ ) и саморазгружающимся платформам ( $3$ ), составлению схем доставки отходов ( $X$ ), технологических карт на транспортирование отходов ( $L$ ), т.е.

$$D^3 = F^3(K_1^3, I_2^3, 3_3^3, X_4^3, L_5^3, T^3).$$

В подсистему переработки отходов ( $A$ ) необходимо включать в число первоочередных следующие задачи: выбор метода переработки ( $M$ ) и рациональной технологической схемы ( $\Upsilon$ ), комплектация технологического регламента ( $\mathcal{I}$ ), развитие и поиск более совершенных технологических процессов ( $\mathcal{I}$ ), т.е.

$$A^4 = F^4(M_1^4, \Upsilon_2^4, \mathcal{I}_3^4, \mathcal{I}_4^4, \mathcal{I}_5^4, T^4).$$

Таким образом, система сбора, сортировки, транспортирования и переработки отходов может быть описана следующим уравнением связи:

$$S = F \left\{ \begin{array}{l} (E_1^1, \Pi_2^1, B_3^1, Y_4^1, \Upsilon_5^1, T^1) \\ (P_1^2, H_2^2, \mathcal{E}_3^2, \Gamma_4^2, B_5^2, T^2) \\ (K_1^3, I_2^3, 3_3^3, X_4^3, L_5^3, T^3) \\ (M_1^4, \Upsilon_2^4, \mathcal{I}_3^4, \mathcal{I}_4^4, \mathcal{I}_5^4, T^4) \end{array} \right\}$$

Основные финансовые затраты на формирование системы будут включать затраты на создание и функционирование каждой из подсистем – организационно-технической ( $\Theta_1$ ); сбора и сортировки отходов ( $\Theta_2$ ); контейнеризации, пакетирования и транспортирования ( $\Theta_3$ ); переработки отходов ( $\Theta_4$ ), т.е.

$$\theta = \theta_1 + \theta_2 + \theta_3 + \theta_4.$$

Экономический эффект образуется за счет:

- экономии сырьевых ресурсов в результате использования вторичного сырья  $\Delta\mathcal{E}_1$ ;

- уменьшения затрат на экологических мероприятия ввиду сокращения полигонов захоронения отходов  $\Delta\mathcal{E}_2$ ;

- высвобождения земель для промышленных и сельскохозяйственных нужд  $\Delta\mathcal{E}_3$ .

Таким образом, экономический эффект  $\Delta\mathcal{E}$  составит:

$$\Delta\mathcal{E} = \Delta\mathcal{E}_1 + \Delta\mathcal{E}_2 + \Delta\mathcal{E}_3.$$

Ограниченность возможностей государственного финансирования определяет ориентацию лишь на наиболее рентабельные проекты при быстрой окупаемости затрат. Составляющей мероприятий должно стать развитие внутреннего рынка вторичного сырья, содействие малому предпринимательству в этой сфере. Данная концепция по утилизации и переработке отходов предполагает 10-летнюю стратегию развития утилизации и переработки отходов с реализацией в два этапа.

На первом этапе необходимо создать благоприятные условия производителям, потребителям и инвесторам для стимулирования их эффективного участия в решении поставленной проблемы в новых условиях хозяйствования, подготовить нормативно-правовую и техническую базу, реализовать ряд крупных проектов, выступающих примерами современного подхода к решению проблемы переработки, утилизации и обезвреживания ТБО.

На втором этапе необходимо обеспечить рост объемов использования ТБО как вторичного сырья, сокращение объемов их образования и отрицательного влияния на окружающую среду, разработку и широкое внедрение малоотходных технологий, переход к замкнутым циклам использования материальных и энергетических ресурсов, дальнейшее развитие и совершенствование системы управления отходами.

В рамках концепции необходимо предусмотреть усиление нормативно-правового регулирования и экономического поощрения деятельности предприятий и организаций любых форм собственности по утилизации отходов, концентрации на этих направлениях финансовых и материальных ресурсов [4].

Экономическое обеспечение должно предусматривать внедрение механизмов льготного налогообложения и кредитования субъектов предпринимательской деятельности в области обращения с отходами.

**Вывод.** В Донбассе возможно и необходимо создание сектора обращения с отходами. С учетом зарубежного опыта его полноценное формирование и устойчивая работа может быть организована примерно

в 10 летний срок путем решения организационно-административных, финансово-экономических и культурно-информационных задач.

### Литература

1. Дрозд Г.Я. Развитие сектора обращения с твердыми бытовыми отходами на Луганщине – настоятельная необходимость / Сборник научных трудов Донбасского государственного технического университета. Вып.(48),2017, с. 16-28.

2. ТБО в Украине: потенциал развития / Отчет IFG в Украине. Киев, 2014. –103 стр.

3. Олейник С.П. Единая система переработки строительных отходов. –Москва: СвР - Аргус, 2006. –300 стр.

4. Касимов А.М., Семенов В.Т. и др. Современные проблемы и решения в системе управления опасными отходами. – Харьков: ХНАГХ, 2008. –511 стр.

### References

1. Drozd G.Ya. Razvitie sektora obrascheniya s tverdymi bytovymi othodami naluganschine - nastoyatel'naya neobhodimost' / Sbornik nauchnyh trudov Donbasskogogosudarstvennogo tehniceskogo universiteta. Vyp.(48),2017, s.16-28.

2. TBO v Ukraine: potencial razvitiya /Otchet IFG v Ukraine. Kiev, 2014. -103 str.

3. Olejnik S.P. Edinaya sistema pererabotki stroitel'nyh othodov. -Moskva: SvR - Argus, 2006. -300 str.

4.Kasimov A.M., Semenov V.T. i dr. Sovremennye problemy i resheniya v sisteme upravleniya opasnymi othodami. - Har'kov: HNAGH, 2008. -511 str.

### Drozd Gennady Yakovlevich FORMATION OF THE WASTE MANAGEMENT SYSTEM IN DONBASS

*As a result of the generalization of the European experience in the organization and functioning of the system in the field of waste management, the main shortcomings of the domestic system have been identified. A structural and logical scheme for the practical implementation of the waste management sector in Donbass*

**Keywords:** solid household waste, utilization, environmental safety, secondary raw materials, waste management sector.

**Дрозд Геннадий Яковлевич** – д.т.н., профессор кафедры «Городское и промышленное строительство» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля; г. Луганск.

**E-mail:** drozd.g@mail.ru

**Drozd Gennadiy Jacob** – d.t.s., professor of department «City and industrial building» of Institute of building, architecture and housing of communal economy of the Lugansk national university of the name of Vladimir Dalya; Lugansk.

**E-mail:** drozd.g@mail.ru

**Рецензент: Андрийчук Н.Д.** д.т.н., проф., директор института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства.

Статья подана 26.08.2017

УДК 574 – 628.1

## ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДОЕМЫ ДОНБАССА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ

Дрозд Г.Я., Хвортова М.Ю.

## ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF MILITARY ACTIONS ON SURFACE WATER OF DONBAS

Drozd G.Ya., Khvortova M.Yu.

*Приведены данные о качестве водных объектов востока Украины, подвергшихся боевым действиям. Выполнено сравнение качества воды водоемов с использованием индекса загрязнения воды, и обоснованы трансграничные и региональные экологические риски.*

**Ключевые слова:** индексы загрязнения воды, мониторинг, экоцид, вода, водоем, война.

При ведении боевых действий забота о природной среде стоит на последнем месте, несмотря на долгосрочные негативные последствия для всех ее составляющих и населения. Военные конфликты приводят к целому ряду опасных воздействий на почву и ландшафты, растительность, поверхностные и подземные воды. Последствия боевых действий значительно увеличивают риски возникновения аварийных ситуаций на промышленных предприятиях и инфраструктурных объектах.

Оценка влияния боевых действий и изучение их последствий – проблема довольно непростая, учитывая их косвенное воздействие практически на все компоненты природной среды. Эта проблема существенно усложняется для крупных густонаселенных регионов, имеющих развитую промышленную и транспортную инфраструктуру.

Особенно сложной является оценка экологических рисков на территории Донбасса, где уже более двух лет не утихают боевые действия. Здесь за годы интенсивного использования природных ресурсов накопилось такое количество экологических проблем, что любая дополнительная техногенная нагрузка может привести к экологической катастрофе.

С подписанием Минских соглашений появилась надежда на мирное урегулирование конфликта на востоке Украины, однако обстановка на линии соприкосновения накаляется с каждым днем. Природная среда и население оказались заложниками этой ситуации: и в случае полномасштабного возобновления боевых действий,

и в случае замораживания конфликта негативные экологические воздействия будут только усиливаться.

Ранее нами был дан прогноз экологических рисков для России вследствие переноса на ее территорию загрязнений, обусловленных военными действиями, рекой Северский Донец [1, 2].

С целью проверки обоснованности высказанных опасений нами проведено исследование качества отдельных водных объектов Донбасса в характерных зонах (рис. 1): в зоне слабо активных боевых действий (0-50 обстрелов/сутки), в районе реки **Северский Донец**; в зоне активных боевых действий (50-700 обстрелов/сутки), в прифронтовых районах – реки **Кальмиус** и **Кальчик**, и в зоне водохранилищ у **города Счастье**, за линией разграничения сторон.

Оценку качественного состояния вод поверхностных водных объектов проводили по методике определения индекса загрязненности вод (ИЗВ), основанной на анализе кратности превышения предельно допустимых концентраций отдельных ингредиентов, согласно нормативам для водных объектов рыбохозяйственного назначения.

ИЗВ рассчитывали по шести показателям, 2 из которых обязательные – БПК<sub>5</sub> и растворенный кислород, другими показателями были 4 ингредиента из общего перечня, по которым кратность превышения ПДК была наибольшей (в нашем случае: Медь, Хром 6+, Марганец 2+, Сульфаты и Железо общее).

Отнесение качества воды к конкретному классу осуществляли на основе специальных критериев интервального типа для значений ИЗВ.

Из 7 классов качества воды: 1 – очень чистая (ИЗВ от 0 до 0,3); 2 – чистая (ИЗВ от 0,3 до 1,0); 3 – умеренно-загрязненная (ИЗВ от 1,0 до 2,5); 4 – загрязненная (ИЗВ от 2,5 до 4,0); 5 – грязная (ИЗВ от 4,0 до 6,0); 6 – очень грязная (ИЗВ от 6,0 до 10,0); 7 – чрезвычайно-грязная (ИЗВ больше 10,0).



Рис.1. Карта-схема

В связи с определенной опасностью и со сложностью обстановки в работе использованы данные собственных исследований, а также материалы мониторинга Северско-Донецкого бассейнового управления водных ресурсов и Министерства природы и экологической безопасности ЛНР [3, 4].

**Результаты и обсуждение. I зона.** Река Северский Донец (протяженность – 1053 км, расход воды в среднем течении –  $200 \text{ м}^3/\text{с}$ ) берет свое начало в Белгородской области РФ, пересекает Украину по территориям Харьковской, Донецкой и Луганской областей и впадает в Дон на территории РФ (рис. 2).



Рис.2. Река Северский Донец в районе пгт Станица Луганская (ЛНР)

Диаграмма качества воды вдоль водотока реки (рис. 3) отражает данные гидрохимических показателей качества воды, взятые в 19 створах (10 – в Харьковской обл., 4 – в Донецкой и 5 в Луганской).

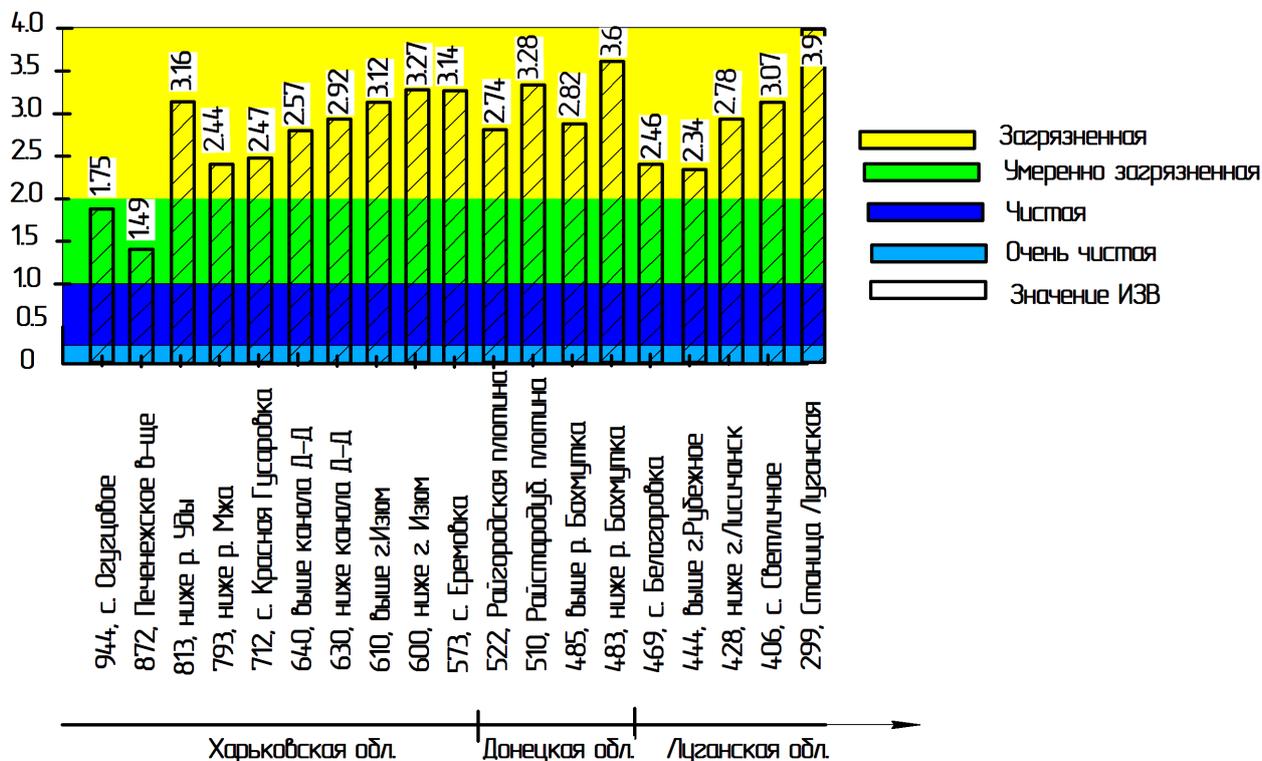


Рис. 3. Комплексная оценка качества воды вдоль водотока реки Северский Донец на основе индекса загрязнения воды

Анализируя диаграмму, отметим, что со стоком реки Северский Донец с территории РФ (Белгородская область) поступают основные показатели (медь – 2,92 ПДК, хром 6+ – 2 ПДК, марганец – 1,96 ПДК, железо общее – 1,48 ПДК, БПК<sub>5</sub> – 1,27 ПДК), которые на границе Белгородская – Харьковская область формируют 3 класс качества воды – «умеренно-загрязненная».

В пределах территории Украины и в замыкающем створе пос. Станица Луганская класс качества воды изменяется до 4 – «загрязненная». Основными показателями, которые формируют этот класс качества, являются: хром 6+ – 5,67 ПДК, сульфаты – 4,11 ПДК, марганец – 3,4 ПДК, медь – 2,1 ПДК, БПК<sub>5</sub> – 1,87 ПДК.

Казалось бы, что изменение класса качества воды Северского Донца на территории Украины можно связать с военными действиями, но стоит обратить внимание на то, что военные действия ведутся не во всех трех рассмотренных областях, а класс качества воды в реке в пределах их территорий – «загрязненная». Анализ гидрохимического состояния реки Северский Донец свидетельствует о том, что нынешнее качество воды (2016 г.) остается удовлетворительным, на уровне 2013- 2014 годов с незначительным колебанием среднегодовых показателей. Концентрация тяжелых металлов в воде, как и в предыдущие годы, колеблется в пределах, не превышающих нормативов СанПиН № 4630-88. Средняя жесткость воды – 9,2 ммоль/дм<sup>3</sup>. Кислородный режим – удовлетворительный. Класс

качества воды остался без изменений – 4, «загрязненная», и обусловлен фоновыми показателями и производственно-хозяйственной деятельностью. Существенных нарушений, вызванных техногенным загрязнением воды, и нарушений санитарно-экологического состояния реки не выявлено.

**II зона.** Выбранная нами зона с активными боевыми действиями находится на южном (Мариупольском направлении). К этой территории приурочены бассейны двух рек - Кальмиус и Кальчик (Рис. 1). Характеристика водотоков: р. Кальмиус – протяженность 209 км, расход воды в среднем течении – 8,25 м<sup>3</sup>/с, впадает в Азовское море; р. Кальчик – приток Кальмиуса, имеет протяженность 85км, расход воды в среднем течении около 4 м<sup>3</sup>/с.

В устье реки Кальмиус основные показатели (марганец – 12,1 ПДК, сульфаты – 10,18 ПДК, нитриты – 7,12 ПДК, медь – 7,0 ПДК, БПК<sub>5</sub> – 1,84 ПДК) формируют 6 класс качества «очень грязная». Кислородный режим в реке – удовлетворительный.

Вода реки Кальчик соответствует также 6 классу качества «очень грязная». Основные показатели, которые формируют этот класс качества: марганец – 11,1 ПДК, сульфаты – 12,48 ПДК, нитриты – 12,5 ПДК, медь – 6,0 ПДК, БПК<sub>5</sub> – 1,74 ПДК).

Находясь в зоне обстрелов из тяжелых орудий, прибрежная растительность рек находится в угнетенном состоянии (рис. 3), а повышенное загрязнение воды связано как с механической эрозией почв вследствие взрывов и оседания пыли, так и с малым расходом воды в реках.



Рис. 3. Участки реки Кальмиус в зоне активных боевых действий

Специалистами организации «Экология-право-человек» были проведены исследования почв во время выездов в зону боевых действий. Результаты исследований свидетельствуют о значительном содержании тяжелых металлов на месте разрывов снарядов. Так, концентрация титана в пробе почвы на месте разрыва снарядов в 150 раз превышает фоновые показатели. Есть превышение по сульфатам в 2,5-3 раза, также по ванадию, свинцу, кадмию и проч. [5].

Эти данные объясняют повышенное содержание этих загрязнений в данных водных объектах, находящихся в зоне интенсивного артиллерийского воздействия.

**III зона.** Район города Счастье, подконтрольный Украине, где расположена Луганская ТЭС (рис. 1). В технологической схеме тепловой электростанции предусмотрены пруды-охладители с площадью водного зеркала около 5 км<sup>2</sup>. Эксплуатацию такого важного стратегического объекта, как ТЭС, взяла на

себя военно-политическая администрация Украины. В результате такой эксплуатации как сама ТЭС, так и ее инфраструктура подвергаются деградации, сопровождающейся опустыниванием местности [6]. На рис. 4-6 приведены данные спутниковых карт

района города Счастье за 2015 и 2016 годы, которые иллюстрируют процесс исчезновения водоемов в результате боевых действий, халатной или непрофессиональной эксплуатации энергетического объекта.



Рис. 4. Расположение и размеры водохранилищ на карте Луганской области



Рис. 5. Исчезновение 3 –го водохранилища (спутниковое фото, лето 2015 г)



Рис. 6. Деградация системы водохранилищ (спутниковое фото, осень 2016 г)

В довоенное время пруды арендовались предприятием «Рыбхоз» и были любимым местом отдыха и рыбалки луганчан. Только на 3-ем водохранилище в отдельные дни рыбачило до 500

человек. В настоящее время это водохранилище исчезло и происходит обмеление двух оставшихся (рис. 7-9).



Рис. 7. Раннее утро на 3-ем водохранилище в довоенное время



Рис. 8. Вид на 3-е водохранилище, сентябрь 2016 г.



Рис. 9. Современное состояние водохранилища

Качественные характеристики воды водохранилища приведены в табл. 1

Данные табл. 1 свидетельствуют о превышении предельно допустимой концентрации для водоемов рыбохозяйственного использования (ПДК<sub>р.х.</sub>):

перманганатной окисляемости в 21 раз, химической потребности в кислороде (ХПК) в 22 раза, сульфатов в 11 раз, хлоридов в 1,5 раза, жесткости в 4,5 раза, т.е. вода по своему химическому составу соответствует промышленному стоку.

Таблица 1

Химический анализ воды водохранилища (2016 г.) в сравнении с ПДК<sub>р.х.</sub>

Показатели, мг/дм <sup>3</sup>	Водохранилище №2	ПДК <sub>р.х.</sub>
Аммиак	3,9	2,0
Нитриты	0,005	0,08
Нитраты	0,01	40,0
Железо	0,05	0,1
Хлориды	441	300
Сульфаты	1089	100
Жесткость, ед.	30,6	7
ХПК	320	15
Перманганатная окисляемость	150	7
pH ,ед.	6,8	6,5-8,5

Качество воды угнетающе действует на животный и растительный мир водоема. Большинство видов рыб гибнет (рис. 10). На обмеление и исчезновение водохранилищ чутко реагирует прибрежная растительность – идет

процесс засыхания деревьев и кустарников. Деградация и гибель водоемов ведет к опустыниванию местности: исчезли сопутствующие экосистеме земноводные, пернатые, сократили свою популяцию летучие мыши.



Рис. 10. Летний замор рыбы

Представляют интерес и водоемы, расположенные в так называемой серой зоне, своеобразной нейтральной территории, где некогда велись боевые действия. К таким относится озеро «Большое» (с размерами примерно 1000x50 м и глубиной около 1 м) и озеро «Малое» (размер 500x30 м, глубиной около 1м). Боевые действия привели к полному пересыханию водоемов (рис. 11).

Донбасс является маловодным регионом. Поэтому правительство ЛНР уделяет пристальное

внимание своим водным ресурсам. Летом 2016 года Министерством экологии и природных ресурсов ЛНР проведена инвентаризация и впервые! за последние 25 лет проведена паспортизация водоемов. На территории республики расположено 349 водоемов с качеством воды 3 – «умеренно загрязненная», из них – 22 водохранилища, остальные – пруды. Проведены работы по разминированию, расчистке и благоустройству водоемов. Часть из них зарыблена мальком.



Рис.11. Пересохшие озера

**Выводы.** 1. Экологические риски для территории РФ вследствие трансграничного переноса рекой Северский Донец загрязнений, вызванных боевыми действиями на Донбассе, на данный момент минимальны вследствие сравнительно невысокой интенсивности обстрелов (0-50 обстрелов в сутки) в прибрежных районах и значительного расхода воды в водотоке. Однако величина риска может возрасти с увеличением интенсивности боевых действий.

2. Экологический риск боевых действий на региональном уровне весьма высок на территориях с интенсивными боевыми действиями (50-700 обстрелов/сутки), имеющими водотоки с незначительным расходом воды.

3. Состояние водоемов Донбасса можно оценить как критическое в зоне недоступности или боевых действий и как удовлетворительное в зоне нормальной хозяйственной деятельности, с перспективой улучшения их качества по предназначению водоема.

### Литература

1. Дрозд Г.Я., Хвортова М.Ю. Экоцид – неизбежный результат военных конфликтов / «Безопасность жизнедеятельности», №4, 2015, – с. 36-43; Москва.

2. Дрозд Г.Я., Салуквадзе И.Н., Хвортова М.Ю. Экоцид как результат геноцида киевской военной хунты против Донбасса/ Экологический Вестник России, №9, 2016, стр. 30-42.

3. Электронный ресурс: <http://www.sdbuvr.slav.dn.ua>

1. Электронный ресурс: <http://miaistok.su/v-lnr-proverili-kachestvo-vody-v-reke-severskij-donets/>

2. Электронный ресурс: <http://www.unian.net/war/1036351-iz-za-boevyih-deystviy-17-lesov-i-24-stepey-v-zone-ato-postradali-ot-pojarov-ekologi.html>

3. Электронный ресурс: [http://rusnext.ru/recent\\_opinions/1472592403](http://rusnext.ru/recent_opinions/1472592403)

### References

1. Drozd G.Ya., Hvortova M.Yu `Ekocid - neizbezhnyj rezul'tat voennyh konfliktov / «Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti», №4, 2015, S. 36-43; Moskva

2. Drozd G.Ya., Salukvadze I.N., Hvortova M.Yu `Ekocid kak rezul'tat genocida kievskoj voennoj hunty protiv Donbassa/ `Ekologicheskij Vestnik Rossii, №9, 2016, str.30-42.

3. `Elektronnyj resurs: <http://www.sdbuvr.slav.dn.ua>

4. `Elektronnyj resurs: <http://miaistok.su/v-lnr-proverili-kachestvo-vody-v-reke-severskij-donets/>

5. `Elektronnyj resurs:

<http://www.unian.net/war/1036351-iz-za-boevyih-deystviy-17-lesov-i-24-stepey-v-zone-ato-postradali-ot-pojarov-ekologi.html>

6. `Elektronnyj resurs:

[http://rusnext.ru/recent\\_opinions/1472592403](http://rusnext.ru/recent_opinions/1472592403)

**Drozd G. Y., Khvortova M. Y.**

### ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF MILITARY ACTIONS ON SURFACE WATER OF DONBAS

*The data on the quality of water bodies in the east of Ukraine, which were subjected to military operations, are given. The water quality of water reservoirs was compared using the water pollution index and cross-border and regional environmental risks were justified.*

**Keywords:** water pollution index, monitoring, ecocide, water, reservoir, war

**Дрозд Геннадий Яковлевич**, д.т.н., профессор кафедры «Городское и промышленное строительство» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля; г. Луганск.  
**E-mail:** drozd.g @ mail.ru

**Drozd Gennadiy Jacob**, d.t.s., professor of department «City and industrial building» of Institute of building, architecture and housing of communal economy of the Lugansk national university of the name of Vladimir Dalya; Lugansk.  
**E-mail:** drozd.g @ mail.ru

**Хвортова Марина Юрьевна**, к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Городское и промышленное строительство» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля; г. Луганск.  
**E-mail:** drozd.g @ mail.ru

---

**Khvortova Marina Yurievna** Ph.D., Associate Professor, Head. Department of Urban and Industrial Construction of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the Luhansk National University named after Vladimir Dal; Lugansk.  
**E-mail:** drozd.g @ mail.ru

**Рецензент:** *Андрійчук Н.Д.* д.т.н., проф., директор института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства.

*Статья подана 20.08.2017*

УДК 691+69.059.643

## ПЕРЕРАБОТКА И УТИЛИЗАЦИЯ РАЗРУШЕННЫХ ВОЙНОЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В ДОНБАССЕ

Дрозд Г.Я., Хвортова М.Ю.

## PROCESSING AND DISPOSAL OF DESTROYED WAR CONSTRUCTION OBJECTS IN DONBAS

Drozdz G.Ya., Khvortova M.Yu.

*Рассматривается проблема переработки и утилизации строительных отходов, источником образования которых явились военные действия на Донбассе. Приведена структура и оценка объемов отходов при сносе разрушенных и ремонте поврежденных зданий. Обосновывается концепция переработки строительных отходов во вторичные ресурсы с последующим их использованием в строительной и дорожно-строительных отраслях при восстановлении Донбасса.*

**Ключевые слова:** *строительные отходы, утилизация, переработка, вторичные материалы, снос и ремонт зданий.*

**Постановка проблемы.** Трехлетняя война на Донбассе привела к колоссальным разрушениям и потерям жилого фонда и инфраструктуры. Так, на 1 мая 2017 г. от военных действий в Донбассе пострадало: в ДНР более 24700 частных и 4750 многоквартирных домов, в ЛНР – более 17000 домов (только в Станично- Луганском районе повреждено около 3700 домов, из которых 300 (8%) не подлежат восстановлению) [1, 2].

Кроме того, в Донбассе повреждено или разрушено 217 объектов образования, 45 – здравоохранения, 51 – культурного и спортивного назначения, 81 административное здание, 14 крупных объектов торговли и 132 промышленных объекта.

Подверглись разрушениям 962 км автомобильных дорог общего пользования (250,5 км – в Донецкой области и 711,5 км – в Луганской области) и 24 моста и путепроводы длиной более 2394 погонных метра.

В результате боевых действий полностью разрушена инфраструктура “Международного аэропорта Донецк им. С. Прокофьева” и «Международного аэропорта Луганск». По информации Минэнергоугля (Киев), в результате боевых действий нанесены повреждения объектам инфраструктуры (здания, коммуникации) всех ТЭС

Донбасской энергосистемы.

Из 93 шахт региона, подчиненных Минэнергоуглю, 24 работают в нормальном режиме, 58 – в режиме жизнеобеспечения (вентиляция и водоотведение), 11 – полностью обесточены.

Убытки, связанные с боевыми действиями на Донбассе, на данный момент точно оценить невозможно (по оценке ООН – ориентировочно 50 млрд долларов) (рис. 1).





Рис. 1. Основные виды разрушений в Донбассе

Кроме непосредственно поврежденных строительных объектов территория Донбасса захламлена остатками фортификационных сооружений и блокпостов (рис. 2).



Рис.2. Блокпосты, блиндажи и их остатки

Понятно, что все поврежденные и разрушенные объекты будут восстанавливаться или демонтироваться. Однако возникает закономерный вопрос – куда деть строительный мусор и бой материалов, а также отходы от сноса? Объем отходов приблизительно оценим следующим образом: поврежденный жилой фонд составляет (см. выше):  $24700+4754+17000 = 46450$  зданий. Приняв, что 8% объектов не подлежат восстановлению и будут снесены, получим  $46450 \times 0,08 = 3720$  зданий. Принимая минимальную массу сносимых зданий 100 т, получим 372 тыс. т. Просто ремонт поврежденных зданий сопровождается образованием минимум 5 т отходов. Это составит примерно  $42730 \times 5 = 214$  тыс.т отходов.

Разрушенные промышленные предприятия, поврежденные железобетонные мостовые конструкции десятков мостов, сотни блокпостов и фортификационных сооружений по массе отходов составят не менее полумиллиона тонн. Таким образом, суммарная масса отходов, бывших когда-то

строительными объектами, разрушенных боевыми действиями, составит порядка 1 млн.т (рис. 3) и может быть по источнику образования условно разделена на три группы: **I - отходы от сноса, II - отходы от ремонта, III – отходы от разборки конструкций и сооружений.**

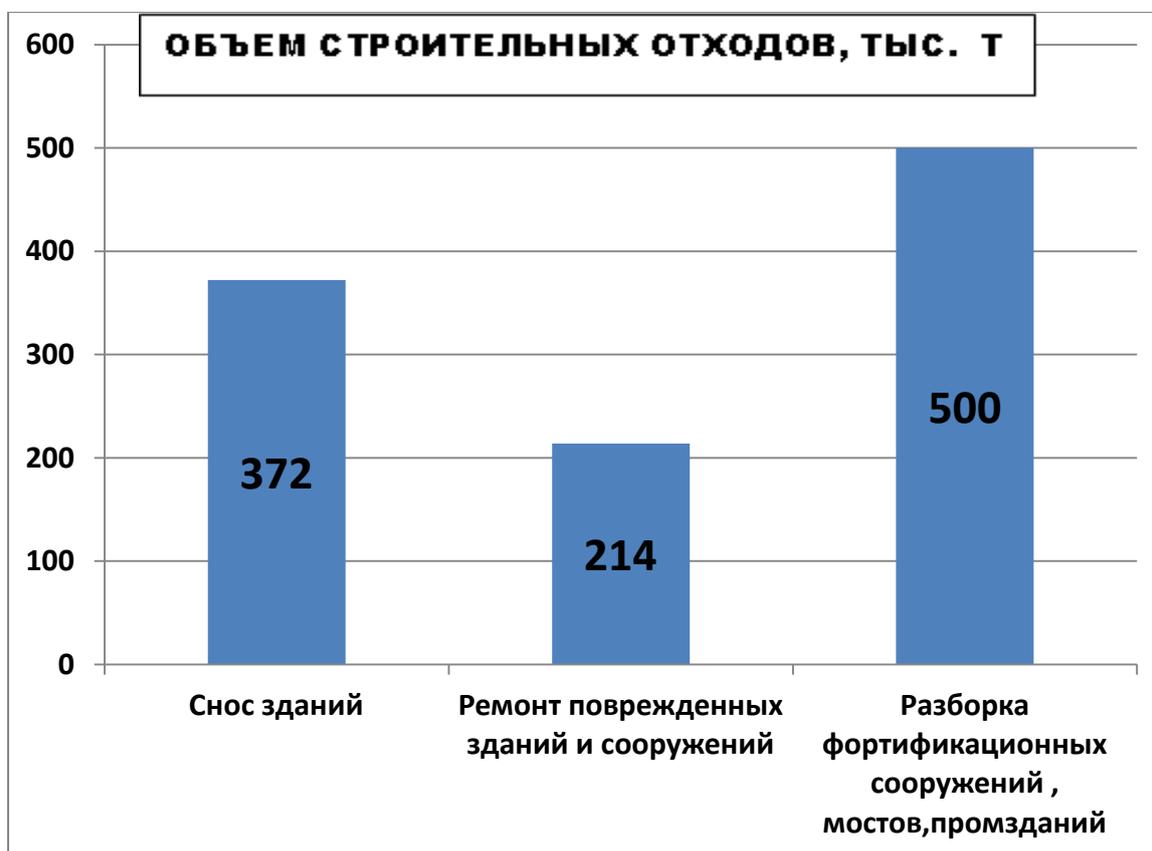


Рис. 3. Объемы привнесенных войной разрушений в Донбассе

Приведенные ориентировочные данные по объему отходов в Донбассе, привнесенных войной, характеризует актуальность и масштабность проблемы обращения с ними.

**Цель работы** – обосновать необходимость переработки строительных отходов от разрушенных объектов для получения вторичных материалов для последующего их использования в строительной сфере.

В мирное время строительные отходы на Украине, как правило, подлежали захоронению. Однако такое значительное образование разрушений и отходов в регионе в последнее время и дефицит свободных земель под их захоронение выдвигают необходимость изыскивать другие способы их утилизации. За рубежом с 50-х годов прошлого века разработаны специальные законы, эффективные технологии и механизмы, создана мощная сеть специальных предприятий по переработке строительных отходов, что позволило к настоящему времени в мировом масштабе переработать их более 100 млрд м<sup>3</sup> (200 млрд т).

В Российской Федерации наиболее обстоятельно проблемой переработки строительных отходов занимается строительный комплекс Москвы на протяжении примерно 20 лет. Накопленный им опыт свидетельствует, что использование отходов вторичных ресурсов дает высокий экономический эффект. Сырье из отходов в 2-3 раза дешевле, чем сырье, специально изготавливаемое. Образующиеся строительные отходы состоят из лома железобетона и кирпича, отходов утеплителей, асбошифера, древесины, металла, гипсолита, полимерных материалов, битума, кровельных материалов, асфальта и т.п. Около 80% отходов составляет тяжелый и легкий железобетон (примерное соотношение 4:1), которые после специальной переработки (дробления, сортировки, фракционирования) используются в дорожном строительстве, монолитном домостроении и при изготовлении неотчетственных железобетонных конструкций. Усредненная структура строительных отходов от сноса жилых зданий приведена на рис. 4 (по данным [3]).

Структура и объем отходов от ремонта поврежденных зданий в Донбассе по нашим натурным наблюдениям может быть представлена в виде диаграммы, представленной на рис. 5.

Обобщая приведенные сведения по отходам I и II групп (суммарно 586 тыс. т), оценим количество составляющих компонентов и возможность их дальнейшего использования. На рис. 6 приведена структура отходов при сносе и ремонте зданий.

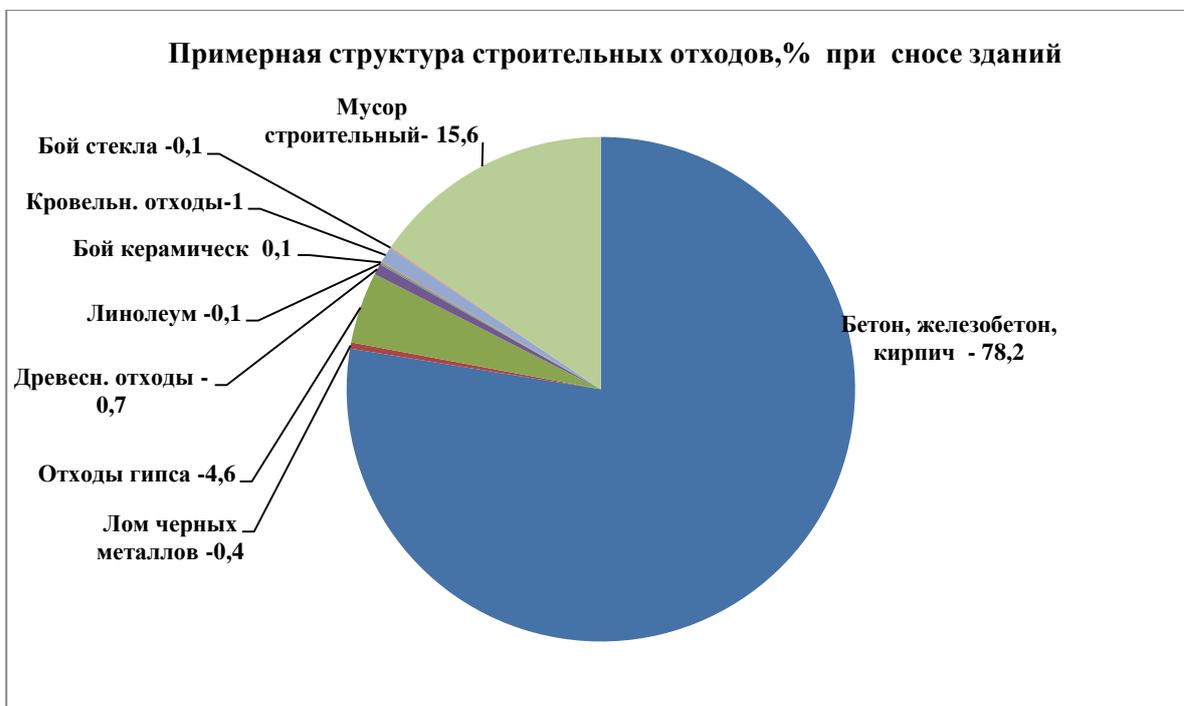


Рис. 4. Усредненная структура строительных отходов от сноса жилых зданий

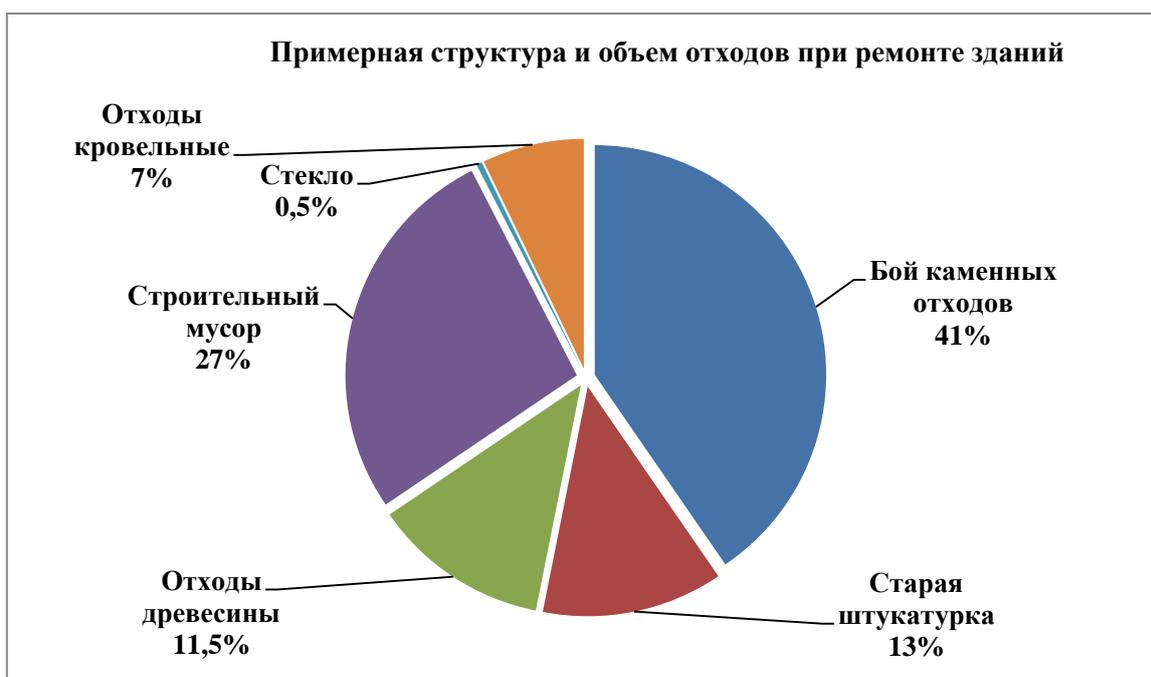


Рис. 5. Отходы при ремонте поврежденных зданий

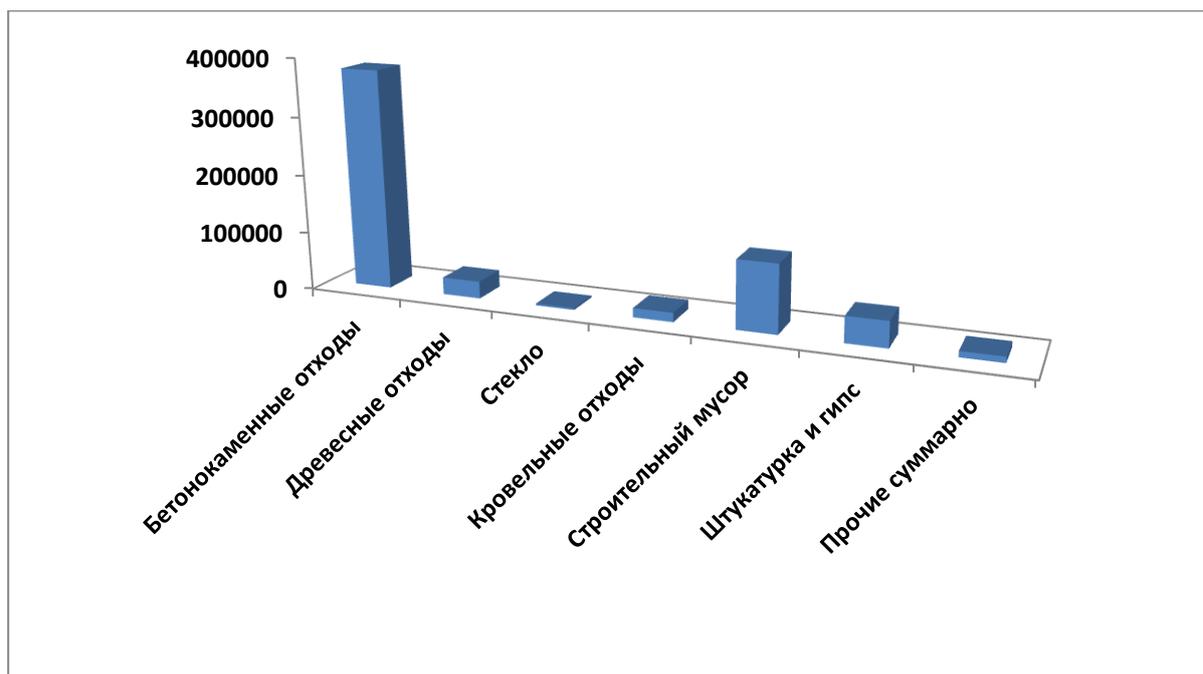


Рис. 6. Структура и суммарные объемы отходов, т, от сноса и ремонта зданий

Анализируя рис. 6, делаем предварительные выводы:

- строительный мусор, отходы штукатурки и гипса (около 200 тыс. т) как инертные материалы могут быть вывезены на захоронение;

- стеклобой (около 3 тыс. т) отправить на переработку на стекольный завод,

- древесные отходы (около 10 тыс. т) использовать как топливо или сырье для производства древесно-стружечных строительных материалов;

- кровельные материалы в зависимости от их вида (порядка 16 тыс. т) отправлять на соответствующую переработку (вторичный битум, асбестовую крошку и т.п.);

- прочие отходы (порядка 10 тыс. т) подвергать глубокой сортировке на фаянс, керамику, полимеры, утеплители, металл и т.д. и переработать по специальным технологиям.

Наибольшая по объему фракция каменных материалов (бетон, железобетон, кирпич, природный камень) в соответствии с мировым опытом должна быть переработана во вторичный заполнитель различных фракций для бетонных изделий или фракционный материал для дорожного строительства.

**III группа отходов от разборки конструкций и сооружений** составляет примерно 500 тыс. т. Часть неповрежденных конструкций может быть использована по своему функциональному назначению, строительный мусор вывезен на свалку, а крупные обломки и поврежденные конструкции (ориентировочно 250 тыс. т) подлежат переработке во вторичный заполнитель по примеру каменных отходов от сноса и ремонта зданий.

Приведенные выше рассуждения предполагают при обращении со строительными отходами осуществлять их предварительную сортировку и принимать решение по их дальнейшему применению.

В мировой практике существует три основные схемы организации производства по переработке строительных отходов:

- 1 схема – установка технологического оборудования на месте сноса сооружения, сортировка отходов на месте и их вывоз, а также получение заполнителя с последующим его транспортированием на бетонный завод или объект;

- 2 схема – сортировка отходов и их вывоз, организация производства по переработке бетонного лома, получению щебня и приготовлению бетонной смеси на месте разборки сооружения;

- 3 схема – транспортирование бетонного лома на завод по производству щебня.

Учитывая отсутствие в настоящее время в Донбассе соответствующего технологического оборудования, необходимого опыта и нормативной базы для сферы отходов, на данном этапе все строительные отходы предлагается складировать на специальном полигоне. После решения всех организационных вопросов и создания соответствующей технической базы твердокаменные строительные отходы будут переработаны и вовлечены в строительный оборот в виде вторичного заполнителя для бетонных изделий или как подстилающее щебеночное основание под дороги.

Полигон строительных отходов и производство по их переработке размещаются, как правило, в промышленной зоне. Стационарное производство

включает в себя первичное оборудование: приемные бункера, транспортеры, пункты предварительной сортировки отходов, дробилки, магнитный сепаратор, грохот и оборудование вторичного дробления для получения необходимых фракций щебня и песка. На рис. 7 представлена типовая щековая дробилка и получаемый щебень фракции 20-40 мм.

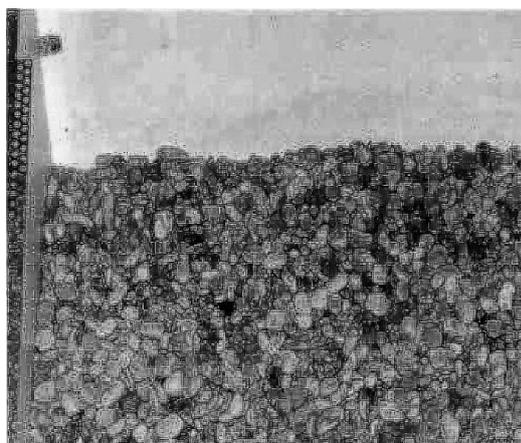
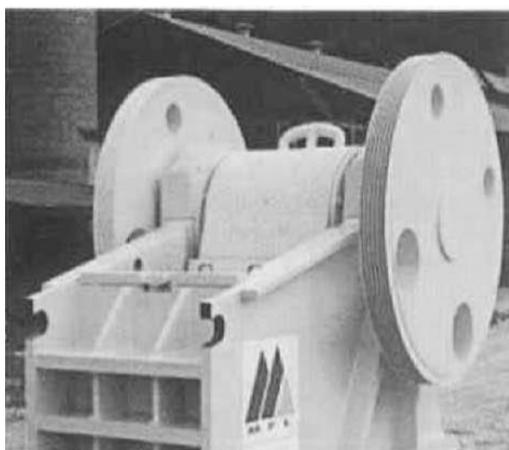


Рис.7. Щековая дробилка и получаемый на ней продукт – вторичный щебень фракции 20-40 мм

Оптовая цена щебня в Украине из природного сырья составляет 102-260 гривен [4], вторичный щебень из строительных отходов имеет ориентировочную цену вдвое меньше – 100-250 руб/т. Вторичный щебень используется для приготовления монолитных бетонных конструкций и неотчетственных железобетонных изделий. Приготовление бетонов на вторичных заполнителях включает ряд особенностей по сравнению с бетонами на природных заполнителях: увеличение расхода воды на 12-16%, снижение прочности бетона до 30%, потерю подвижности смеси на 3-4 см, что необходимо учитывать при подборе и изготовлении бетонной смеси.

Вторичный щебень может быть использован при подготовке оснований под дорожное полотно и тротуары (рис. 8).



Рис. 8. Подстилающее основание из вторичного щебня и разрез дорожной одежды автомобильной дороги

Полученный вторичный щебень в объеме 650 тыс. т позволит покрыть все потребности в заполнителях при восстановлении строительных объектов Донбасса и ремонте его дорожной сети. При этом бюджет региона будет сэкономлен примерно на 130 млн рублей с заметным улучшением экологической ситуации за счет вовлечения строительных отходов в хозяйственный оборот.

**Выводы.** 1. Объем отходов в Донбассе от разрушенных боевыми действиями строительных объектов превышает 1 млн. т.

2. По источникам образования строительные отходы можно разделить на три группы: отходы от сноса зданий, отходы от ремонта, отходы от разборки конструкций и сооружений, часть которых после сортировки по виду и качеству материалов может быть отправлена на полигон для захоронения (200 тыс. т), использована в хозяйственных целях (150 тыс. т) и переработана во вторичный щебень (650 тыс. т) для последующего использования в строительной отрасли при восстановлении Донбасса.

3. Использование мирового опыта обращения со строительными отходами, подкрепленное созданием соответствующего нормативно-правового сопровождения и перенесения на отечественную почву специального технического оборудования и технологий по удалению и переработке строительных отходов позволит решить

ряд важных для региона задач: очистить территорию, создать новые специализированные предприятия и рабочие места, эффективно использовать вторичные ресурсы в строительной отрасли.

### Литература

1. Более 23 000: в ДНР назвали количество разрушенных и ... Режим доступа: [antifashist.com/.../boleee-23-000-v-dnr-nazvali-kolichestvo-razrushennykh-i-unichtozh](http://antifashist.com/.../boleee-23-000-v-dnr-nazvali-kolichestvo-razrushennykh-i-unichtozh)
2. Военный Донбасс: в Красногоровке разрушено 42 здания, сгорела ... Режим доступа: <https://regnum.ru/news/polit/2280986.html>.
3. Олейник С.П. Единая система переработки строительных отходов. - М.: СвР-АРГУС, 2006, 336 с.
4. Щебень известняковый в Украине Режим доступа: [prom.ua Scheben – izvestnyakovyi.html](http://prom.ua/Scheben-izvestnyakovyi.html).

### References

1. Boleye 23 000: v DNR nazvali kolichestvo razrushennykh i ...antifashist.com/.../boleee-23-000-v-dnr-nazvali-kolichestvo-razrushennykh-i-unichtozh
2. Voyennyu Donbass: v Krasnogorovke razrusheno 42 zdaniya, sgorela ...<https://regnum.ru/news/polit/2280986.html>.
3. Oleynik S.P. Yedinaya sistema pererabotki stroitel'nykh otkhodov.-M.:SvR-ARGUS, 2006,336s.
4. Shcheben' izvestnyakovyy v Ukraine: prom.ua Scheben – izvestnyakovyi.html.

**Drozd G. Ya., Hvortova M. Y.**

### PROCESSING AND DISPOSAL OF THE DESTRUCTIVE WAR CONSTRUCTION OBJECTS IN DONBAS

*The problem of processing and recycling of construction waste, the source of formation of which were military actions in the Donbass, is considered. The structure and estimation of the volume of waste during the demolition of damaged and damaged buildings is given. The concept of processing of*

*construction waste in secondary resources with their subsequent use in the construction and road construction sectors during the restoration of the Donbass is substantiated.*

**Keywords:** *construction waste, utilization, processing, secondary materials, demolition and repair of buildings.*

**Дрозд Геннадий Яковлевич**, д.т.н., профессор кафедры «Городское и промышленное строительство» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля, г. Луганск.  
**E-mail:** drozd.g@mail.ru

**Drozd Gennadiy Jacob**, d.t.s., professor of department «City and industrial building» of Institute of building, architecture and housing of communal economy of the Lugansk national university of the name of Vladimir Dalya; Lugansk.

**E-mail:** drozd.g@mail.ru

**Хвортова Марина Юрьевна**, к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Городское и промышленное строительство» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля, г. Луганск.

**E-mail:** drozd.g@mail.ru

**Khvortova Marina Yurievna** Ph.D., Associate Professor, Head. Department of Urban and Industrial Construction of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the Luhansk National University named after Vladimir Dal; Lugansk.

**E-mail:** drozd.g@mail.ru

**Рецензент: Андрийчук Н.Д.** д.т.н., проф., директор института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства.

*Статья подана 14.08.2017*

УДК 532.5+621.225

## СТЕНДЫ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК ЭГУ

Чубарова И.А.

## STANDS FOR EXPERIMENTAL STUDY OF EHA CHARACTERISTICS

Chubarova I.A.

*Представлены экспериментальные исследования по уточненному определению сил, действующих на золотник распределителя, гидромеханических характеристик ЭГУ типа распределитель-распределитель и влияние на них конструктивных параметров гидрораспределителя. Рассмотрены схемы экспериментальных стендов для исследований характеристик ЭГУ. Для выбора экспериментальных стендов учитывался опыт предыдущих создававшихся гидравлических установок и возможность проведения намеченных экспериментов. Проводилась экспериментальная проверка адекватности полученных ранее математических моделей рабочего процесса гидрораспределителя и гидромеханических характеристик модернизированного электрогидравлического усилителя типа распределитель-распределитель.*

**Ключевые слова:** эксперимент, исследования, золотник, стенд, гидравлические устройства, гидрораспределитель, рабочая жидкость, контрольно-измерительная аппаратура.

**Введение.** На заре развития человеческого общества важнейшее место занимает отрасль металлообработка. В наибольшей степени отвечают современным требованиям мировой экономики электрогидравлические следящие приводы, которыми следует оснащать основные машины и агрегаты металлургических производств.

Важнейшим элементом следящих гидроприводов является электрогидравлический усилитель (ЭГУ), связывающий управляющую систему приводов и силовую систему. В настоящее время электрогидравлические усилители различных типов и конструкций широко применяются также в составе авиационных, станочных, робототехнических и др. автоматических следящих системах управления.

При разработке и исследовании гидравлических устройств управления потоками жидкости, такими как распределители, электрогидравлические усилители и т.п., необходимо знать осевую силу, действующую на золотник. Эта сила складывается из трех независимых составляющих:

— силы инерции, которая легко определяется,

когда известны масса подвижных частей и их ускорение;

— силы трения, рассчитываемой по экспериментальным и опытным данным;

— гидравлической силы, т.е. силы воздействия потока рабочей жидкости на золотник при ее течении по каналам распределителя; она может значительно превышать первые две составляющие.

В дополнение к перечисленным в общем случае имеется четвертая составляющая осевой силы, пропорциональная скорости изменения расхода жидкости через распределитель. Ее необходимо учитывать при расчетах, так как пренебрежение ею может привести к нестабильной работе устройства в переходных режимах.

Научной новизной публикуемого материала является то, что в нем представлены эксперименты по уточненному определению сил, действующих на золотник распределителя, гидромеханических характеристик ЭГУ типа распределитель-распределитель и влияние на них конструктивных параметров гидрораспределителя.

Цель исследований, которые рассмотрены в данной статье, состоит в проверке адекватности полученных ранее математических моделей рабочего процесса гидрораспределителя и гидромеханических характеристик модернизированного электрогидравлического усилителя типа распределитель-распределитель.

При разработке экспериментальных стендов учитывалась также возможность проведения намеченных экспериментов и использовался опыт ранее создававшихся подобных стендов. Стенды были изготовлены и отлажены на кафедре гидрогазодинамики Луганского национального университета имени Владимира Даля.

Стенды реализовывались на универсальной экспериментальной установке, внешний вид которой показан на рис. 1, путем пересоединения соответствующих линий связи.

**Стенды для экспериментальных исследований**

**Стенд 1.** Стенд 1 использовался для исследования сил, действующих на золотник, и влияния на них конструктивных параметров гидрораспределителя. Он включает в себя насосную станцию СН, гидрораспределитель с цилиндрическим золотником Р и исполнительный механизм (гидромотор) МГ (рис. 1).

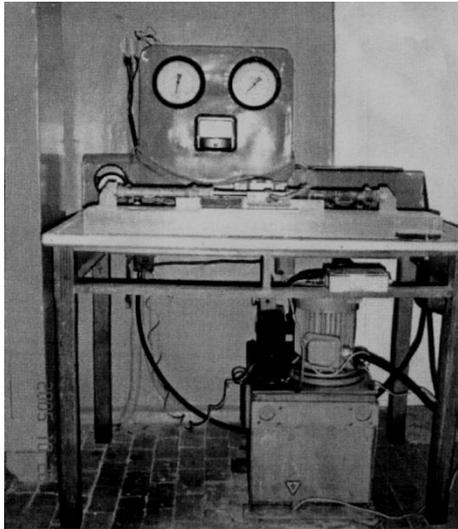


Рис. 1. Универсальная экспериментальная установка

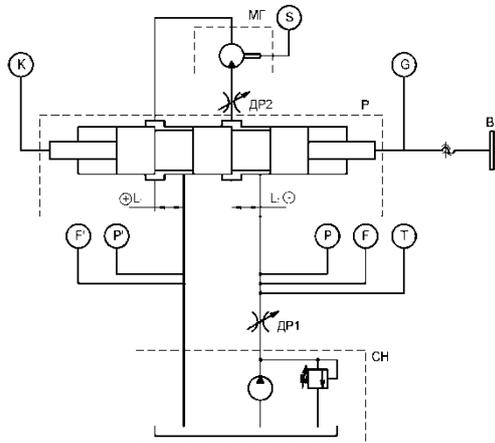


Рис.2. Гидравлическая схема стенда 1 для исследования сил, действующих на золотник

Исследования проводились на золотнике (рис. 3).

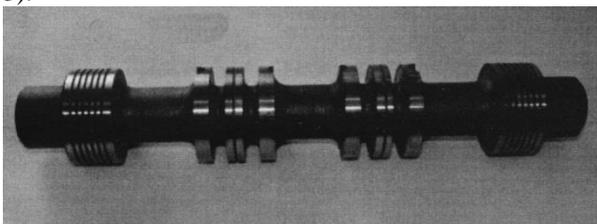


Рис. 3. Исследуемый золотник

В процессе эксперимента с помощью приборов Р и Р' измерялись давления в напорной и сливной линиях, а также расходы рабочей жидкости – расходомерами F и F'.

Для введения поправок на изменение вязкости рабочей жидкости в напорную линию был включен термопреобразователь сопротивления Т. Перемещение золотника устанавливалось винтовой парой с рукояткой ручной настройки «В». Величина перемещения измерялась с помощью датчика перемещения G. Усилие, действующее при этом на золотник, контролировалось прибором К.

**Стенд 2.** Стенд 2 использовался для исследования устойчивости гидрораспределителя. Эксперименты также выполнялись на универсальной экспериментальной установке (рис. 1), которая позволяла направлять потоки жидкости по различным каналам распределителя. Движущиеся части распределителя были хорошо сбалансированы, золотник выполнен с положительным перекрытием, а величина коэффициента демпфирования устанавливалась соответствующим подбором длин  $L_1$  и  $L_2$  (рис. 4).

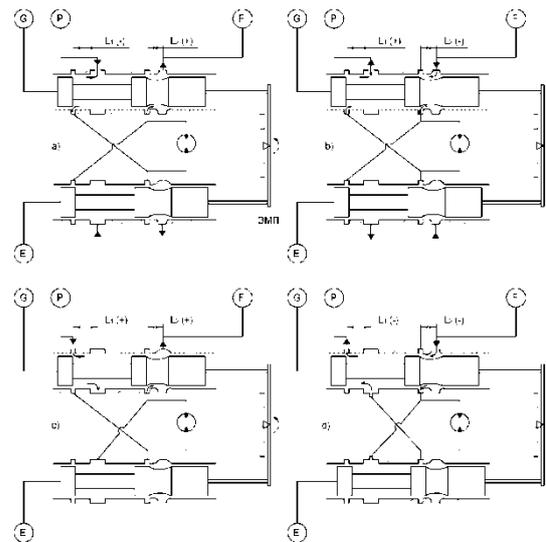


Рис. 4. Гидросхема стенда для исследования гидрораспределителя

На этом стенде использовался трехпозиционный золотник с профилированной проточкой. Демпфирующую длину – осевой размер камеры между входным и выходным отверстиями, определить достаточно трудно, так как неизвестно расположение центра источника струи, вытекающей из распределителя. На практике можно рекомендовать в качестве этой величины принимать расстояние между кромками золотника.

Контрольно-измерительная аппаратура позволяла измерять давления жидкости и расход в различных точках системы, величины перемещения золотника и действующей на него гидродинамической силы.

Геометрические размеры исследуемого распределителя следующие:

диаметр золотника – 6,5 мм; максимальный ход – 2 мм;

щель занимает всю окружность подвода;

максимальная мощность жидкости при  $p = 21$

МПа – 2,5 кВт;

положительная демпфирующая длина – 8,5 мм;

отрицательная демпфирующая длина – 2 мм.

**Стенд 3.** Стенд 3 – это универсальный стенд, позволяющий подключать и исследовать ЭГУ различных конструкций (рис. 5). В отличие от предыдущих стендов, применены бесшкальные приборы для измерения исследуемых параметров с дистанционными электрическими выходами, выводящимися в конечном счете на монитор для визуального наблюдения зависимостей (рис. 6). Была также предусмотрена возможность исследования отдельных элементов электрогидравлического усилителя. На стенде 3 собиралась схема, представленная на рис. 5.

Эксперимент проводился следующим образом. На вход в исследуемую схему, реализующую одну из функций ЭГУ от генератора гармонических колебаний, подавался электрический сигнал.

При установившемся режиме колебаний фиксировалось изменение давления в точках min и max амплитуды.

Каждый эксперимент повторялся не менее пяти раз, при этом последовательность их была рандомизирована.

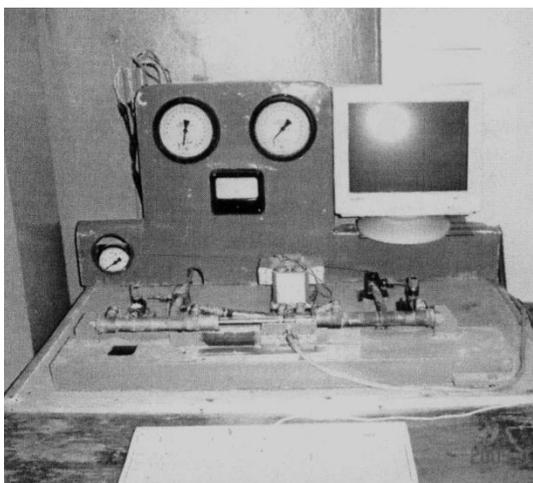


Рис. 5. Стенд для исследования характеристик электрогидравлических усилителей

По результатам опытов строилась амплитудно-частотная характеристика исследуемого ЭГУ, по которой определялась ширина зоны пропускания частотного сигнала.

**Контрольно-измерительная аппаратура.**

Выбор измерительных и контролирующих приборов осуществлялся в соответствии с функциональными

технологическими схемами стендов и поставленными задачами экспериментальных исследований.

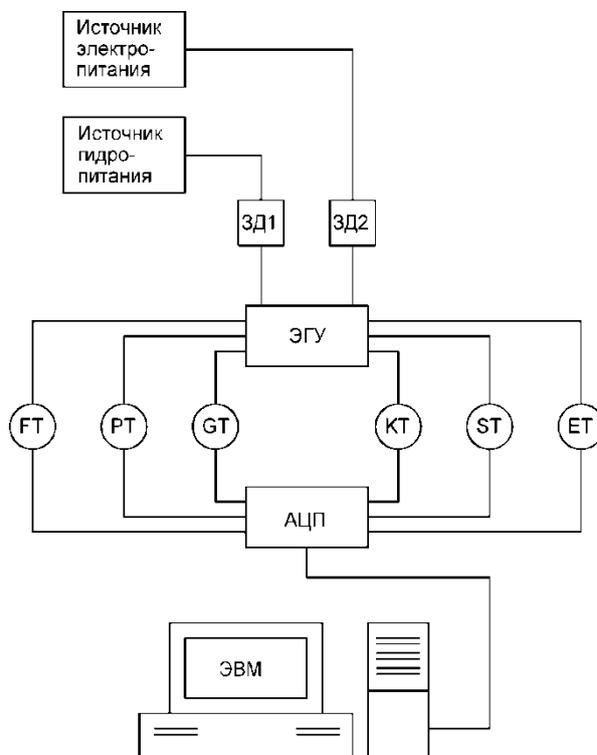


Рис. 6. Схема стенда для исследования характеристик электрогидравлического усилителя

Приборы и средства автоматизации, изделия и вспомогательные средства выбирались таким образом, чтобы они соответствовали спецификациям рабочей документации, государственным стандартам или техническим условиям, а также в соответствии с рекомендациями.

Контрольно-измерительная аппаратура для экспериментальных стендов выбиралась по отраслевым каталогам «Приборы и средства автоматизации».

С помощью контрольно-измерительной аппаратуры измеряются и контролируются следующие параметры:

- расход рабочей жидкости – прибор FT;
- давление рабочей жидкости – прибор PT;
- перемещение золотника – прибор GT;
- временные промежутки – прибор KT;
- скорость перемещения выходного звена – прибор ST;
- усилие, действующее на золотник, – прибор ET.

Задатчики ЗД1 и ЗД2 служат для подачи и настройки входных сигналов на ЭГУ. Полученные при экспериментах выходные сигналы с ЭГУ передаются на аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Преобразованные цифровые сигналы

поступают на персональный компьютер IBM PC AT, оснащенный программным обеспечением, который осуществляет управление устройствами АЦП и принимает данные для последующей обработки и анализа. Программное обеспечение определяет конечное качество и эффективность системы обработки результатов экспериментов.

В экспериментах использовалась система Power Graph, которая позволяет подключать практически любые АЦП и обеспечивает преимущества:

1) большой выбор аппаратной системы (от простых и дешевых измерительных устройств до сложных и дорогостоящих исследовательских установок);

2) все это многообразие является единой универсальной системой.

Стенд 3 предоставляет возможность снимать статические и динамические характеристики следящих гидроприводов и оценивать влияние конструкции и режима работы применяемого ЭГУ.

**Вывод.** Таким образом, спроектированные и изготовленные экспериментальные стенды позволили выполнить комплекс исследований по определению характеристик ЭГУ. В дальнейшем эти данные используются для определения адекватности математических моделей и усовершенствования конструкции золотника ЭГУ.

### Литература

1. Борисов Б.П., Зайцев А.А. Математическая модель аксиально-поршневого регулируемого гидромотора с наклонным блоком // Известия вузов. Машиностроение, 1987. №2. С. 50 - 55.
2. Гидравлический следящий привод / Гамынин и др. // под ред. В.А. Лещенко. – М.: Машиностроение, – 1968. – 564 с.
3. Гликман Б.Ф. Нестационарные течения в пневмогидравлических цепях / Гликман Б.Ф. –М.: Машиностроение, 1979. 256 с.
4. Коваленко А.А. Гидравлические и аэродинамические машины/ А.А. Коваленко.. Издательств ДонГАСА, 2000. - 77 с.
5. Коваленко А.А. Основы технической механики жидкостей и газов / А.А. Коваленко, В.И. Соколов. – Луганск: ВУГУ, 1998. – 272 с.

### References

1. Borisov B. P., Zaitsev A. A. Mathematical model of an axial piston adjustable hydraulic motor with an inclined Blo-kom // Izvestiya vuzov. Mechanical engineering, 1987. No. 2. С. 50 - 55.
2. Glickman B. F. Unsteady flow in said fluid, СЕРА/Glickman B. F. -M.: Mashinostroenie, 1979. 256 p.
3. Hydraulic servo drive / Haminen etc. // under the editorship of V. A. Leshchenko. – М.: Mechanical Engineering, 1968. – 564 p.
4. Kovalenko A. A. basics of technical mechanics of liquids and gases / A. A. Kovalenko, V. I. Sokolov. – Lugansk: VUGU, 1998. – 272.
5. Kovalenko A. A. Hydraulic and aerodynamic machines/ A. A. Kovalenko.. Publishers of Dongas, 2000. 77 p.

**Чубарова И.А.**

### СТЕНДЫ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК ЭГУ

*Представлены экспериментальные исследования по уточненному определению сил, действующих на золотник распределителя, гидромеханических характеристик ЭГУ типа распределитель-распределитель и влияние на них конструктивных параметров гидрораспределителя. Рассмотрены схемы экспериментальных стендов для исследований характеристик ЭГУ. Для выбора экспериментальных стендов учитывался опыт предыдущих создававшихся гидравлических установок и возможность проведения намеченных экспериментов. Проводилась экспериментальная проверка адекватности полученных ранее математических моделей рабочего процесса гидрораспределителя и гидромеханических характеристик модернизированного электрогидравлического усилителя типа распределитель-распределитель.*

**Ключевые слова:** эксперимент, исследования, золотник, стенд, гидравлические устройства, гидрораспределитель, рабочая жидкость, контрольно-измерительная аппаратура.

**Chubarova Irina**

### STANDS FOR EXPERIMENTAL STUDY OF EHA CHARACTERISTICS

*Experimental studies clarified the definition of the forces acting on the spool, hydromechanical characteristics of the EHA-type dispenser-the dispenser and the influence of design parameters of the valve are presented. The schemes of experimental setups for studying of characteristics of the EHA represented. To select the experimental stands were taken into account the experience of previous created hydraulic installations and the possibility of conducting the planned experiments. Conducted experimental verification of the adequacy of the previously obtained mathematical models of the working process of the control valve and hydromechanical characteristics of the modernized EHA shown. The selected instrumentation for the test stand was fulfilled.*

**Keywords:** experiment, research, strand, stand, hydraulic device, hydraulic valve, fluid control instrumentation.

**Чубарова Ирина Анатольевна** – аспирант кафедры «Гидрогазодинамика» Луганского национального университета имени Владимира Даля, г. Луганск. Научные интересы: математическое моделирование гидромеханических процессов в гидроприводах различного назначения.  
**E-mail:** ira33385@mail.ru

**Chubarova Irina** – a Postgraduate Student of the Department “Hydro-Gas Dynamics” Lugansk. National University named after Vladimir Dahl, Lugansk.  
**E-mail:** ira33385@mail.ru

**Рецензент:** *Гусеницова Я.А.* доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Технология и организация строительного производства» Луганского национального аграрного университета.

Статья подана 16.08.2017

УДК 532.72:621.317

**ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ АЭРОЗОЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ****Максюк И.К., Сороканич С.В., Бахмутов А.О.****ORGANIZATION CONTROL OF AEROSOL EMISSIONS****Inna K. Maksuk, Stanislav V. Sorokanich, Aleksandr O. Bahmutov**

*Выполнен анализ характерных особенностей процесса диффузии аэрозолей в турбулентном газовом потоке. Даны рекомендации по организации контроля концентрации.*

**Ключевые слова:** контроль, аэрозольные выбросы, диффузия, газовый поток, концентрация.

**Введение.** Измерение концентрации газовых примесей и аэрозолей в потоке является важной задачей при контроле выбросов вентиляционных систем промышленных предприятий и атомных станций, регулировании технологических процессов химических производств, контроле токсичности выхлопных газов транспортных машин и т.д. Системы измерения концентрации примесных компонентов достаточно разнообразны по методам анализа и принципам действия [1,2]. Вместе с тем достоверность результата измерения определяется местом установки датчика, которое соответствует среднему значению концентрации в потоке.

**Основные сведения.** Анализ распределения концентрации аэрозолей в потоке нельзя выполнить классическими методами исследования диффузионных процессов, поскольку поведение дискретных частиц в турбулентном потоке в значительной степени зависит от концентрации этих частиц и от их размера по сравнению с масштабом турбулентности в среде [3]. При высокой концентрации наблюдается непосредственное взаимодействие между частицами из-за столкновений и влияния на течение среды в окрестности частиц.

В случае, когда концентрация частиц мала, взаимодействием между частицами можно пренебречь и каждую частицу рассматривать, как если бы в турбулентном потоке она была единственной. Если частицы крупны по сравнению с масштабом турбулентности, то основное влияние турбулентности на частицы будет состоять в увеличении их сопротивления течению, и частицы в той или иной степени будут следовать за крупномасштабными турбулентными движениями среды. Но если частицы малы по сравнению с масштабом турбулентности, то они будут

стремиться следовать за всеми компонентами турбулентного движения.

**Результаты исследования.** Оценку длительности индукционного периода, когда происходит разгон частиц стоковыми силами до скорости основного потока, можно выполнить на основании уравнения Бассэ [4], в котором оставим только составляющие от силы сопротивления и сил, связанных с градиентом давления и с относительным ускорением массы,

$$\frac{dv_p}{dt} + av_p = av_f + b \frac{dv_f}{dt}. \quad (1)$$

Здесь

$$a = \frac{36\mu}{(2\rho_p + \rho_f)d^2}, b = \frac{3\rho_f}{2\rho_p + \rho_f}, \quad (2)$$

$t$  - время;  $t_0$  - начальный момент времени; индекс  $f$  соответствует основной среде, а индекс  $p$  - частице;  $\mu$  - динамическая вязкость среды;  $d$  - диаметр частицы;  $\rho_p$  и  $\rho_f$  - плотности частиц и газового потока;  $v_p$  - скорость дискретной частицы;  $v_f$  - скорость частиц основной среды в окрестности дискретной частицы, достаточно удаленной от нее, чтобы не испытывать возмущений, связанных с относительным движением этой частицы.

Поскольку для аэрозольных выбросов в воздушных потоках величина  $\rho_f/\rho_p$  имеет порядок  $10^{-3}$ , то можно положить  $b \approx 0$ , а уравнение (1) упростить:

$$\frac{1}{a} \frac{dv_p}{dt} + v_p = v_f. \quad (3)$$

Проинтегрируем (3) при начальном условии  $t = 0$ ,  $v_p = 0$  для скорости газового потока  $v_f = u_0 = \text{const}$ :

$$v_p = u_0(1 - \exp(-at)).$$

Допуская связь между пульсационными составляющими скоростей дискретной частицы и турбулентного газового потока  $v_p, v_f$

$$\left\langle v_p^2 \right\rangle / \left\langle v_f^2 \right\rangle \approx v_p^2 / v_f^2$$

(индекс  $\langle \dots \rangle$  обозначает осреднение пульсирующей в турбулентном потоке величины), имеем:

$$\left\langle v_p^2 \right\rangle / \left\langle v_f^2 \right\rangle = \frac{[u_0(1 - \exp(-at))]^2}{u_0^2} = \frac{1 - 2\exp(-at) + \exp(-2at)}{1}$$

Время индукционного периода, если считать его окончание по величине  $\exp(-at) = 0,05$ , принятой в большинстве технических расчетов, составит  $T_u = 3/a$ . Учитывая выражение (2) для коэффициента  $a$  и то, что  $\rho_f / \rho_p$  имеет порядок  $10^{-3}$ , получаем:

$$T_u = \frac{\rho_p d^2}{6\mu}.$$

После окончания индукционного периода энергетические спектры частиц и основного потока не являются одинаковыми, поэтому будет иметь место диффузионный период при переменном коэффициенте диффузии аэрозольной частицы. Представляя коэффициент лагранжевой корреляции для газового потока в виде экспоненциальной зависимости

$$R_{L_f}(t) = \exp\left(-\frac{t}{T_L}\right),$$

$$R_{L_f}(t) = \frac{1}{\left\langle v_f^2 \right\rangle} \int_0^\infty E_{L_f}(n) \cos(2\pi nt) dn,$$

будем иметь соответствующий энергетический спектр в зависимости от частоты пульсаций  $\omega$ :

$$E_{L_f}(n) = 4 \left\langle v_f^2 \right\rangle \frac{T_L}{1 + \omega^2 T_L^2}.$$

Здесь  $T_L$  - лагранжев интегральный временной масштаб.

С учетом уравнения (1) энергетический спектр для дискретных частиц

$$E_{L_p}(n) = 4 \left\langle v_p^2 \right\rangle \frac{a^2 + b^2 \omega^2}{a^2 + \omega^2} \frac{T_L}{1 + \omega^2 T_L^2}.$$

$$\left\langle v_p^2 \right\rangle = \int_0^\infty E_{L_p}(n) dn =$$

$$= \frac{2}{\pi} \left\langle v_f^2 \right\rangle T_L \int_0^\infty \frac{a^2 + b^2 \omega^2}{(a^2 + \omega^2)(1 + \omega^2 T_L^2)} d\omega = \frac{aT_L + b^2}{aT_L + 1} \left\langle v_f^2 \right\rangle,$$

$$R_{L_p}(t) = \frac{1}{\left\langle v_p^2 \right\rangle} \int_0^\infty E_{L_p}(n) \cos(\omega t) dn = \frac{\left\langle v_f^2 \right\rangle}{\left\langle v_p^2 \right\rangle} \frac{1}{aT_L - 1} \left[ \frac{(a^2 T_L^2 - b^2) \exp\left(-\frac{t}{T_L}\right)}{aT_L + b^2} - \frac{aT_L(1 - b^2)}{aT_L + b^2} \exp(-at) \right].$$

По коэффициенту лагранжевой корреляции можно определить коэффициенты диффузии [4]

$$D_p = \left\langle v_p^2 \right\rangle \int_0^t R_{L_p}(\tau) d\tau = \left\langle v_f^2 \right\rangle T_L \left[ 1 - \frac{(a^2 T_L^2 - b^2) \exp(-t/T_L) - (1 - b^2) \exp(-at)}{a^2 T_L^2 - 1} \right],$$

$$D_f = \left\langle v_f^2 \right\rangle \int_0^t R_{L_f}(\tau) d\tau = \left\langle v_f^2 \right\rangle T_L [1 - \exp(-t/T_L)]. \quad (4)$$

$$\frac{D_p}{D_f} = 1 + \frac{1 - b^2}{a^2 T_L^2 - 1} \frac{\exp(-at) - \exp(-t/T_L)}{1 - \exp(-t/T_L)}.$$

Поскольку  $\rho_f / \rho_p \ll 1$ , то полагаем  $b \approx 0$  и  $a = 18\mu / (\rho_p d^2)$ . Тогда

$$\frac{D_p}{D_f} = 1 + \frac{\exp\left(-\frac{18\mu t}{\rho_p d^2}\right) - \exp(-t/T_L)}{\left(\left(\frac{18\mu T_L}{\rho_p d^2}\right)^2 - 1\right) (1 - \exp(-t/T_L))}. \quad (5)$$

Как видно из выражения (5), с течением времени коэффициент диффузии аэрозолей приближается к коэффициенту диффузии среды основного потока. Анализ полученной зависимости показывает, что длительность данного периода

неоднозначно определяется физико-механическими свойствами аэрозоли и характеристиками потока.

Оценку лагранжева интегрального масштаба времени произведем на основании (4). Так как при  $t \rightarrow \infty$

$$T_L = D_f / \langle v_f'^2 \rangle,$$

а учитывая, что степень турбулентности  $\varepsilon = \sqrt{\langle v_f'^2 \rangle} / u_0$ , получим:

$$T_L = \frac{D_f}{\varepsilon^2 u_0^2}.$$

Здесь  $u_0$  - средняя скорость потока в канале.

С использованием выражения (5) можно выполнить расчет диффузионного процесса аэрозолей в потоке при переменном коэффициенте диффузии и установить закономерности распределения концентрации в канале.

**Выводы.** Процесс диффузии аэрозолей в турбулентном потоке носит сложный характер, и поэтому при организации контроля концентрации аэрозольных выбросов следует учитывать как длину пути выравнивания концентрации, так и длину, проходимую частицами во время индукционного и переходного периода. В том случае, когда средства контроля установлены вблизи источника выброса, необходима коррекция результатов измерения с учетом реального распределения концентрации.

### Литература

1. Андрийчук Н.Д., Коваленко А.А., Соколов В.И., Насонкина (Максюк) И.К. Диффузионные процессы в технических устройствах - Луганск: ВГУ им. В.Даля, 2008. – 240 с.
2. Перегуд Е.А., Горелик Д.О. Инструментальные методы контроля загрязнения атмосферы. – К.: Наукова думка, 1980. – 296 с.
3. Соколов В.И., Коваленко А.А., Минин С.А. Временные характеристики начальных этапов диффузии аэрозолей в потоке. – Луганск: ВУГУ, 1999. – 22с
4. Хинце И.О. Турбулентность. - М.: Физматгиз, 1963. – 680 с.

### References

1. Andriychuk N.D., Kovalenko A.A., Sokolov V.I., Nasonkina (Maksyuk) I.K. Diffuzionnyye protsessy v tekhnicheskikh ustroystvakh - Lugansk: VNU im. V.Dalya, 2008. – 240 s.

2. Peregud Ye.A., Gorelik D.O. Instrumental'nyye metody kontrolya zagryazneniya atmosfery. – K.: Naukova dumka, 1980. – 296 s.

3. Sokolov V.I., Kovalenko A.A., Minin S.A. Vremennyye kharakteristiki nachal'nykh etapov diffuzii aerorozley v potoke. – Lugansk: VUGU, 1999. – 22s

4. Khintse I.O. Turbulentnost'. - M.: Fizmatgiz, 1963. – 680 s.

**Inna K. Maksuk, Stanislav V. Sorokanich, Aleksandr O. Bahmutov.**  
**ORGANIZATION CONTROL OF AEROSOL EMISSIONS.**

*The analysis of aerosol diffusion features in a gas turbulent stream is fulfilled. Recommendations on organization of the concentration control are presented.*

**Keywords:** control, aerosol emissions, diffusion, stream is fulfilled, concentration.

**Максюк Инна Константиновна**, к.т.н., доцент, Государственное образовательное учреждение ЛНР «Луганский национальный аграрный университет».  
**E-mail:** Tosp2017@gmail.com.

**Inna K. Maksuk**, candidate of technical sciences, associate professor, State Educational Institution of the LPR "Luhansk National Agrarian University".  
**E-mail:** Tosp2017@gmail.com.

**Сороканич Станислав Васильевич**, Ст. преподаватель, Государственное образовательное учреждение ЛНР «Луганский национальный аграрный университет».  
**E-mail:** Tosp2017@gmail.com.

**Stanislav V. Sorokanich**, Senior Lecturer, State Educational Institution of the LPR "Luhansk National Agrarian University".  
**E-mail:** Tosp2017@gmail.com.

**Бахмутов Александр Олегович**, магистр, Государственное образовательное учреждение ЛНР «Луганский национальный аграрный университет».

**Aleksandr O. Bahmutov**, master, State Educational Institution of the LPR "Luhansk National Agrarian University".

**Рецензент: Гусенцова Я.А.** доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Технология и организация строительного производства» Луганского национального аграрного университета.

Статья подана 5.08.2017

УДК 625.855.4

## ХОЛОДНЫЕ АСФАЛЬТОШЛАКОБЕТОНЫ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ПОЛУЖЕСТКИХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Беспалов В. Л., Братчун В. И., Жеванов В. В.

### COLD ASPHALT-SLAB CONCRETE FOR THE DEVICE OF HALF-COATED COATINGS OF ROADS

Bespalov V. L., Bratchun V. I., Zhevanov V. V.

*Теоретически обоснованы и разработаны составы и технология производства холодных асфальтобетонных смесей, включающих: отсев дробления отвального мартеновского шлака (100 м.ч.), анионную битумную эмульсию (10-12 м.ч.) и известь негашеную молотую (1,5-2,0 м.ч.), которые после укладки в конструктивные слои дорожной одежды и уплотнения формируют во времени структуру, представленную оптимальным сочетанием коагуляционных (контакты между частицами шлака осуществляются посредством адсорбционно-сольватных прослоек органического вяжущего) и кристаллизационно-кондесанционных микроструктур (контакты прямого срастания кристаллов гидратированных минералов шлака). Холодный асфальтошлакобетон на анионной битумной эмульсии характеризуется заданным комплексом физико-механических свойств в возрасте 28 суток, а именно: температура стеклования минус 26-30°C; температура перехода в вязкопластическое состояние 70-85°C; предел прочности при изгибе в диапазоне температур +20°C ... -30°C 2,0-5,5 МПа; комплексный модуль упругости при температуре 50°C  $E^*=40 \dots 45$  МПа в диапазоне частот деформирования 0,05 Гц ... 40 Гц; устойчивость по Маршаллу при 60°C 23-25 кН; коэффициент водостойкости при водонасыщении в течение 90 суток равен  $K_{во}=0,65$ ; коэффициент морозостойкости после 20 циклов попеременного замораживания-оттаивания составляет  $F=0,82$ .*

**Ключевые слова:** холодный асфальтошлакобетон, анионная битумная эмульсия, отсев дробления отвального мартеновского шлака, физико-механические свойства.

**Введение.** В связи с возрастающими экологическими и экономическими требованиями к нежестким дорожным одеждам автомобильных дорог актуальной задачей помимо изыскания новых дорожно-строительных материалов с повышенными расчетными характеристиками является снижение энергоемкости производства асфальтобетонных смесей и улучшение условий труда при производстве их и строительстве нежестких одежд автомобильных дорог, а также разработка импортозамещающих материалов и технологий [5]. Применение битумных эмульсий позволяет

получить существенный экономический эффект в сравнении с горячими смесями за счет снижения энергоемкости и повышения производительности труда при производстве асфальтобетонных смесей и устройстве их конструктивных слоев нежестких дорожных одежд. В странах с развитой экономикой (США, Франция, Испания, Германия и др.) до 30%, а в Японии до 70% битумов, используемых в дорожном строительстве, применяют в виде эмульсий для производства холодных асфальтобетонных смесей [6, 11].

Особенностью асфальтобетонных покрытий, построенных из холодных асфальтобетонных смесей, является то, что эксплуатационные характеристики их формируются во времени. Это обусловлено применением для производства бетонных смесей медленнораспадающихся эмульсий, а также использованием бетона с высокой плотностью, препятствующего испарению воды, распаду эмульсии и формированию коагуляционной структуры асфальтобетона. В связи с этим покрытия устраивают толщиной не более 3-4 см. При этом температура воздуха при строительстве должна быть не ниже 10°C, а покрытие должно сформироваться до наступления устойчивой ненастной погоды [11].

Повышение коррозионной стойкости и сдвигоустойчивости покрытий дорожных одежд, построенных из холодных органоминеральных смесей, может быть достигнуто следующими способами: созданием цемента-органоминерального бетона, формируемого пропиткой покрытия автомобильной дороги цементной суспензией или увлажненной смесью цемента и извести при уплотнении покрытия дорожной одежды [4, 10]; введением в органоминеральную смесь минеральных вяжущих веществ – извести, цемента, пыли уноса цементных печей [8, 9]; введением в смеситель при приготовлении асфальтобетонных смесей цементного теста, которое, размещаясь в порах и пустотах асфальтобетона? в процессе

гидратации формирует кристаллизационную структуру [1].

Нами установлено [2], что одним из эффективных способов улучшения свойств холодного асфальтобетона является применение в качестве минерального материала отсева дробления отвального мартеновского шлака? обладающего гидравлической активностью, а в качестве эмульгатора медленнораспадающейся анионной битумной эмульсии – алкилбензолсульфоната натрия (сульфонол НП-3) и получение, таким образом, дорожного бетона с коагуляционно-кристаллизационными контактами по аналогии с влажными дегтешлакобетонами и асфальтошлакобетонами.

**Целью исследования** является теоретическое и экспериментальное обоснование получения холодных асфальтошлакобетонных смесей из отсева дробления отвального мартеновского шлака, приготовленных на анионной медленнораспадающейся битумной эмульсии при установлении закономерностей формирования коагуляционно-кристаллизационной микроструктуры холодного асфальтошлакобетона.

**Объекты и методы исследования.** В качестве объектов исследования приняты: битумы БНД 40/60, БНД 60/90 (ДСТУ 4041-2001); анионные битумные эмульсии класса ЭБА-3 (ДСТУ Б В. 2. 7-129:2006). В качестве эмульгатора битумных эмульсий использован сульфонол НП-3 (алкилбензолсульфонат натрия) – ТУ 3.01 Украины 0,05-92 (Горловский химический завод) с показателями качества: массовая доля ПАВ-42%; сульфат натрия – 0,9%, несulфитовых углеводородов – 1,1%; рН – однопроцентного водного раствора – 9,3; в качестве щелочных реагентов использованы – NaOH (ГОСТ 13078-81\*) и жидкое стекло (ГОСТ 13078-81\*). Отсев дробления отвального мартеновского шлака Макеевского карьеруправления с модулем основности  $M_0=1,9$  и активностью 1 МПа. Бетон мелкозернистый – тип Б. Активатор гидравлической активности шлак – известь негашеная молотая (ДСТУ Б В.2.7-90-99).

В работе кроме стандартных использованы специальные методы исследования: электронная сканирующая микроскопия (ИСИ-60А), микроскопический (поляризационный микроскоп МИН-5); реологический (пластометр П.А. Ребиндера); резонансно-акустический (установка ИГ-1р); ИК-спектроскопия (двухлучевой спектрофотометр «Perkin Elmer 180»).

Исследование уплотнения асфальтобетонных смесей и деформационно-прочностных характеристик выполнено на установках, разработанных в Харьковском национальном автомобильно-дорожном университете профессором В.А. Золотаревым и профессором И.В. Королевым [7].

Для получения битумных эмульсий была изготовлена лабораторная эмульсионная установка порционного типа.

**Изложение основных результатов.** При объединении битумной эмульсии со шлаком происходит распад эмульсии вследствие сорбции эмульгатора, испарения и поглощения водной дисперсионной среды битумной эмульсии порами минерального материала (концентрационная коагуляция), а также из-за неизбежного соударения минеральных зерен и трения между ними в процессе перемешивания (механическое деэмульгирование). Происходит коалесценция битумных капель и формируется непрерывная матрица, представленная пленочным битумом. Холодные асфальтошлакобетоны характеризуются более высокими значениями предела прочности по сравнению с бетонами, в которых минеральная часть представлена гранитным щебнем и доломитовым минеральным порошком (рис. 1).

Щелочные добавки являются ускорителями твердения шлака, потенциальные вяжущие свойства которого обусловлены высоким содержанием CaO + MgO (около 46,3%). Поверхностное растворение шлаковых частиц приводит к выносу в поровое пространство алюмосиликатной составляющей и синтезу гелевых новообразований преимущественно Al – Si – Ca – OH состава, которые и формируют конденсационную структуру шлакового камня.

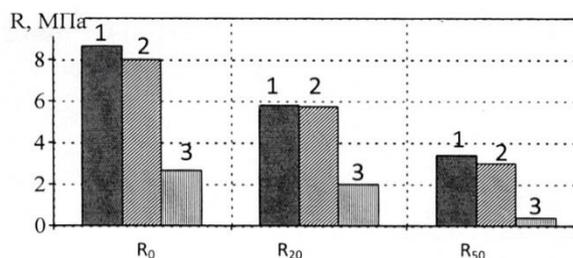


Рис. 1. Диаграмма предела прочности при сжатии в возрасте 28 суток холодного асфальтобетона состава:  
 1 – отсев дробления отвального мартеновского шлака – 100 м.ч., БЭ – 10 м.ч.;  
 2 – отсев дробления отвального мартеновского шлака – 100 м.ч., БЭ – 10 м.ч., известь (И) – 2 м.ч.;  
 3 – гранитный щебень, минеральный порошок доломитовый, БЭ – 10 м.ч

Соотношение компонентов в системе «отсев дробления отвального мартеновского шлака – битумная эмульсия» принято таким, чтобы сформировалась оптимальная структура асфальтошлакобетона, представленная двумя взаимопроникающими микроструктурами – коагуляционной и конденсационно-кристаллизационной [3]. Условием получения комбинированной структуры является количество упругих связей в асфальтошлакобетоне на битумной эмульсии  $n_y = 0,4-0,6$ .

$$n_6 = (cR_1 - R_2) / (c - 1) \cdot R_c, \quad (1)$$

где  $R_1$  – предел прочности асфальтошлакобетона при скорости деформирования образца 3 мм/мин;

$R_2$  – предел прочности асфальтошлакобетона при скорости деформирования образца 15 мм/мин;

$c$  – коэффициент, равный  $v_2/v_1=15/3=5$ ;

$R_c$  – предельная структурная прочность, соответствующая максимуму на зависимости прочности от температуры или скорости деформации (рис. 2).

Количество упругих связей определяется с использованием данных, приведенных на рис. 2. При отсутствии органического вяжущего в системе  $n_y=1,0$ . Следовательно, количество конденсационно-кристаллизационных контактов – 100%. С увеличением количества битумной эмульсии в асфальтошлакобетоне снижается количество конденсационно-кристаллизационных контактов и увеличивается число коагуляционных контактов  $(1-n_y)$ . Так, при пятипроцентном содержании эмульсии в бетоне  $n_y=0,67$ . Если же массовое количество эмульсии в системе составляет 10%, то  $n_y=0,59$ . При БЭ=15%  $n_y=0,39$ . При содержании 10% битумной эмульсии в асфальтошлакобетоне формируется оптимальная структура бетона, представленная рациональным сочетанием взаимопроникающих микроструктур – коагуляционной и конденсационно-кристаллизационной.

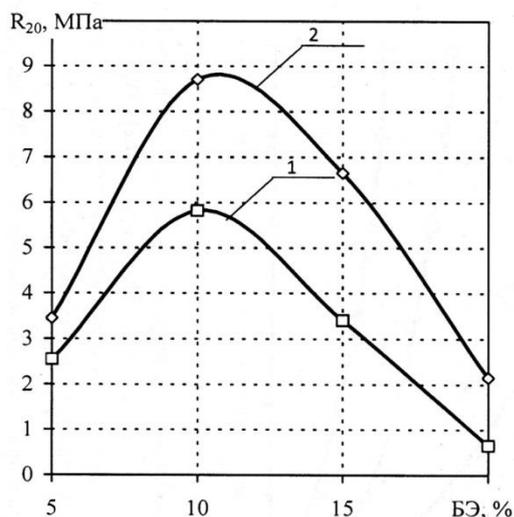


Рис. 2. Зависимость предела прочности при сжатии холодного асфальтошлакобетона в возрасте 28 суток при 20°C  $R_{20}$  и скорости деформирования 3 мм/мин (1) и 15 мм/мин (2) от концентрации битумной эмульсии БЭ

Основными факторами, определяющими упрочнение бетонов, характеризующихся коагуляционно-кристаллизационными микросвязями во времени являются: синтез кристаллогидратов  $(5CaO \cdot 6SiO_2 \cdot H_2O, 6CaO \cdot 6SiO_2 \cdot H_2O, 5CaO \cdot 6SiO_2 \cdot 3H_2O,$

$2CaO \cdot 3SiO_2 \cdot 2,5H_2O, 3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 1,5SiO_2 \cdot 3H_2O,$  установлено методом ИК-спектроскопии и рентгенофазовым анализом) и формирование на их основе кристаллизационной сетки; формирование хемосорбционных микросвязей на границе раздела «анионная битумная эмульсия – отсев дробления отвального мартеновского шлака» (сульфонол и асфальтогеновые кислоты – основные соединения шлака); структурирование пленочного битума гидратными новообразованиями шлака. Указанные эффекты обеспечивают рост прочности асфальтошлакобетона и сдвигуоустойчивость в области высоких положительных температур.

Асфальтошлакобетонные смеси отличаются повышенной уплотняемостью при температурах 20-60°C, а бетоны в возрасте 28 суток по показателям физико-механических свойств превосходят требования, предъявляемые к горячим асфальтобетонам первой марки (ДСТУ Б В.2.7-119:2011), и характеризуются более широкой зоной вязкоупругого поведения (температура стеклования минус 26-30°C, а температура перехода в вязкопластическое состояние 70-85°C), повышенным значением комплексного модуля упругости  $E^*=40-45$  МПа при частоте деформирования 0,05-40 Гц и устойчивости по Маршаллу в области повышенных температур  $P=23-25$ кН при 60°C и меньшим показателем температурной чувствительности механических свойств. Они устойчивы к старению, водо- и морозостойки.

Разработаны «Рекомендации по производству и применению битумных эмульсий на отечественном эмульгаторе». Результаты исследования внедрены в Артемовском ЗАО СУ «Дорспецстрой».

### Литература

1. Богуславский А. М. Цементасфальтобетон – материал для дорожных и аэродромных покрытий: [Текст] / А.М. Богуславский, Чан Нгюк Минь, В. В. Дорган, В. А. Бубликов // Автомобильные дороги, 1985. – №4. – С. 14-15.
2. Братчун В.И. Оптимизация составов асфальтошлакобетонов на анионной битумной эмульсии: [Текст] / В. И. Братчун, Ю. В. Грицук // Современные проблемы строительства. Ежегодный научно-технический сборник. – Донецк: Донецкий ПромстройНИИпроект, ООО «Лебедь», 2000. – Т. II. – С. 5-9.
3. Веренько В.А. Опыт и перспективы применения композиционных материалов в дорожном строительстве: [Текст] / В.А. Веренько // Минск: БелНИИТИ, 1990. – 44 с.
4. Гоглидзе В.М. Полу жесткие покрытия с повышенной сдвигуоустойчивости: [Текст] / В. М. Гоглидзе // Автомобильные дороги, 1986. – №1. – С. 16-17.
5. Гончаренко Ф.П. Застосування емульсій в дорожньому будівництві: [Текст] / Ф. П. Гончаренко // Автошляховик України, 1997. – №4 – С. 24-26.
6. Gordillo Garcia I. Las emulsiones de bitum u las mezclas en frio Espana: [Текст] / I. Gordillo Garcia // Carreteras, 1984. – № 13. – P. 47-50.
7. Золотарев В.А. Уплотнение асфальтобетонных смесей с повышенным содержанием щебня: [Текст] / В.А. Золотарев // Автомобильные дороги, 1968. – №7. – С. 13-14.

8. Казарновская Э.А. Исследование свойств цементно-асфальтобетона: [Текст] / Э.А. Казарновская, Л.Б. Гезенцевей // Тр. Союздорнии. – М.: Транспорт, 1968. – Вып. 27. – С. 79-100.

9. Карцева И. И. Холодная технология приготовления влажных битумоминеральных смесей: [Текст] / И. И. Карцева, В. Я. Стрельникова, В. З. Рацен и др. // Автомобильные дороги, 1988. – №4. – С. 8-10.

10. Лещицкая Г. П. Асфальтобетонные покрытия повышенной сдвигоустойчивости: [Текст] / Г. П. Лещицкая // Автомобильные дороги, 1982. – №9. – С. 10-11.

11. Шумчик В. К. Передовые технологии, применяемые в дорожном строительстве Республики Беларусь: [Текст] / В. К. Шумчик // Дорожная техника. Каталог-справочник технологии строительства реконструкции, ремонта и содержания автомобильных дорог, 2012. – С. 32-36.

### References

1. Boguslavskiy A. M. Tsementoasfal'tobeton – material dlya dorozhnykh i aerodromnykh pokrytiy : [Tekst] / A. M. Boguslavskiy, Chan Ngok Min', V. V. Dorgan, V. A. Publikov // Avtomobil'nyye dorogi, 1985. – №4. – S. 14-15.

2. Bratchun V. I. Optimizatsiya sostavov asfal'toshlakobetonov na anionnoy bitumnoy emul'sii : [Tekst] / V. I. Bratchun, YU. V. Gritsuk // Sovremennyye problemy stroitel'stva. Yezhegodnyy nauchno-tekhnicheskii sbornik. – Donetsk: Donetskii PromstroyNIIproyekt, OOO «Lebed», 2000. – T.II. – S. 5-9.

3. Veren'ko V. A. Opyt i perspektivy primeneniya kompozitsionnykh materialov v dorozhnom stroitel'stve: [Tekst] / V. A. Veren'ko // Minsk: BelNIINTI, 1990. – 44 s.

4. Goglidze V. M. Poluzhestkiye pokrytiya s povyshennoy sdvigoustoychivosty : [Tekst] / V. M. Goglidze // Avtomobil'nyye dorogi, 1986. – №1. – S. 16-17.

5. Goncharenko F. P. Zastosuvannya yemul'siy v dorozhn'omu budivnitstvi : [Tekst] / F. P. Goncharenko // Avtoshlyakhovik Ukraïni, 1997. – №4 – S. 24-26.

6. Gordillo Garcia I. Las emulsiones de bitum u las mezclas en frio Espana: [Tekst] / I. Gordillo Garcia // Carreteras, 1984. – № 13. – R. 47-50.

7. Zolotarev V. A. Uplotneniye asfal'tobetonnykh smesey s povyshennym sodержaniyem shchebnya : [Tekst] / V. A. Zolotarev // Avtomobil'nyye dorogi, 1968. – №7. – S. 13-14.

8. Kazarnovskaya E. A. Issledovaniye svoystv tsemento-asfal'tobetona : [Tekst] / E. A. Kazarnovskaya, L. B. Gezentsvey // Tr. Soyuzdornii. – M.: Transport, 1968. – Вып. 27. – С. 79-100.

9. Kartseva I. I. Kholodnaya tekhnologiya prigotovleniya vlazhnykh bitumominal'nykh smesey : [Tekst] / I. I. Kartseva, V. YA. Strel'nikova, V. Z. Ratsen i dr. // Avtomobil'nyye dorogi, 1988. – №4. – S. 8-10.

10. Leshchitskaya G. P. Asfal'tobetonnyye pokrytiya povyshennoy sdvigoustoychivosty : [Tekst] / G. P. Leshchitskaya // Avtomobil'nyye dorogi, 1982. – №9. – S. 10-11.

11. Shumchik V. K. Peredovyye tekhnologii, primenyayemye v dorozhnom stroitel'stve Respubliki Belarus' : [Tekst] / V. K. Shumchik // Dorozhnaya tekhnika. Katalog-spravochnik tekhnologii stroitel'stva rekonstruktsii, remonta i sodержaniya avtomobil'nykh dorog, 2012. – S. 32-36.

*The composition and technology of production of cold asphalt concrete mixtures are theoretically substantiated, including: removal of crushing of gravel martinovogo slag (100 m.p.), anionic bituminous emulsion (10-12 m.p.) and lime quicklime (1,5-2,0 m.p.), which, after laying in the constructional layers of road clothing and seals, form in time a structure represented by an optimal combination of coagulation (contacts between the particles of the slag are carried out through adsorption-solvate interlayers of organic binder) and the crystalline crystallization - condensation mykrostruktur (direct contacts splice crystal slag hydrated minerals).*

*Cold asphalt slag concrete on an anionic bitumen emulsion is characterized by a set of physics-mechanical properties at the age of 28 days, namely: glass transition temperature minus 26-30°C; Temperature of transition to a viscous plastic state of 70-85°C; Bending strength in the temperature range of +20°C ... -30°C 2,0-5.5 MPa: the complex modulus of elasticity at a temperature of 50°C  $E^* = 40 \dots 45$  MPa in the range of deformation frequencies 0,05 Hz ... 40 Hz; Marshall stability at 60°C 23-25 kN; The water resistance coefficient for saturation water for 90 days is equal to  $K_{wr} = 0,65$ ; The frost resistance coefficient after 20 cycles of alternate freezing-thawing is  $F = 0,82$ .*

**Key words:** cold asphalt slag concrete, anionic bitumen emulsion, screening of crushing of the open-hearth open-hearth slag, physico-mechanical properties.

**Беспалов Виталий Леонидович**, к.т.н., доцент кафедры «Автомобильные дороги и аэродромы» Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка.  
**E-mail:** bratv09@yandex.ru.

**Bespalov Vitaliy Leonidovich**, candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Automobile Roads and Aerodromes» of the State Educational Institution of Higher Professional Education «Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture», City of Makeyevka  
**E-mail:** bratv09@yandex.ru .

**Братчун Валерий Иванович**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Автомобильные дороги и аэродромы» Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» г. Макеевка.  
**E-mail:** bratv09@yandex.ru.

**Bratchun Valeriy Ivanovich**, doctor of Technical Sciences, professor, head of the department «Automobile roads and airfields» of the State educational institution of higher professional education «Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture», City of Makeyevka.  
**E-mail:** bratv09@yandex.ru .

**Жеванов Вячеслав Владимирович**, старший преподаватель гуманитарного факультета кафедры физического воспитания Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донбасская

**Bespalov V.L., Bratchun V.I., Zhevanov V.V.**  
**COLD ASPHALT-SLAB CONCRETE FOR THE DEVICE OF HALF-COATED COATINGS OF ROADS**

национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка.

**Zhevanov Viacheslav Vladimirovich**, senior lecturer of the Humanities Faculty of the Physical Education Department of the State Educational Institution of Higher Professional Education «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», City of Makeyevka.

**Рецензент:** *Дрозд Геннадий Яковлевич* – д.т.н., профессор кафедры «Городское и промышленное строительство» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля; г. Луганск.

*Статья подана 28.08.2017*

УДК 625.855.3

## КОМПЛЕКСНО-МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ДОРОЖНЫЕ АСФАЛЬТОБЕТОНЫ ПОВЫШЕННОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ

Братчун В.И., Беспалов В.Л.

## COMPREHENSIVE-MODIFIED ROAD ASFALTOBETONS OF INCREASED DURABILITY

Bratchun V.I., Bepalov V.L.

*Теоретически и экспериментально обосновано получение долговечных асфальтобетонов в климатических условиях Донецкой и Луганской областях комплексной модификацией микро-, мезо- и макроструктуры, а именно: нефтяного дорожного битума этиленглицидилакрилатом (2,0 % мас.) в комплексе с полифосфорной кислотой (0,2% мас.), а минеральных материалов (щебня, искусственного песка, минерального порошка) этиленглицидилакрилатом (0,7% мас.). Установлены оптимальные температурные интервалы производства модифицированных этиленглицидилакрилатом асфальтобетонных смесей – 150 – 155°C и уплотнения 70 – 140°C.*

*Комплексно-модифицированный этиленглицидилакрилатом асфальтобетон характеризуется высокой средней плотностью ( $\rho_0=2453 \text{ кг/м}^3$ ), устойчивостью по Маршаллу при 60°C,  $P=30 \text{ кН}$ , длительной водостойкостью ( $K_{вод} = 1,0$ ), пределом прочности при изгибе при 20°C,  $R_{изг}=1,9 \text{ МПа}$ , сталостойкой долговечностью  $N_{20}=65110$  циклов.*

**Ключевые слова:** комплексно-модифицированная этиленглицидилакрилатом асфальтобетонная смесь, физические и деформационно-прочностные свойства модифицированных асфальтобетонов, долговечность.

**Введение.** Асфальтобетон – наиболее распространенный дорожно-строительный материал, широкое применение которого обеспечивает высокий уровень индустриализации строительства конструктивных слоев нежестких дорожных одежд автомобильных дорог и их эксплуатационную надежность [3, 4]. В то же время фактический срок службы, прежде всего, покрытий асфальтобетонных дорог 8-10 лет до капитального ремонта вместо возможных 15-18 лет не выдерживается.

Автомобильная промышленность добилась отмены ограничений на осевые нагрузки свыше 80 кН (до 130 кН) [6], поэтому возросшая интенсивность движения? и особенно доля в ней большегрузных автомобилей, автомобильных поездов и автобусов? приводит к существенному возрастанию изнашивающего и разрушающего

воздействия автомобилей на дорогу. Следствием является повышение требований прежде всего к качеству асфальтобетонов ДСТУ Б В. 2. 7-119:2011.

Свойства асфальтобетона – композиционного материала с коагуляционным типом контактов – определяются прежде всего качеством органического вяжущего и процессами взаимодействия на поверхности раздела фаз «органическое вяжущее – минеральный материал» [2, 5, 7]. Следовательно, необходимо разрабатывать такие способы направленного регулирования структуры и свойств нефтяных дорожных битумов и интенсификации процессов взаимодействия на поверхности раздела фаз «органическое вяжущее – минеральный материал», которые бы позволили максимально реализовать свойства асфальтобетона в покрытии нежесткой дорожной одежды.

**Изложение основного материала.** В ряде работ, выполненных в ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» [1, 8] установлено, что при использовании качественных компонентов и оптимальной структуры асфальтобетона достигнута плотная упаковка частиц минерального остова, обеспечена непрерывная пространственная сетка асфальтовяжущего вещества при минимальной толщине адсорбционного слоя органического вяжущего на поверхности минеральных частиц наиболее плодотворным направлением управления структурообразованием асфальтобетона, исходя из определяющего вклада асфальтовяжущего, при минимальной толщине адсорбционного слоя органического вяжущего на поверхности минеральных частиц наиболее плодотворным направлением управления структурообразованием асфальтобетона является физико-химическое регулирование свойств объемного и структурированного нефтяного дорожного битума этиленглицидилакрилатом (ЭГА) в комбинации с катализатором структурирования ЭГА полифосфорной кислотой и поверхностная



вяжущих / В. И. Братчун, М. К. Пактер, В. Л. Беспалов, Н. А. Столярова // Науковий Вісник будівництва №59. – Харків: ХДТУБА, 2010. – С. 118-126.

### References

1. Asfal'topolimerserobeton s kompleksno-modifitsirovannoy mikrostrukturoy / Bratchun V. I., Bespalov V. L., Pakter M.K., Akhmed Talib Muttashar Muttashar // Zhurnal «Nauka i tekhnika v dorozhnoy otrasli». – RF: Moskva, 2013. – №3. – С. 35-41.
2. Bakhrahk G. S. Model' otsenki sroka sluzhby dorozhnoy odezhdyy nezhestkogo tipa / G. S. Bakhrahk // Nauka i tekhnika v dorozhnoy otrasli. – M.: 2002. – №2. – С. 17-20.
3. VBN V.2.3-218-186-2004 Dorozhniy odyag nezhorstkogo odyagu. Dorozhniya sluzhba avtomobil'nikh dorog Ukraini. – Kiiv, 2004. – 176 s.
4. Dorozhniy asfal'tobeton / L. B. Gezentsvey, N. V. Gorelyshev, A. M. Boguslavskiy, I. V. Korolev. – M.: Transport, 1985. – 350 s.
5. Zolotarev V. A. Perspektivy povysheniya dolgovechnosti asfal'tobetona / V. A. Zolotarev // Avtomobil'nyy transport i dorozhnoye khozyaystvo na rubezhe 3-go tysyacheletiya. – Khar'kov: KHTADTU, 2000. – С. 58-51.
6. Radovskiy B. S. Problema povysheniya dolgovechnosti dorozhnykh odezhd i metody yeye resheniya v SSHA / B. S. Radovskiy // Dorozhniya tekhnika, 2006. – С. 68-81.
7. Uglova Ye. V. Raschet ustalostnoy dolgovechnosti asfal'tobetonnykh pokrytiy: uchebnoye posobiye / Ye. V. Uglova, O. V. Drovaleva. – Rostov-na-Donu: Rostovskiy gosudarstvennyy stroitel'nyy universitet, 2008. – 104 s.
8. Fiziko-khimicheskiye printsipy polucheniya betonov povyshennoy dolgovechnosti s ispol'zovaniyem organicheskikh vyazhushchikh / V. I. Bratchun, M. K. Pakter, V. L. Bespalov, N. A. Stolyarova // Naukoviy Visnik budivnitsva №59. – Kharkiv: KHDTUBA, 2010. – С. 118-126.

### Bratchun V. I., Bespalov V. L. COMPREHENSIVE-MODIFIED ASFALTOBETONS OF INCREASED DURABILITY

*Theoretical and experimental substantiation of obtaining durable asphalt-concrete in the climatic conditions of Donetsk and Lugansk regions by complex modification of micro-, meso- and macrostructure, namely: oil road bitumen with ethylene glycidyl acrylate (2,0% by weight) in combination with polyphosphoric acid (0,2%), And mineral materials (crushed stone, artificial sand, mineral powder) with*

*ethylene glycidyl acrylate (0,7% by weight). The optimal temperature intervals for the production of asphalt-concrete mixtures modified by ethylene glycidyl acrylate – 150 - 155°C and seals 70-140°C.*

*Compound-modified ethylene glycidylacrylate asphalt concrete is characterized by a high average density ( $\rho_0 = 2453 \text{ kg/m}^3$ ), Marshall resistance at 60°C,  $P = 30 \text{ kN}$ , long water resistance ( $K_{wr} = 1,0$ ), bending strength at 20°C,  $R_b = 1,9 \text{ MPa}$ , fatigue life  $N_{20} = 65110$  cycles.*

**Key words:** *complex and modified asphalt and concrete mixture with ethylglycideacrylate, physical and deformative strength properties of modified asphalt and concrete, durability.*

**Братчун Валерий Иванович**, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Автомобильные дороги и аэродромы» Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры».

**E-mail:** bratv09@yandex.ru .

**Bratchun Valeriy Ivanovich**, doctor of Technical Sciences, professor, head of the department «Automobile roads and airfields» of the State educational institution of higher professional education «Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture».

**E-mail:** bratv09@yandex.ru

**Беспалов Виталий Леонидович**, к.т.н., доцент кафедры «Автомобильные дороги и аэродромы» Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры».

**E-mail:** bratv09@yandex.ru .

**Bespalov Vitaliy Leonidovich**, candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department «Automobile Roads and Aerodromes» of the State Educational Institution of Higher Professional Education «Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture».

**E-mail:** bratv09@yandex.ru .

**Рецензент:** *Дрозд Геннадий Яковлевич* – д.т.н., профессор кафедры «Городское и промышленное строительство» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля; г. Луганск.

*Статья подана 10.08.2017*

УДК 628.14:699.87

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Дрозд Г.Я.

**MODERNIZATION OF PIPELINE SYSTEMS LIFE SUPPORT**

Drozd G.Ya.

*Приведена идеология модернизации трубопроводных систем, заключающаяся в комплексном использовании современных материалов с их специфическими свойствами в сочетании с соответствующими бестраншейными технологиями. На основе анализа зарубежного и отечественного опыта санации трубопроводов предложен и охарактеризован алгоритм проведения работ по переоснащению инфраструктуры в коммунальной отрасли.*

**Ключевые слова:** модернизация, санация трубопроводов, полимерные материалы, бестраншейные технологии, надежность, долговечность

В продолжение темы, поднятой на страницах журнала [1], рассмотрим общие представления о модернизации трубопроводных систем ЖКХ с целью создания их нового поколения.

Модернизация – это обновление объекта, приведение его в соответствие с новыми требованиями и нормами, техническими условиями, показателями качества.

Объект модернизации – трубопроводные системы. Суть модернизации – замена в этой системе труб из низко надежных материалов на более современные полимерные путем санации.

Санация – это технологии восстановления, ремонта, замены и очистки труб трубопроводов.

Сложность решаемой задачи и предстоящие организационно-технические вызовы иллюстрируют следующие рассуждения и цифры. Из более чем 200 тыс. км коммунальных сетей первоочередные работы по замене аварийных участков предстоит осуществить на длине более 60 тыс. км (табл.1 [1]).

Таблица 1

**Потребность в полимерных трубах диаметром менее 500 мм для модернизации трубопроводных систем ЖКХ**

Сети	Протяженность, км	Процент труб, мм		Протяженность данного диаметра, км	Износ, %	Протяженность, км
		≤500	≤400			
Водоснабжение	113000	-*	73	82400	38	31200
Канализация	46000	60	-	27600	36	9900
Теплоснабжение (двухтрубное исчисление)	33200	-	95	31200	ок. 63	19600
<b>Итого</b>	<b>192200</b>			<b>141200</b>		<b>60700</b>

\*Примечание. Данные отсутствуют

Применение полимерных труб в новом поколении трубопроводов не только благотворно скажется на надежности и долговечности сетей, но и значительно упростит и удешевит процесс их реконструкции за счет свойств полимерных материалов и специальных технологий, основанных на этих свойствах.

Речь идет о возможности использования бестраншейных технологий.

Представим себе ситуацию демонтажа старой трубопроводной системы традиционным открытым способом (с рытьем котлованов) и оценкой объема удаляемых конструкций и их утилизацией (табл. 2).

Усредненное значение одного погонного метра демонтируемых труб составляет 105 кг, одного километра – соответственно 105 т, а масса всей подлежащей замене сети протяженностью около 61 тыс. км превышает 6,3 млн т. На трубопроводных сетях находится также большое количество всевозможных колодцев, камер и прочих сооружений из кирпича, камня и бетона (для канализации в данном диапазоне диаметров труб расстояние между ними 50-75 м), что в целом составляет не менее миллиона единиц.

Таблица 2

**Масса погонного метра демонтируемых труб в сопоставлении с полимерными трубами [2]**

Диаметр, мм	Масса 1 погонного метра, кг				
	Сталь	Керамика	Асбестоцемент	Бетон, ж/б	Полимерные
200	30	43	31	100	2,5
300	59	79	58	150	5,7
400	80	115	98	198	8,7
500	101	155	149	300	13,2

При гипотетически полном демонтаже восстанавливаемого участка образуются требующие утилизации отходы, количество которых измеряется миллионами тонн. Это создаст проблему их переработки, размещения или захоронения. Применение бестраншейных технологий позволит многократно уменьшить объем отходов и в щадящем режиме для окружающей среды осуществить процесс реконструкции трубопроводных систем. На сегодняшний день существуют десятки различных технологий санации (длинный и короткий релайнинг, «метод чулка», метод Flexogen, технология U-Liners и многие другие [3]), которые эффективно использовать для каждого конкретного случая.

Обратная задача: монтаж трубопроводов из полимерных труб связан с наличием и качеством этих труб. Приближенная потребность в полимерных трубах диаметром до 500 мм для восстанавливаемого участка, исходя из среднего

значения массы 1 погонного метра трубы в 10 кг (табл. 2), составляет примерно 610 тыс. т. В настоящее время наиболее востребованными являются полимерные трубы: полиэтиленовые, поливинилхлоридные, полипропиленовые.

**Полиэтиленовые трубы.** Производство полиэтиленовых труб – наиболее крупный сегмент украинского рынка полимерных труб. Большинство отечественных производителей ориентируют свои предприятия на выпуск этой трубной продукции как наиболее востребованной во всех отраслях коммунальной сферы и промышленности. При существующих объемах отечественного производства полимерных труб 20-25 тыс. т/год (табл. 3) это позволит ежегодно обновлять 2-3 тыс. км трубопроводов (из расчета 10 т труб на 1 км). В итоге весь процесс обновления аварийных трубопроводов займет 20-30 лет.

Таблица 3

**Соотношение производства полиэтиленовых труб по назначению в Украине [ по «Полимерные трубы-аналитика рынка 2013» ]**

Год	Производство полиэтиленовых труб			
	Для водоснабжения и канализации		Для газоснабжения	
	т	%	т	%
2006	11200	32	23800	68
2007	19930	47	22470	53
2008	25310	59	17590	41
2009	18417	72	7180	28
2010	17090	67	8420	33
2011	24380	70	10600	30
2012	18680	68	8810	32
2013	21130	82	4600	18

Параллельно, в это же время, будет происходить износ оставшейся части эксплуатирующихся трубопроводов, и процесс их обновления будет продолжаться, для чего опять будут необходимы полимерные трубы.

Касательно полимерной трубной продукции. Для повышения статуса модернизации трубопроводных систем, которые в данной ситуации являются знаковым объектом для производителей-

конкурентов за сбыт своей продукции, необходимо повысить требования к качеству труб. Основные характеристики труб, как то: долговечность, надежность, химическая стойкость, износостойкость – должны гарантироваться заводом-изготовителем. При этом гарантии должны быть не декларативно-рекламными, а юридически оформленными обязательствами по возмещению убытков [4].

На сегодняшний день на предприятиях ЖКХ действует «пожарная стратегия» – действовать лишь тогда, когда «горит» в условиях нехватки времени. Поэтому ликвидация аварий осуществляется материалами и способами, которые есть под рукой. В итоге затраты на такие мероприятия неэффективны и уходят буквально в «черную дыру».

Процент санирования трубопроводов в стране минимальный в сравнении с зарубежными странами. Использование современных методов санации отечественными предприятиями носит пока не системный и, по сути, локальный характер и скорее является исключением из необходимого правила. Обобщение опыта таких предприятий по ликвидации аварий и санации трубопроводов явилось основой по созданию своеобразной пошаговой инструкции модернизации трубопроводных систем и последующего их обслуживания. Приведенные ниже соображения, возможно, станут основой для разработки необходимых правил, целевой программы для осуществления модернизации трубопроводных систем, а также соответствующих нормативных и законодательных актов

Исходя из приведенных выше рассуждений об объеме предстоящих работ, необходимых материальных ресурсах и сроках реализации проекта в условиях ограниченности времени, рассмотрим план действий и основные его этапы на основе схемы (рис. 1).

Эти сведения являются важными для принятия решений при планировании мероприятий по восстановлению и ремонту трубопроводных систем и последующей их эксплуатации.

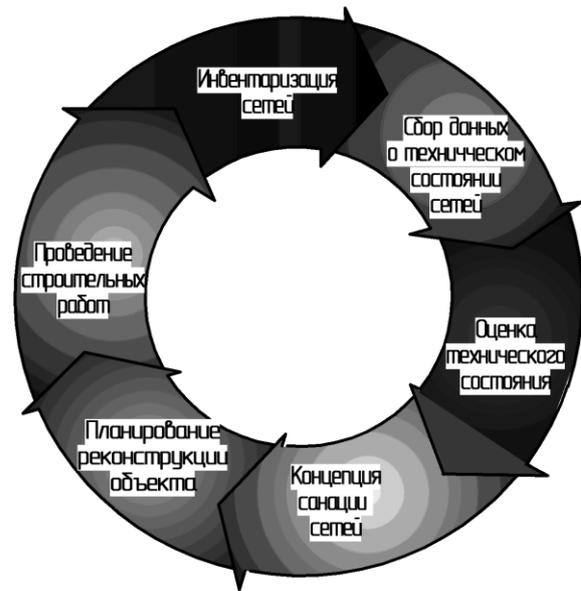


Рис. 1. Основные этапы модернизации трубопроводных сетей

Сбор данных о техническом состоянии сетей. Качество сбора данных должно отводиться центральное место. Инспекция должна осуществляться как проходом по трассе сети специалистами (простой осмотр), так и путем диагностики внутреннего состояния трубопровода с помощью технических средств – дистанционно управляемых видеокамер, предназначенных досмотра труб (рис. 2).

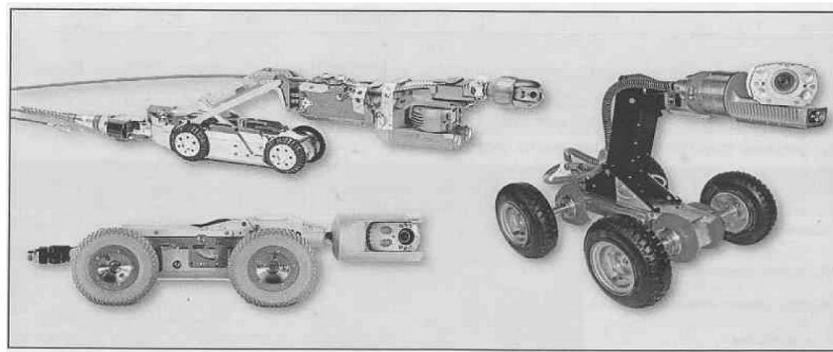


Рис. 2. Передвижные видеокамеры для телеинспекции трубопроводов различных диаметров

Результаты инспекции трубопроводов должны документироваться в соответствующем кадастре. С помощью инвентарных данных сетей необходимо составить планы инспекции и снабдить их номерами колодцев, сооружений и направлений для однозначной идентификации результатов инспекции.

**Оценка технического состояния.** Основой для оценки технического состояния

трубопроводных сетей является их тщательный осмотр, дополненный при необходимости проверкой герметичности (рис. 3).

Использование ТВ-роботов для инструментального обследования трубопроводов дает возможность от фотографий и видеозаписей перейти к количественной оценке технического состояния канализационных сетей.

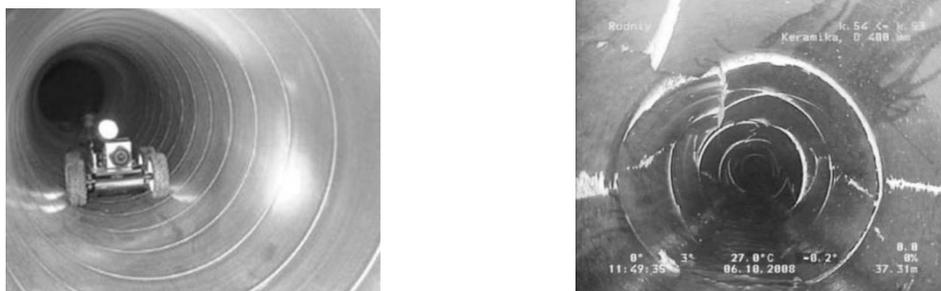


Рис. 3. Телеинспекция трубопровода и фиксируемый дефект керамической трубы

Для этого в мировой практике используется система индексации всех дефектов по их эксплуатационной значимости. Примером такой системы может служить приведенная в табл. 4 эксплуатационная значимость повреждений железобетонных труб, выраженная в баллах. Баллы от

0 до 10 определены на основе ТВ видеозаписей. Они отражают фактическое физическое состояние трубопровода. 0 – труба в идеальном состоянии, в то время как 10 – труба непригодна к использованию (аварийное состояние) [3].

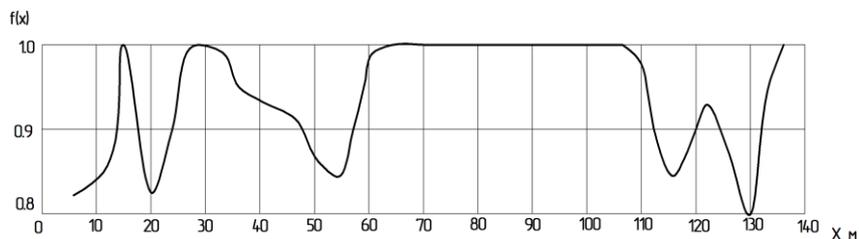


Рис. 4. Пример графика функции ослабления для участка трубопровода, обследованного телевизионной установкой

Таблица 4

**Пример оценки повреждений в баллах по их эксплуатационной значимости**

Состояние коллектора	Удовлетворительное	Предаварийное	Аварийное
Обозначение	У	ПА	А
1	2	3	4
Вид дефекта или повреждения и его эксплуатационная значимость в баллах	<ul style="list-style-type: none"> <li>Разгерметизация стыков - 1 балл</li> <li>Одиночная продольная трещина трубы с раскрытием на 1-5 мм и протяженностью до 0,5l трубы - 1 балл</li> <li>Одиночная поперечная трещина в лотке - 1 балл</li> <li>Осевое расхождение стыков до 4 см - 2 балла</li> <li>Одиночная поперечная трещина в своде - 2 балла</li> <li>Трещиноватость с раскрытием трещин 1-5 мм на площади до 0,5 м<sup>2</sup> - 2 балла</li> <li>Одиночный вывал бетона в лотке с обнажением арматуры - 2 балла</li> <li>Слой коррозии бетона до 5мм - 3 балла</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Осевое расхождение стыков более чем на 4 см - 3 балла</li> <li>Поперечное смещение торцов труб относительно оси коллектора в стыках до 0,2d трубы - 3 балла</li> <li>Одиночная продольная трещина с раскрытием 1-5 мм и протяженностью более 0,5 l трубы - 3 балла</li> <li>Трещиноватость с раскрытием трещин до 5мм площадью от 0,5 м до 1 м - 3 балла</li> <li>Одиночная кольцевая трещина с раскрытием 1-5 мм - 4 балла</li> <li>Выкрошивание бетона с внутренней поверхности с обнажением арматуры на площади до 0,5 м<sup>2</sup> - 4 балла</li> <li>Продольный разлом трубы протяженностью до 0,25 l - 4 балла</li> <li>Слой коррозии бетона свода до арматуры (отсутствие защитного слоя) - 5 баллов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Поперечное смещение торцов труб относительно оси коллектора в местах стыков на величину более 0,2 d - 5 баллов</li> <li>Трещиноватость с раскрытием трещин до 5 мм площадью более 1 м<sup>2</sup> - 6 баллов</li> <li>Продольный разлом трубы, протяженностью от 0,25 l до 0,5 l - 6 баллов</li> <li>Выкрошивание бетона с внутренней поверхности трубы до обнажения арматуры на площади более 0,5 м<sup>2</sup> - 7 баллов</li> <li>Одиночный вывал бетона в своде с обнажением арматуры - 7 баллов</li> <li>Продольный разлом трубы, протяженностью более 0,5 l - 8 баллов</li> <li>Кольцевой перелом трубы - 9 баллов</li> <li>Сквозной пролом трубы - 10 баллов</li> <li>Сплошное разрушение свода - 10 баллов</li> </ul>

В рассматриваемой таблице приведены баллы для железобетонных труб. Аналогичную таблицу можно разработать и для труб из другого материала.

Десятибалльная система позволяет количественно оценить степень нарушения целостности и значимость каждого из этих нарушений для эксплуатации коллектора. Функция ослабления позволяет в виде графика визуально оценивать состояние обследованного участка трубопровода [3,5].

После полного анализа видеозаписей и отчетов в зависимости от состояния трубопроводов определяется очередность реконструкции и производится выбор метода ремонтных работ, чтобы сконцентрировать усилия на ремонте тех труб, которые повреждены в большей степени и требуют скорейшего восстановления. Это означает, что ремонт необходимо начинать с участка с индексом 10 – полностью непригодного к использованию трубопровода и затем постепенно снижаться до индекса 0 – идеального по качеству трубопровода, не требующего ремонта. Однако первоочередность работ оценивается и по другим факторам. Например, трубопроводы, проложенные вблизи водозаборов, рек и озер, следует ремонтировать в первую очередь. Особого внимания требуют и те участки городских улиц, где трубопроводы располагаются глубоко под землей и интенсивность движения городского транспорта очень высокая.

Из соответствующего класса состояния следует необходимость действий (табл. 5).

Таблица 5

**Влияние состояния объекта на срочность принятия решений**

Оценка состояния	Необходимость действий
Очень существенный дефект (промедление опасно)	Немедленно
Существенный дефект	В краткосрочной перспективе
Средний дефект	в среднесрочной перспективе
Легкий дефект	В долгосрочной перспективе
Незначительный дефект	Нет необходимости действий
Дефектов нет	Безаварийное состояние

**Концепция санации.** Этап выработки концепции позволяет получить общие представления о предстоящих мероприятиях: определить наиболее эффективные действия по санации и их очередность, обосновать необходимые

бюджетные средства, подготовить соответствующие решения, согласовать запланированные мероприятия с ведомствами водного хозяйства, привлечь других участников (например, из дорожного строительства).

На этом этапе согласовываются между собой надежность эксплуатации, стоимость трубопроводной сети и затраты. Наибольший потенциал экономии затрат заложен в хорошо продуманной концепции, основанной на сравнении различных вариантов, к пример, существенные дефекты нужно устранять срочно, а легкие повреждения – позже. Однако в долгосрочной перспективе, с экономической точки зрения может оказаться более целесообразным расширить объемы восстановительных работ и вместе с существенными дефектами провести реконструкцию участков сетей со средними и легкими повреждениями. В этом случае не понадобится проводить дополнительные действия по реконструкции. Необходимо также учесть, что дефекты увеличиваются с течением времени. Поэтому мероприятия, предусмотренные в концепции, влияют на безопасность эксплуатации, стоимость сети и затраты на ремонт в будущем.

Это же касается выбора метода и вида санации. Например, в зависимости от видов дефектов санацию можно провести путем:

а) локальных ремонтов, при этом - эффект: сравнительно низкие затраты, но и малая продолжительность эксплуатации – 2-10 лет;

б) путем восстановления протяженных дефектов закрытым способом – эффект: средние затраты и средние сроки эксплуатации – 20-50 лет;

в) путем полной замены открытым способом – эффект: высокие затраты, но и высокая продолжительность эксплуатации – более 50 лет.

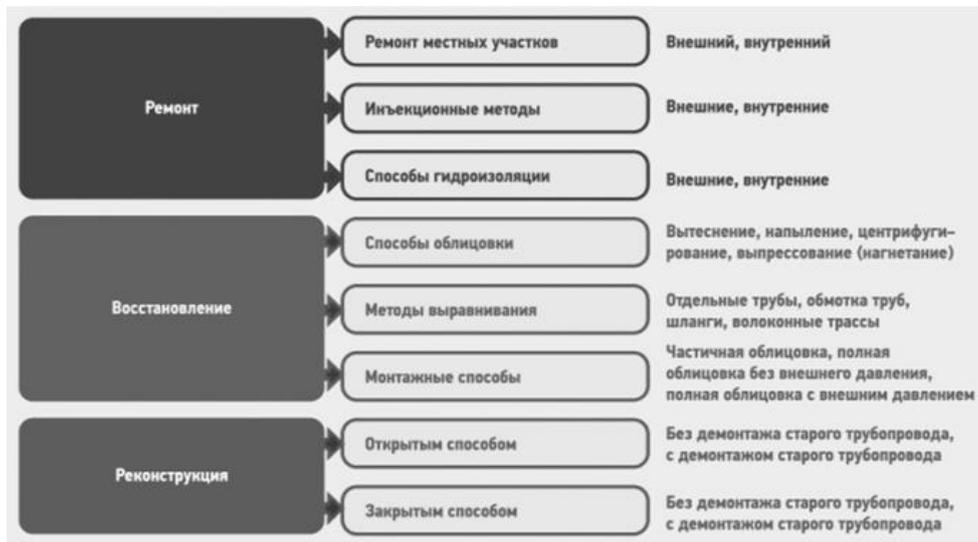
Финансовые возможности определяют и виды санации. Исходя из зарубежного опыта, рекомендуется выбирать виды санации с длительным сроком эксплуатации. Однако в краткосрочной перспективе этот выбор повлечет за собой более высокие затраты.

**Планирование реконструкции объекта.** Определенные в концепции очереди строительства необходимо тщательно спланировать. Возможно, необходимо собрать дополнительные данные (состояние грунта, уровень грунтовых вод, расположение газопроводов, водопроводов, кабельных линий и проч.).

Из существующих многочисленных методов санации сетей и колодцев необходимо выбрать наиболее подходящий метод для конкретного случая (табл. 6).

Таблица 6

Способы реконструкции трубопроводов



*Ремонт.* Методы ремонта применяют для устранения локальных повреждений (уплотнение стыков, устранение свищей и проч.) либо традиционным способом, с разрытием котлована, либо изнутри трубопровода, с использованием специальной робототехники (рис. 5).

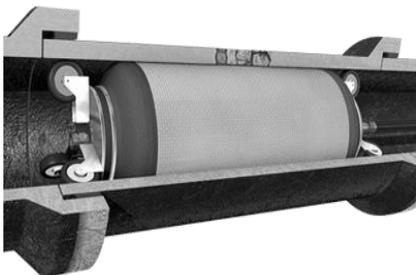
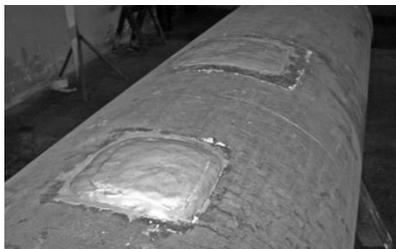


Рис. 5 Ремонт трубы снаружи и изнутри

*Восстановление.* При ремонте и восстановлении трубопроводов используют открытый и закрытый способы производства работ. Одним из наиболее часто применяемых является способ ремонта сети, основывающийся на принципе «вскрой-замени». Это вскрытие траншеи, удаление старой трубы и установка новой. Такой способ может быть либо очень дорогостоящим (при большой глубине заложения трубопровода), либо очень дешевым – если трубопровод расположен

близко к поверхности. Вместе с тем открытый способ имеет ряд недостатков: пространство для транспорта, особенно в густонаселенных пунктах, довольно ограниченное, создаются неудобства для жителей данного района, и в первую очередь для пешеходов.

Часто возникает необходимость принимать меры к понижению уровня грунтовых или дождевых вод; при ведении работ приходится учитывать наличие параллельных и пересекающихся городских коммуникаций; существует необходимость решать проблемы, связанные с водоотливом и укреплением стенок разрабатываемых траншей. Альтернативой является закрытый способ – применение бестраншейных технологий (рис. 6).



Рис. 6. Открытый и закрытый способы восстановления трубопровода

В передовой зарубежной практике 95% всех работ, связанных с прокладкой подземных коммуникаций, производится бестраншейными способами. Во многих крупных зарубежных городах прокладка инженерных коммуникаций открытым способом запрещена. Необходимо отметить, что в Европе постоянно растет число объектов, где

находят применение различные методы бестраншейной технологии (рис. 7) ремонта и прокладки коммуникаций, причем этот рост более стремительный, чем в США, так как большинство крупнейших городов с подземной инфраструктурой было построено несколько столетий назад [6, 7].

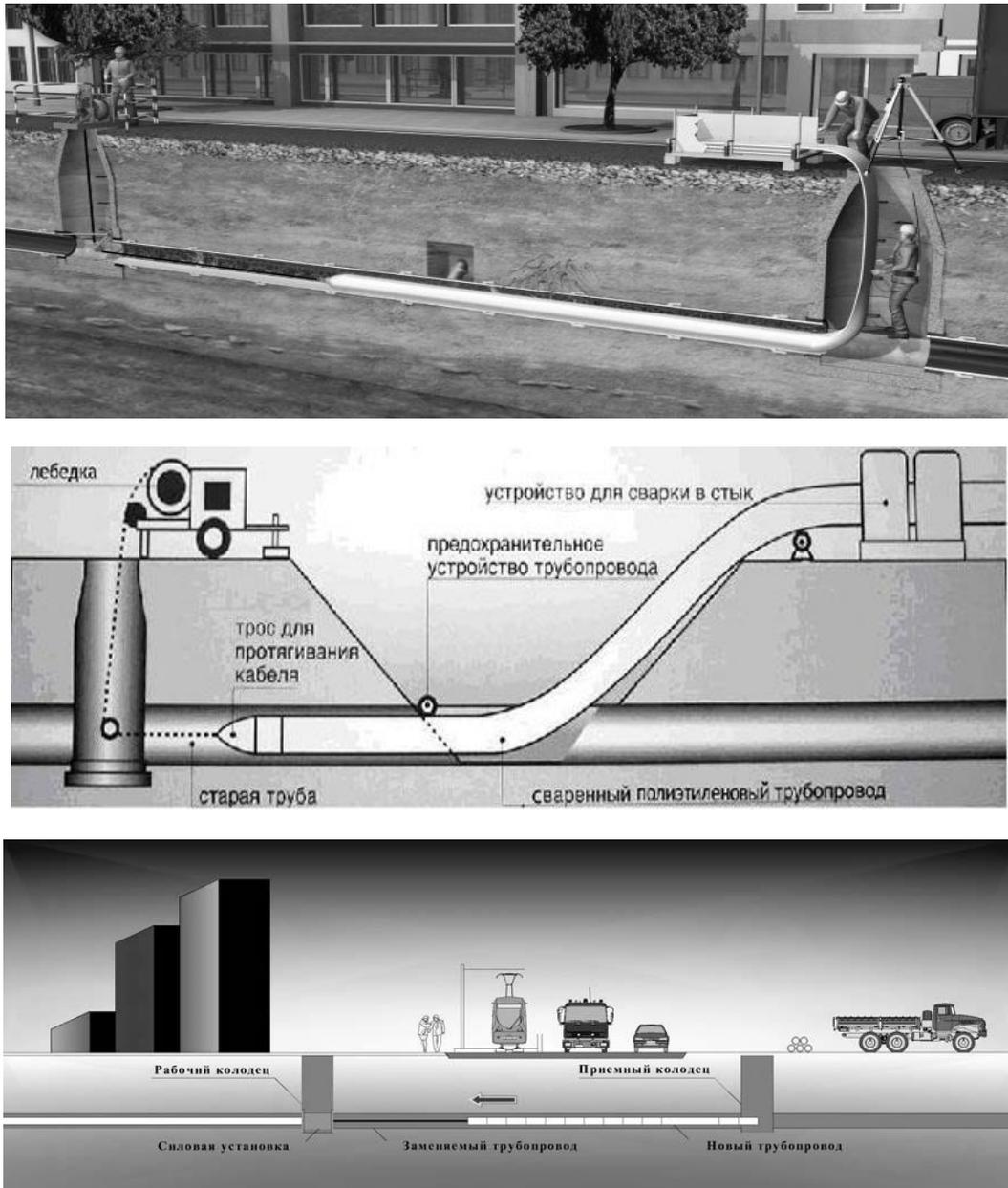


Рис.7. Бестраншейные технологии восстановления трубопроводов по изношенному каналу: метод «чулка», метод протяжки плети полиэтиленовых труб, метод монтажа из коротких труб [3, 8]

*Реконструкция (замена).* В случае замены старого трубопровода меняют на новый.

Замена – самый гибкий вид санации, особенно для трубопроводов, выполненных из хрупких материалов. При этом трассу трубопровода, его диаметр и материал, а также конструктивное исполнение можно выбирать из текущих

требований. Если в перспективе предстоит пропускать большие объемы жидкости, то замена трубопровода – это безальтернативное решение. Замену трубопроводов, если имеются возможности, можно осуществить открытым способом строительства (рис. 8).



Рис.8. Замена трубопровода открытым способом строительства

Однако более современными и экологически безопасными являются бестраншейные способы замены. Они имеют ряд преимуществ прежде всего

в районах главных автомагистралей и центральной части городов, так как они лишь незначительно влияют на надземную инфраструктуру. Кроме того, они позволяют заменять трубопроводы с увеличением их диаметра путем механического разрушения старой конструкции с последующей протяжкой нового трубопровода (рис. 9). Технология берстлинг особенно эффективна для трубопроводов, выполненных из хрупких материалов [3, 9]. При использовании этого метода вслед за головкой, разрушающей старую трубу и вытесняющей окружающий грунт, втягивается новая труба. При этом не возникает проблем с утилизацией старых конструкций (рис. 9).

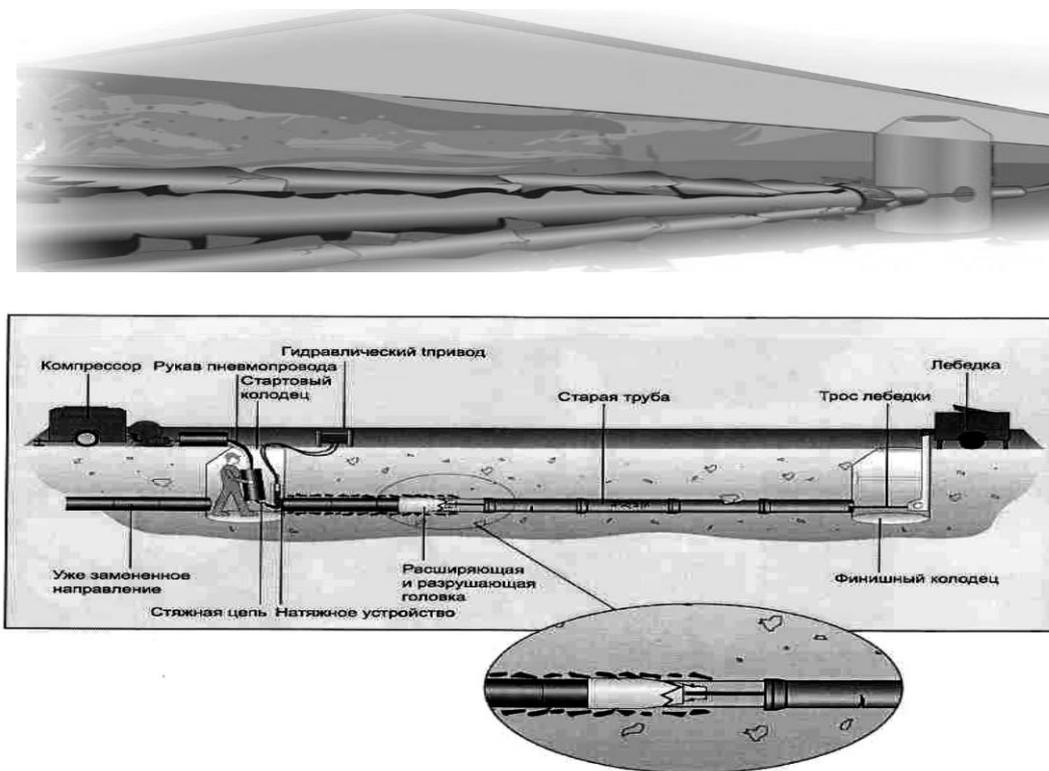


Рис.9. Бестраншейная замена труб (технология берстлинга)

**Проведение строительных работ.** Проведение работ по санации трубопроводов должны проводить специализированные организации, оснащенные всем необходимым оборудованием и имеющие профессиональный опыт. Ремонт и восстановление сетей должны сопровождаться надзором и контролем. Сторонний контроль должны осуществлять независимые специалисты и сертифицированные лаборатории, контролирующие кроме всего прочего используемые материалы и их свойства. Приемка работ должна осуществляться путем проверки герметичности системы и обследования передвижной видеокамерой. Все проведенные мероприятия должны быть внесены в соответствующий кадастр.

**Заключение.** Для успешной модернизации трубопроводных систем необходимо выполнить ряд организационных мероприятий:

- внести изменения в нормативно-техническую базу, обязывающие применять только гарантированно надежные и долговечные материалы для трубопроводных систем ЖКХ;
- обязать все эксплуатирующие сети предприятия провести их инвентаризацию и создать соответствующий кадастр;
- согласовать с производителями полимерных труб их номенклатуру и требуемые объемы производства в соответствии с планируемыми работами;

- определить предприятия-участники для производства работ по санации трубопроводов с соответствующим лицензированием и сертификацией;
- подготовить профессиональные кадры;
- разработать специальную программу и изыскать финансирование.

### Литература

1. Дрозд Г.Я. Труба дело или дело в трубе / Водоочистка .Водоподготовка. Водоснабжение, №7, 2016, с. 34 –47.
2. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации / Под ред. А.К. Перешивкина. М.: Стройиздат, 1988. – 653с.
3. Дрозд Г.Я., Зотов Н.И., Маслак В.Н. Канализационные трубопроводы: надежность, диагностика, санация. Донецк: ИЭП НАН Украины, 2000, –260 с.
4. Исаев В.Н., Хургин Р.Ю. Трубопроводные коммунальные системы/ Композиты 21 век, май, 2011.
5. Шаповалов В., Тархов Е., Богданов А. и др. Количественная оценка технического состояния канализационных коллекторов //Водоснабжение и санитарная техника.–1985, №3. – с. 6-8.
6. Гончаренко Д.Ф. Эксплуатация и восстановление сетей водоотведения.– Харьков: Консум, 2007. – 400 с.
7. Орлов В.А., Харькин В.А. Разработка стратегии восстановления городских водоотводящих сетей // РОСТ. – 2001. – №3. – С. 20–27.
8. Электронный ресурс: <http://truba.prom.ua> > g277186-sanatciya-remont.
9. Электронный ресурс: <http://www.lfu.bauem.de>.

### References

1. Drozd G.Ya. Truba delo ili delo v trube / Vodoochistka .Vodopodgotovka. Vodosnabzhenie, №7, 2016, s.34 -47.
2. Montazh sistem vneshnego vodosnabzheniya i kanalizacii / Pod red. A.K.Pereshivkina. M.: Strojizdat, 1988.- 653s.
3. Drozd G.Ya., Zotov N.I., Maslak V.N. Kanalizacionnye truboprovody: nadezhnost', diagnostika, sanaciya Doneck: ГЕР НАН Ukrainy, 2000, -260s.
4. Isaev V.N., Hurgin R.Yu. Truboprovodnye kommunal'nye sistemy./ Kompozity 21 vek, maj, 2011.

5. Shapovalov V., Tarhov E., Bogdanov A. i dr. Kolichestvennaya ocenka tehniceskogo sostoyaniya kanalizacionnyh kollektorov //Vodosnabzhenie i sanitarnaya tehnika.-1985, №3.-s.6-8.

6. Goncharenko D.F. `Ekspluataciya i vosstanovlenie setej vodootvedeniya.- Har'kov: Konsum, 2007.- 400 s.

7. Orlov V.A., Har'kin V.A. Razrabotka strategii vosstanovleniya gorodskih vodootvodyaschih setej // ROST. - 2001. - №3. - S. 20-27

8. `Elektronnyj resurs: <http://truba.prom.ua> > g277186-sanatciya-remont

9.`Elektronnyj resurs: <http://www.lfu.bauem.de>

**Drozd G. Ya.**

### MODERNIZATION PIPELINE LIFE SUPPORT SYSTEMS

*The ideology of modernization of pipeline systems is presented, consisting in the complex use of modern materials with their specific properties in combination with appropriate trenchless technologies. Based on the analysis of the foreign and domestic experience in the rehabilitation of pipelines, an algorithm for performing the work on the re-equipment of infrastructure in the communal sector was proposed and described.*

**Key words:** modernization, rehabilitation of pipelines, polymeric materials, trenchless technologies, reliability, durability

**Дрозд Геннадий Яковлевич**, д.т.н., профессор кафедры «Городское и промышленное строительство» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля; г. Луганск.  
**E-mail:** drozd.g@mail.ru

**Drozd Gennadiy Jacob**, d.t.s., professor of department «City and industrial building» of Institute of building, architecture and housing of communal economy of the Lugansk national university of the name of Vladimir Dalya; Lugansk.

**E-mail:** drozd.g@mail.ru.

**Рецензент: Андрийчук Н.Д.** д.т.н., проф., директор института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства.

*Статья подана 10.08.2017*

УДК 624.131.37:624.148.2

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ НА РАСТЯЖЕНИЕ ПРИ ИЗГИБЕ ВИБРОПРЕССОВАННОГО БЕТОНА С МЕТАЛЛОАБРАЗИВНЫМИ ОТХОДАМИ

Засько В.В.

### RESEARCH OF DURABILITY ON STRETCHING AT THE BEND THE VIBROPRESSED CONCRETE WITH METALABRASIVE WASTE

Zasko V.V.

*В работе представлен сравнительный анализ прочности на растяжение при изгибе и показателей трещиностойкости бетона, дисперсно-уплотненного разным количеством микрочастиц, полученных из шлифовальных отходов металлообработки автомобильных клапанов. Образцы получали вибропрессованием пуансонами с наклонной рабочей поверхностью. Получены величины критических коэффициентов интенсивности напряжений и определены прочностные характеристики бетонов на растяжение при изгибе дисперсно-уплотненных микрочастицами шлифовальных отходов металлообработки. Установлено, что наибольшую прочность на растяжение при изгибе и трещиностойкость имеют образцы, содержащие 10 % дисперсно-уплотненной добавки.*

**Ключевые слова:** вибропрессованный бетон, дисперсное уплотнение, прочность на растяжение при изгибе, механика разрушения, трещиностойкость, энергетические и силовые характеристики трещиностойкости, коэффициент интенсивности напряжений.

**Введение.** Расширение области применения бетона в строительстве, ужесточение условий эксплуатации бетонных конструкций требует постоянного улучшения таких свойств бетона, как: прочность на растяжение при изгибе, трещиностойкость, сопротивление бетона ударным и динамическим воздействиям, абразивному износу и т.д. Этого можно добиться, дисперсно уплотняя бетон различными волокнами [1,2]. Как известно, армирование и уплотнение бетона волокнами модуль упругости которых выше, чем модуль упругости бетонной матрицы, способствует повышению прочностных характеристик. Абразивосодержащие отходы металлообработки представляют интерес как средство для повышения ударной и динамической прочности, износостойкости бетона [3, 4].

При исследовании трещиностойкости дисперсно уплотненных бетонов целесообразно использовать закономерности механики

разрушения, позволяющей изучить характер и условия распространения трещин. Возникает необходимость определения характеристик трещиностойкости дисперсно уплотненного бетона, а именно критического коэффициента интенсивности напряжений (ККИН), который определяется экспериментально, называется вязкостью разрушения и является константой для материала. Ввиду того, что напряжения в устье трещины стремятся к бесконечности, а характер изменения напряжений для различных материалов и форм устья трещины является весьма разнообразным, в теории механики разрушения вводится понятие «коэффициент интенсивности напряжений» (КИН). Определение направления и длины развития трещины производится сравнением КИН, определенного по расчету, и ККИН. Подробно теория механики разрушения изложена в специализированной литературе [5,6,7].

**Цель работы:** выполнить исследования прочности на разрушение при изгибе и трещиностойкость бетона, уплотненного шлифовальными отходами металлообработки автомобильных клапанов.

**Методика исследования.** Испытание образцов для определения прочности на растяжение при изгибе выполняли по методике ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам» [8], которая состоит в измерении минимальных усилий, разрушающих специально изготовленные контрольные образцы-призмы размером 70x70x280 мм при их статическом нагружении с постоянной скоростью нарастания нагрузки, и последующем вычислении напряжений при этих условиях.

Испытания производили на испытательной машине по схеме, показанной на рис. 1, при нагружении до разрушения при постоянной скорости нарастания нагрузки ( $0,05 \pm 0,01$ ) МПа/с в серии, состоящей из 6 образцов.

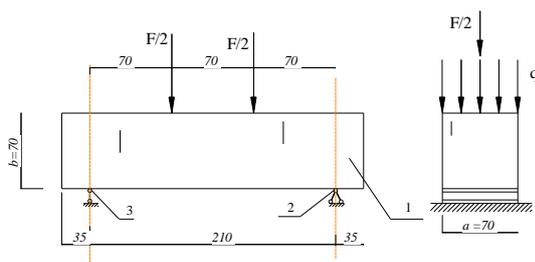


Рис. 1. Схема испытания на растяжение при изгибе:  $a, b$  – ширина и высота образца;  $F$  – нагрузка;  $q$  – распределенная нагрузка;  $l$  – пролет; 1 – образец; 2 – шарнирно-неподвижная опора; 3 – шарнирно-подвижная опора

Прочность бетона на растяжение при изгибе вычисляли с точностью до 0,1 МПа по формуле:

$$R_{ib} = \delta \cdot \frac{F \cdot l}{a \cdot b^2} \cdot K_w, \quad (1)$$

где  $F$  – разрушающая нагрузка, Н;

$a, b, l$  – ширина, высота поперечного сечения и расстояние между опорами соответственно, мм;

$\delta$  – масштабный коэффициент для приведения прочности бетона к прочности бетона в образцах базовых размеров и формы. Для образцов с ребром 70

мм  $\delta=0,86$  для тяжелого бетона на растяжение при изгибе (табл. 4) [8];

$K_w$  – поправочный коэффициент для ячеистого бетона, учитывающий влажность образцов в момент испытания.

Статистическую обработку полученных экспериментальных данных прочности бетона на растяжение при изгибе в серии образцов выполняли в программе Statistika.

**Результаты исследований.** Результаты определения прочности в условиях естественного твердения свежесформованного бетона и в возрасте 1-х, 3-х и 28-ми суток представлены в табл. 1.

В результате проведенных экспериментов установлено, что максимальные величины прочностных характеристик на растяжение при изгибе наблюдаются при угле наклона пуансона в  $20^\circ$  при различных процентах введения уплотняющей добавки. При этом введение в состав бетонной смеси добавки из шлифовальных отходов в количестве 4,5 % от массы цемента увеличивает прочность на растяжение при изгибе на 31,6 %, при количестве добавки 10 % - на 35,9 %, при количестве добавки 15 % - на 33 %.

Т а б л и ц а 1

Прочность на растяжение при изгибе бетона, полученного вибропрессованием со сдвигом

Содержание добавки, %	Угол наклона пуансона	Прочность на растяжение при изгибе, МПа в возрасте			
		свежесформованного	1-х суток	3-х суток	28-ми суток
0	10	0,06	3,26	3,38	5,43
	20	0,066	3,56	3,71	5,93
	30	0,062	3,41	3,54	5,9
4,5	10	0,078	3,52	4,16	7,92
	20	0,085	3,84	4,78	8,68
	30	0,082	3,62	4,57	8,29
10	10	0,083	4,1	4,46	8,45
	20	0,089	4,45	4,85	9,25
	30	0,086	4,28	4,67	8,89
15	10	0,079	3,64	4,43	8,09
	20	0,086	3,97	4,81	8,86
	30	0,083	3,79	4,6	8,47

Характеристики трещиностойкости определяли по методике ГОСТ 29167-91 «Методы определения характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении» [9].

Для определения характеристик трещиностойкости испытывали образцы с начальным надрезом и записывали диаграмму F-V. По результатам испытаний определили основные силовые и энергетические характеристики трещиностойкости.

Для определения характеристик трещиностойкости при равновесных испытаниях применяли образцы-призмы как для испытаний на изгиб с размерами  $70 \times 70 \times 280$  мм, имеющие начальные надрезы: нижний  $a_o = 25$  мм и верхний  $a_{ot} = 5$  мм (рис. 3).

Испытания проводили сериями из четырех образцов-близнецов, каждая – на специальной испытательной машине со специальной следящей системой и быстродействующей обратной связью (рис. 4); при этом средства измерения обеспечивали непрерывную двукординатную запись диаграммы F-V.

Испытания проводили при температуре воздуха в помещении  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  и относительной влажности не менее 50%. Линейные размеры образцов измеряли с погрешностью 1 мм, их перемещения – 0,01 мм, усилия, действующие на образец, – 1% измеряемого максимального усилия.

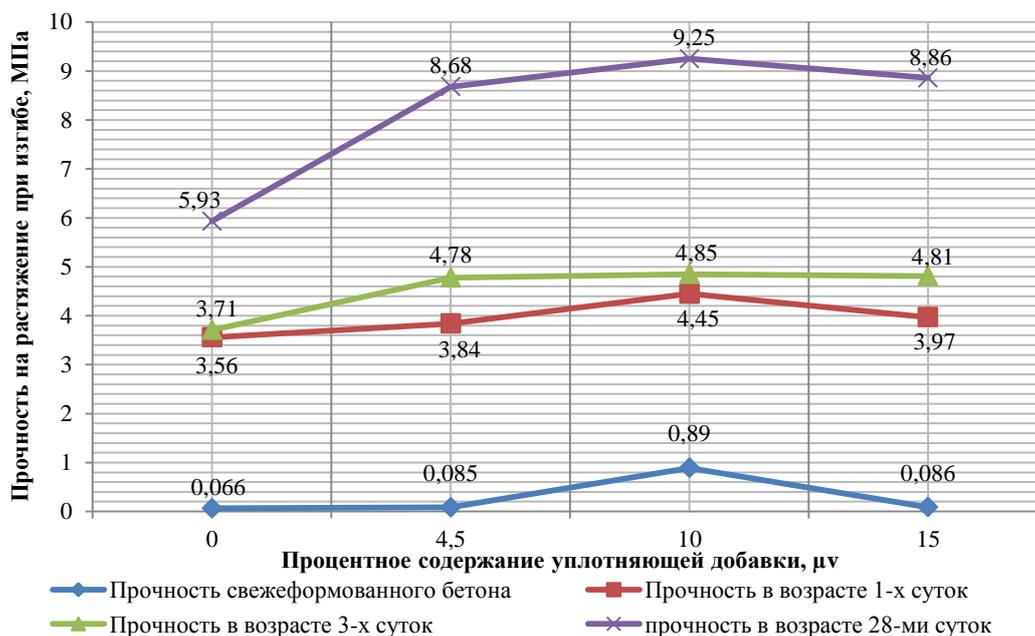


Рис. 2. Зависимость прочности на растяжение при изгибе бетона от процентного содержания уплотняющей добавки из шлифовальных отходов при вибропрессовании со сдвигом

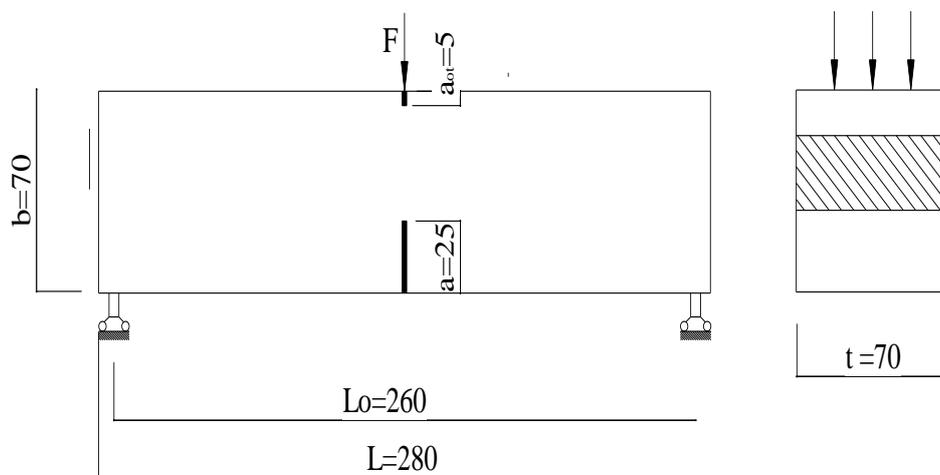


Рис. 3. Схема образца для испытания на трехточечный изгиб

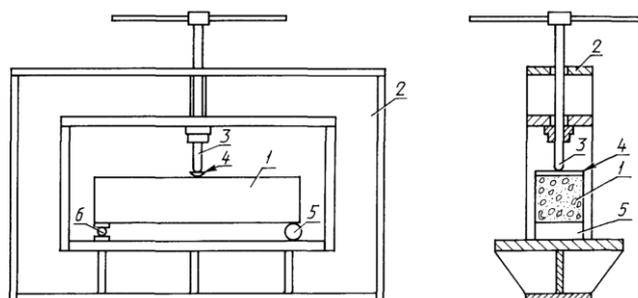


Рис. 4. Схема проведения равновесных испытаний образцов: 1 – образец; 2 – загружающее устройство; 3 – нагружающий винтовой силоизмерительный штوك; 4 – распределительная балка; 5 – роликовая опора; 6 - шарнирная опора

Скорость нагружения образцов устанавливали по скорости перемещения нагружающей плиты пресса в пределах 0,02 – 0,2 м/с, время испытаний составляло не менее 1 минуты. Образцы нагружали непрерывно до их разделения на части с фиксацией полной диаграммы состояния материала F-V.

Для определения критического коэффициента интенсивности напряжений  $K_c$  и полных удельных упругих энергозатрат на статическое деформирование до деления на части  $G_{cm}$  на стадии локального деформирования производили 5 кратковременных разгрузений образцов для определения линии разгрузок.

По результатам испытаний была установлена нагрузка трещинообразования и критический коэффициент интенсивности напряжений, нагрузка, соответствующая достижению образцом предела прочности, соответствующие нормальные напряжения в материале.

По окончании испытаний провели обработку результатов, для чего полную диаграмму состояния трансформировали в расчетную и провели дополнительные построения. Планиметрированием определили энергозатраты на отдельные этапы деформирования и разрушения образца  $W_m$ ,  $W_e$ ,  $W_l$ ,  $W_{ui}$ ,  $W_{ce}$ .

Расчетным путем определили значения силовых и энергетических характеристик трещиностойкости по зависимостям:

- удельные энергозатраты на начало статического разрушения  $G_i$ , МДж/м<sup>2</sup>:

$$G_i = \frac{W_m + W_e}{t \cdot (b - a_0 - a_{0r})}, \quad (2)$$

где  $W_m$  – энергозатраты на процессы развития и слияния микротрещин до формирования магистральной трещины статического разрушения, МДж;

$W_e$  – энергозатраты на упругое деформирование до начала движения магистральной трещины статического разрушения, МДж;

$t$  и  $b$  – размеры образца, м;

$a_0$  и  $a_{0r}$  – длина начального надреза, м.

– удельные эффективные энергозатраты на статическое разрушение  $G_F$ , МДж/м<sup>2</sup>:

$$G_F = \frac{W_e + W_l}{t \cdot (b - a_0 - a_{0r})}, \quad (3)$$

где  $W_l$  – энергозатраты на локальное статическое деформирование в зоне магистральной трещины, МДж

- полные удельные упругие энергозатраты на статическое деформирование до деления на части  $G_{ce}$ , МДж/м<sup>2</sup>:

$$G_{ce} = \frac{W_{ce}}{t \cdot (b - a_0 - a_{0r})}, \quad (4)$$

где  $W_{ce}$  – полные упругие энергозатраты на статическое деформирование до деления на части, МДж;

– статический джей-интеграл  $J_i$ , МДж/м<sup>2</sup>

$$J_i = \frac{W_m + W_e - W_{ui}^c}{t \cdot (b - a_0 - a_{0r})}, \quad (5)$$

где  $W_{ui}^c$  – расчетные энергозатраты на упругое деформирование сплошного образца, МДж;

– статический критический коэффициент интенсивности напряжений,  $K_i$ , МПа·м<sup>0,5</sup>:

$$K_i = \sqrt{G_i \cdot E_b}, \quad (6)$$

– критический коэффициент интенсивности напряжений  $K_c$ , МПа·м<sup>0,5</sup>:

$$K_c = \sqrt{G_{ce} \cdot E_b}, \quad (7)$$

– критерий хрупкости  $\chi_F^c$ , м:

$$\chi_F^c = \frac{G_F \cdot E_b}{R_{bt}^2}, \quad (8)$$

где  $R_{bt}^2$  – прочность на осевое растяжение.

Условный критический коэффициент интенсивности напряжений (трещиностойкость):

$$K_c = \frac{3F_c \cdot L_0}{2b^{1/2}t} \cdot \sqrt{a_0 b} \cdot (1,93 - 3,07\lambda + 14,53\lambda^2 - 25,11\lambda^3 + 25,8\lambda^4),$$

(9)

где  $F_c$  – нагрузка, соответствующая динамическому началу движения магистральной трещины при неравновесных испытаниях;

$L_0$  – длина образца;

$\lambda$  – относительная длина начального надреза.

Результаты эксперимента представлены в табл. 2

Т а б л и ц а 2

Характеристики трещиностойкости бетона, уплотненного добавкой из шлифовальных отходов в возрасте 28 суток

Энергетические и силовые характеристики разрушения	Содержание армирующей добавки, $\mu_v$ , %			
	0	4,5	10	15
Удельные эффективные энергозатраты на статическое разрушение, $G_F$ , Дж/м <sup>2</sup>	158,2	188,13	199,65	198,23
Трещиностойкость (условный критический коэффициент интенсивности напряжений), $K_c$ , МПа·м <sup>0,5</sup>	0,71	0,86	0,89	0,87
Вязкость разрушений (критерий хрупкости), $\chi_F^c$ , м	0,56	0,70	0,76	0,64

На рис. 5 показаны зависимости вязкости разрушения и трещиностойкости от содержания уплотняющей добавки.

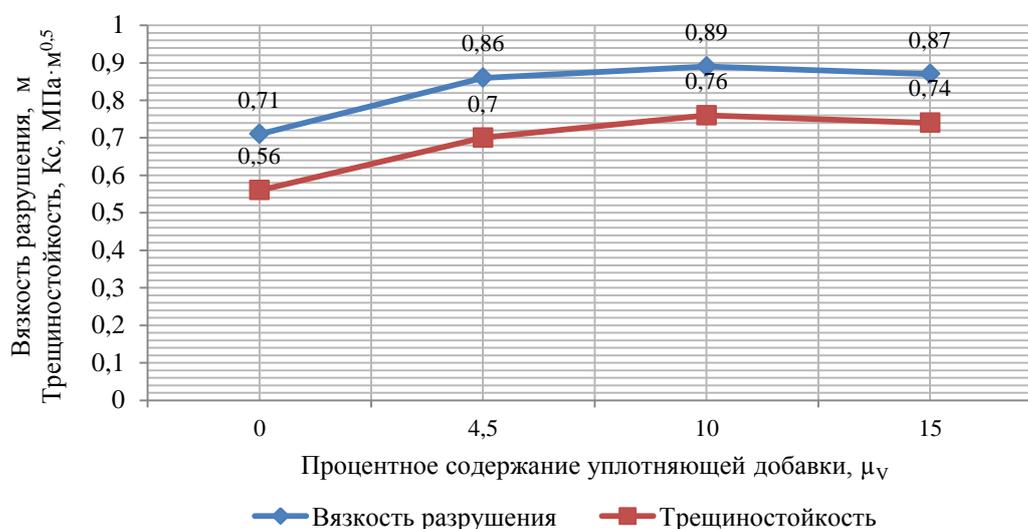


Рис. 5. Зависимость вязкости разрушения и трещиностойкости от процентного содержания уплотняющей добавки

Результаты исследования показали повышение сопротивления материала в упругой стадии работы с увеличением процентного содержания добавки (рис.5). При использовании добавки в количестве 4,5 % наблюдали резкое улучшение показателей трещиностойкости и вязкости разрушения по сравнению с обычным бетоном (рост составил соответственно 20 % показателя трещиностойкости и 17 % вязкости разрушения материала). При дальнейшем увеличении процентного содержания добавки наблюдается снижение роста показателей, что отражается более пологим повышением показателя как трещиностойкости, так и хрупкости разрушения. Однако при использовании добавки шлифовальных отходов в количестве 15 % от массы вяжущего наблюдалось незначительное снижение сопротивления по сравнению с образцами, содержащими 10 % шлифовальных отходов, – трещиностойкости на 2,2 %, критерия хрупкости – на 2,6 %.

Таким образом, оптимальным процентным содержанием добавки при испытаниях на трещиностойкость и растяжение при изгибе являются образцы с 10 % содержанием добавки шлифовальных отходов от веса вяжущего.

**Выводы:** 1. Добавление микрочастиц шлифовальных отходов в различных концентрациях в бетонную смесь повышает прочность на растяжение при изгибе относительно базового класса на 35,9 %.

2. Достигнуто увеличение показателя трещиностойкости на 20 %, вязкости разрушения – на 17 %.

3. Проведенные опыты показали, что добавление микрочастиц шлифовальных отходов в количестве 10 % от массы вяжущего способствует наибольшему повышению прочности на растяжение

при изгибе, при этом показатели трещиностойкости и вязкости разрушения материала максимальны.

4. С повышением концентрации добавки из микрочастиц шлифовальных отходов возрастает неравномерность распределения добавки в образцах, поэтому необходимо предусматривать специальные мероприятия по обеспечению равномерности распределения добавки в бетонируемых конструкциях.

5. По результатам выполненных испытаний определен ККИН, который может быть использован в качестве критерия продвижения трещины и разрушения при расчете дисперсно-уплотненных конструкций методами механики разрушения.

### Л и т е р а т у р а

1. Баженов Ю.М. Технология бетона / Ю.М. Баженов. – М.: Издательство АВС, 2007. – 528 с.
2. Дворкин Л. И., Дворкин О. Л. Строительные материалы из отходов промышленности. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 368 с.
3. Ольгинский А. Г., Бершадский Ф. Г. Значение микрозаполнителя в формировании структуры и свойств бетона // Управляемая структура образования в производстве строительных материалов. – Киев: Будівельник, 1998. – С. 76-80.
4. Груздев А. А., Акчурин Т. К., Пушкарская О. Ю. Минерально-абразивные шламы – эффективные наполнители // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. 2010. Вып. 20(39). – С. 58-61.
5. Панасюк В.В. Оценка трещиностойкости цементного бетона по вязкости разрушения //В.В. Панасюк, Л.Т. Бережничский //Бетон и железобетон. – 1981. №2. – С.18-19.
6. Ву Э. Прочность и разрушение композитов /Э. Ву //Композиционные материалы. Т.5. – М.: Мир, 1978. – С.206-267

7. Кортен Х.Т. Механика разрушения композитов /Х.Т. Кортен //Разрушение. Т.7. Ч.1. – М.: Мир, 1976. – С. 405-409.

8. ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам». – М.: Стандартинформ, 2013. – 30 с.

9. ГОСТ 29167-91 «Методы определения характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении». – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 13 с.

### References

1. Bazhenov, Y. M. Technology of concrete / Y. M. Bazhenov. M.: publishing house of the AVS, 2007. - 528 p.

2. Dvorkin L. I., Dvorkin O. L. Building materials from waste industry. Rostov n/D: Feniks, 2007. 368p.

3. Olginskaya A. G., F. G. Bershadskii Value microsatellites in the formation of structure and properties of concrete // Managed structure of education in the production of building materials. Kiev: Budivelnik, 1998. P. 76-80.

4. Gruzdev, A. A., Akchurin T. K., Pushkarskaya O. Y. Mineral abrasive slurries is an effective fillers // Vestnik of Volgograd state University of architecture and construction. Ser.: Building and architecture. 2010. Vol. 20(39). p. 58-61

5. Panasyuk V. V. assessment of the fracture toughness of cement concrete on fracture toughness /V. V. Panasyuk, L. T. Bereznivskomu //Concrete and reinforced concrete. – 1981. No. 2. - p. 18-19

6. Wu E. Strength and fracture of composites /C. Wu //Composite materials. Vol. 5. -M.: Mir, 1978. – p. 206-267

7. Corten, H. T. fracture Mechanics of composites /H. T. Korten //Destruction. Vol. 7. Part 1. – М.: Mir, 1976. – P. 405-409

8. GOST 10180-2012 "Concrete. Methods of determining strength on test specimens". – М.: STANDARTINFORM, 2013. 30 s.

9. GOST 29167-91 " Concretes. Methods of determination of crack resistance characteristics (fracture toughness) under static loading". М.: ИПК Publishing house of standards, 2004. – 13p.

**Zasko V.V.**

### RESEARCH OF DURABILITY ON STRETCHING AT THE BEND THE VIBROPRESSED CONCRETE WITH METALABRASIVE WASTE

*The article presents a comparative analysis of tensile strength in bending and of crack resistance of concrete, dispersion-reinforced with different amount of microparticles derived from waste Metalworking grinding automotive valves. Samples were obtained by vibropressovoe punch inclined working surface. The values of the critical stress intensity factors and determined the strength characteristics of concrete tensile Flexural dispersion-reinforced with microparticles grinding waste metals. Found that the greatest tensile strength in bending and crack resistance have samples containing 10% dispersion-reinforcing additive.*

**Keywords:** vibropressed concrete disperse reinforcement, tensile strength in bending, fracture mechanics, fracture toughness, energy and power characteristics of fracture toughness, stress intensity factor.

**Засько Виталий Васильевич** – старший преподаватель. Луганский национальный университет имени Владимира Даля, институт архитектуры, строительства и ЖКХ

**E-mail:** vizasko@yandex.ru.

**Zacko Vitali** - senator teacher Institute of architecture, construction and housing and communal services, Vladimir Dalh Lugansk National University.

**E-mail:** vizasko@yandex.ru.

**Рецензент: Назаров А.В.** к.т.н., ст. научный сотрудник, доцент кафедры «Строительные материалы» Луганского аграрного университета.

*Статья подана 5.08.2017*

УДК 614.8.086.5

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМЫХ РАДОНОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ЗДАНИЙ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

**Бакаева Н.В., Калайдо А.В.**

## DETERMINATION OF THE BUILDINGS REQUIRED RADON PROTECTIVE PROPERTIES AT THE DESIGN STAGE

**Bakaeva N.V., Kalaydo A.V.**

*Большую часть годовой дозы облучения население получает в помещениях от радона и его дочерних продуктов распада. Радонозащитные свойства здания закладываются на стадии проектирования, однако на данный момент отсутствуют надежные методы определения требуемого сопротивления поступлению радона подземных ограждающих конструкций. В статье предложен метод определения радонозащитных свойств зданий в предположении диффузионного механизма переноса радона.*

**Ключевые слова:** объемная активность радона, диффузия, сопротивление радонопроницанию, грунт

На протяжении всей своей жизни человек подвергается действию ионизирующих излучений различной природы, при этом только ультрамалые дозы, формируемые естественным радиационным фоном, не наносят вреда здоровью. Основным дозообразующим фактором является облучение радоном и его дочерними продуктами распада, содержащимися в воздухе помещений. А с учетом того, что современный человек порядка 7000 часов в год проводит в зданиях, на долю радоновой экспозиции приходится от 55 до 90% годовой индивидуальной дозы [1-2]. На данный момент облучение радоном и его ДПР считается вторым по тяжести фактором (после курения), приводящим к раку легкого, а сам радон отнесен к канцерогенам первой группы.

Требования снижения величины облучения радоном в зданиях содержатся в Федеральном законе о радиационной безопасности и Техническом регламенте о безопасности зданий и сооружений. С целью их выполнения Нормами радиационной безопасности НРБ-99/09 установлены контрольные уровни эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) радона в воздухе помещений: 200 Бк/м<sup>3</sup> для эксплуатируемых зданий и сооружений и 100 Бк/м<sup>3</sup> – для строящихся и реконструируемых. В Луганской Народной Республике данные уровни составляют 100 и 50 Бк/м<sup>3</sup> соответственно.

Традиционно считается, что высокие уровни радона в воздухе помещений могут иметь место только на потенциально радоноопасных территориях, для которых характерно повышенное содержание естественных радионуклидов в коренных породах, наличие зон активной микрогеодинамики или разломных структур, создающих условия для переноса радона с больших глубин.

Территория Луганска, представляющая денудационно-аккумулятивную равнину, не относится к потенциально радоноопасным территориям. Два разлома Северо-Донецкого надвига, пересекающие Луганск на глубине порядка 1 км, погребены чехлом более поздних отложений и не оказывают влияния на перенос вещества к дневной поверхности. Однако измерения среднегодовой ЭРОА, проведенные в четырех дошкольных образовательных учреждениях Каменнобродского района, показали превышение контрольных уровней в трех из них (табл. 1).

Таблица 1

**Уровни радона в ДООУ Каменнобродского района  
города Луганска**

ДООУ, адрес	ЭРОА, Бк/м <sup>3</sup>	МЭД <sub>ном.</sub> , мкЗв/ч	МЭД <sub>ул.</sub> , мкЗв/ч	Годовая доза, мЗв
ДООУ «Ясли-садик № 57», ул. Рудя, 91	220,7	0,115	0,125	5,53
ДООУ «Детский сад № 10», ул. Рудя, 73, а	165,7	0,105	0,125	4,20
ДООУ «Ясли-садик комбинированного типа № 55», ул. 21-го Мюда, 54	244,5	0,110	0,125	6,09
ДООУ «Ясли-садик № 97», ул. Артема, 100	27,0	0,115	0,125	0,92

Экспрессные измерения уровней радона были проведены во всех помещениях ДООУ, также ежемесячно выполнялись непрерывные измерения

на протяжении 48 часов с интервалом в один час в одном из закрытых помещений с постоянным пребыванием детей. Результаты измерений ЭРОА

радона в холодный период в одном из ДООУ представлены на рис. 1.

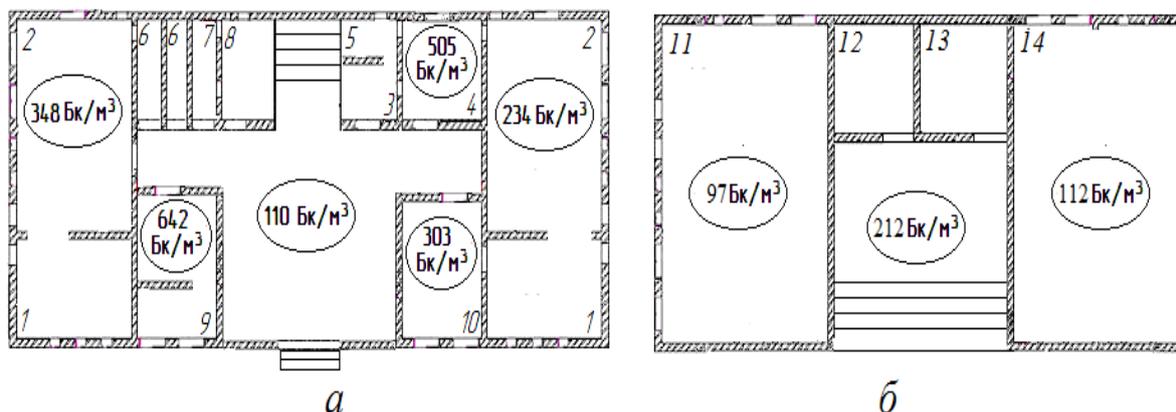


Рис. 1. Результаты измерения среднегодовой ЭРОА в яслях-садике № 57: а – первый этаж; б – второй этаж; 1 – спальня; 2 – игровая; 3 – кухня; 4 – столовая; 5 – моечная; 6 – туалетная с умывальной; 7 – санузел для персонала; 8 – кладовая; 9 – кабинет заведующей; 10 – кабинет логопеда; 11 – методический кабинет; 12 – бухгалтерия; 13 – хозяйственное помещение; 14 – музыкальный зал

Как видно из рис. 1, в отдельных помещениях контрольный уровень для эксплуатируемых зданий превышен в 5-6 раз. При этом выполненный в НИИ Строительной физики РААСН гамма-спектрометрический анализ грунта, отобранного на глубине закладки фундамента в данном ДООУ, показал среднее содержание радия  $C_{Ra} = 35,0 \pm 6,8$  Бк/кг при удельной эффективной активности естественных радионуклидов  $A_{эфф} = 104,5 \pm 22,9$  Бк/кг. Таким образом, проблема облучения радоном актуальна и для территорий, не относящихся к потенциально радоноопасным.

Грунт под зданием является главным источником радона в воздухе помещений [3], перенос почвенного газа в здания осуществляется посредством диффузии и/или конвекции [4]. Вторым по мощности источником (~ 10%) является выделение радона из материалов ограждающих конструкций, небольшое количество радона поступает с атмосферным воздухом в процессе инфильтрации. Поскольку практически 90% радона переносится из грунтового массива через ограждающие конструкции здания, то вопрос потенциальной радоноопасности зданий на данной территории необходимо рассматривать в рамках единой системы «грунт-здание-воздух в помещении».

Следствием отсутствия единого мнения в вопросе механизма поступления радона в помещения является отсутствие надежной методики расчета требуемого сопротивления радонопроницанию ограждающих конструкций проектируемых зданий. В результате в эксплуатацию чаще всего вводятся объекты либо с недостаточными радонозащитными свойствами, либо с существенно избыточными. Первые требуют

проведения дорогостоящих защитных мероприятий, для вторых характерно неэффективное использование строительных материалов. Поэтому создание метода расчета концентрации радона в проектируемых зданиях является крайне важной задачей.

Поскольку активность радона в почвенном воздухе в тысячи раз выше, чем в воздухе помещений, диффузионный перенос всегда имеет место, тогда как для развития конвективного переноса необходимо наличие воздушных зазоров в подземной части здания размером не менее 3-5 мм, что является признаком дефектного состояния конструкции. Диффузионно-конвективное поступление радона способно обеспечить высокие уровни радона даже на грунтах с низким и средним содержанием радия, что и имело место в детских садах Каменнородского района. Однако к проектируемым зданиям выдвигаются жесткие требования относительно герметичности подземных конструкций, потому расчет требуемых радонозащитных свойств зданий следует производить исключительно на основе диффузионной модели.

Для построения модели накопления радона в помещении необходимо знать радоновую нагрузку на подземные ограждающие конструкции здания. Гулябянц и др. в [5] показали, что она практически равна радоновому потенциалу грунта

$$\Delta A \approx C_{Ra} \rho k_{эм}, \quad (1)$$

где  $C_{Ra}$  – удельная активность радия в грунте, Бк/кг;  $\rho$  – плотность грунта, кг/м<sup>3</sup>;  $k_{эм}$  – коэффициент эманирования радона.

Пренебрегая поступлением радона с атмосферным воздухом, уравнение радонового баланса в помещении можно записать в виде

$$A = \frac{\sum_{i=1}^6 q_i S_i + q_n S_n}{V(\lambda + \lambda_e)}, \quad (2)$$

где  $q_i$  – эманирование радона  $i$ -ой ограждающей конструкции, Бк/(м<sup>2</sup>·с);  $S_i$  – площадь  $i$ -ой ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>;  $q_n$  – плотность потока радона (ППР) из грунта через граничащую с ним конструкцию пола, Бк/(м<sup>2</sup>·с);  $S_n$  – площадь граничащей с грунтом конструкции пола;  $\lambda$  – постоянная распада радона, с<sup>-1</sup>;  $\lambda_e$  – воздухообмен в помещении, с<sup>-1</sup>.

Величину  $q_n$  Olsson-Jonsson в [6] определяет следующим образом

$$q_n = \frac{\Delta A}{R}, \quad (3)$$

где  $R$  – сопротивление радонопроницанию подземной горизонтальной ограждающей конструкции здания, с/м.

Чаще всего радонозащитные свойства здания определяются двумя наименее радонопроницаемыми слоями конструкции пола (бетон и гидро-газоизоляция). Гулабянц и др. [7] получили аналитическое выражение для сопротивления радонопроницанию двухслойной конструкции

$$R = \frac{1}{\sqrt{\lambda D_2}} \cdot ch \left( h_1 \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{D_1}} \right) sh \left( h_2 \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{D_2}} \right) + \frac{1}{\sqrt{\lambda D_1}} sh \left( h_1 \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{D_1}} \right) ch \left( h_2 \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{D_2}} \right) \quad (4)$$

где  $h_1$  и  $h_2$  – толщина верхнего и нижнего слоя, м;  $D_1$  и  $D_2$  – коэффициент диффузии радона в материале верхнего и нижнего слоя, м<sup>2</sup>/с.

Величина эманирования радона из материалов ограждающих конструкций получена Крисюком [8]

$$q = \Delta A \cdot \sqrt{\frac{\lambda D}{\varepsilon}} \cdot \tanh \left( \frac{h}{2} \cdot \sqrt{\frac{\lambda \varepsilon}{D}} \right), \quad (5)$$

где  $\varepsilon$  – пористость материала.

Подставляя в (2) остальные уравнения и задавая требуемую объемную активность радона в помещениях проектируемого здания, можно получить минимальные необходимые размеры слоев конструкции пола, оказывающих наибольшее сопротивление радонопроницанию.

### Л и т е р а т у р а

1. Сидельникова, О.П. Радиационно-экологические аспекты при строительстве зданий [Текст] // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2013. № 2. С. 65 – 69.
2. Мирончик, А.Ф. Естественные радиоактивные вещества в атмосфере и воздухе жилых помещений Республики Беларусь [Текст] // Вестник Белорусско-Российского университета. – № 4 (17). – 2007. – С. 162-171.
3. Гулабянц, Л.А. Новый подход к решению проблемы защиты зданий от радона // Вестник МГСУ, 2011. – № 3. – С. 3-8.
4. Жуковский, М.В. Определение механизмов и параметров поступления радона в помещения / М.В. Жуковский, А.В. Васильев // АНРИ, 2012. – № 1 (68). – С. 3-12.
5. Гулабянц, Л.А. Пособие по проектированию противорадовой защиты жилых и общественных зданий. – М: НО «ФОН-НАУКА», 2013. – 52 с.
6. Olsson-Jonsson A. Radon transmittance and permeability of Flexigum // Report P603728, 2006-10-04. Boras: SP Swedish National Testing and Research Institute, 2006.
7. Гулабянц, Л.А. Метод расчета требуемого сопротивления радонопроницанию подземных ограждающих конструкций зданий. АНРИ № 4 (67), 2011. С. 26-32.
8. Крисюк, Э.М. Радиационный фон помещений / Э.М. Крисюк. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 119 с.

### R e f e r e n c e s

1. Sidel'nikova, O.P. Radiacionno-ekologicheskie aspekty pri stroitel'stve zdaniy [Tekst] // Biosfermaya sovместimost': chelovek, region, tekhnologii. 2013. № 2. S. 65 – 69.
2. Mironchik, A.F. Estestvennye radioaktivnye veshchestva v atmosfere i vozduhe zhilyh pomeshchenij Respubliki Belarus' [Tekst] // Vestnik Belorussko-Rossijskogo universiteta. – № 4 (17). – 2007. – S. 162-171.
3. Gulabyanc, L.A. Novyj podhod k resheniyu problemy zashchity zdaniy ot radona // Vestnik MGSU, 2011. – № 3. – S. 3-8.
4. Zhukovskij, M.V. Opredelenie mekhanizmov i parametrov postupleniya radona v pomeshcheniya / M.V. Zhukovskij, A.V. Vasil'ev // ANRI. 2012. – № 1 (68). – S. 3-12.
5. Gulabyanc, L.A. Posobie po proektirovaniyu protivoradonovoj zashchity zhilyh i obshchestvennyh zdaniy. – M: NO «FON-NAUKA», 2013. – 52 s.
6. Olsson-Jonsson A. Radon transmittance and permeability of Flexigum // Report P603728, 2006-10-04. Boras: SP Swedish National Testing and Research Institute, 2006.
7. Gulabyanc, L.A. Metod rascheta trebuemogo soprotivleniya radonopronicaniyu podzemnyh ogradhdayushchih konstrukcij zdaniy. ANRI № 4 (67), 2011. S. 26-32.
8. Krisyuk, E.H.M. Radiacionnyj fon pomeshchenij / E.H.M. Krisyuk. – M.: EНnergoatomizdat, 1989. – 119 s.

**Bakaeva N.V., Kalaydo A.V.**

### DETERMINATION OF THE BUILDINGS REQUIRED RADON PROTECTIVE PROPERTIES AT THE DESIGN STAGE

*The population gets the most of the annual radiation dose from indoor radon and its progeny. The radon protective properties of the building are laid at the design stage, but now there are no reliable methods for determining the required resistance to radon entry of underground structures. The*

*paper presents a method for determining the radon protective properties of building walling based on diffusion mechanism of radon transport.*

**Keywords:** radon concentration, diffusion, radon resistance, soil

**Бакаева Наталья Владимировна**, д-р. техн. наук, профессор, зав. кафедрой экспертизы и управления недвижимостью, горного дела, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск.

**E-mail:** natbak@mail.ru

**Калайдо Александр Витальевич**, и.о. начальника отдела охраны труда и охраны здоровья, ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко», г. Луганск.

**E-mail:** kalaydo18@mail.ru

**Bakaeva Natalya Vladimirovna**, Doctor of Sciences, Professor, The Head of Expertise and Real Estate Management, Mining Chair, South-West State University, Kursk.

**E-mail:** natbak@mail.ru

**Kalaydo Alexander Vitalyevich**, Head of the Labour Protection and Health Protection Department, Luhansk Taras Shevchenko National University.

**E-mail:** kalaydo18@mail.ru

**Рецензент: Витренко Владимир Алексеевич** д.т.н., проф., проректор по научной работе и инновационной деятельности Луганского национального университета имени Владимира Даля.

*Статья подана 13.09.2017*

УДК: 691.322.7:666.9-121:666.973.6

## ПРИМЕНЕНИЕ ТОПЛИВНЫХ ЗОЛ И ШЛАКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ НЕАВТОКЛАВНЫХ ГАЗОБЕТОНОВ

Вишторский Е.М., Нескоромный И.М.

### APPLICATION OF FUEL ASHES AND SLAGS IN THE PRODUCTION OF NON-AUTOCLAVED AERATED CONCRETE

Vishtorskiy Evgeniy, Neskromnyi Ihor

*В статье приведены существующие направления использования зол и шлаков ТЭС в производстве строительных материалов, в частности неавтоклавных газобетонов. Проанализирована возможность утилизации зол ТЭС для улучшения экологической ситуации Луганского региона.*

**Ключевые слова:** газобетон, зола-унос, шлак, отход промышленности, технология, ресурсосбережение.

**Введение.** В настоящее время много внимания уделяется комплексному решению вопросов энергосбережения в жилых зданиях, внедрению эффективных способов утилизации промышленных отходов, которые в больших количествах сбрасываются в отвалы. Уже сейчас понятно, что они являются перспективным сырьем для строительной индустрии [1].

Среди техногенных крупнотоннажных отходов первостепенное значение для строительной индустрии имеют отходы энергетики и металлургии, в том числе — золы ТЭС. При правильном и эффективном их использовании они представляют собой богатый источник сырьевых ресурсов промышленности строительных материалов. В технологии вяжущих материалов золу-унос используют в качестве гидравлической добавки к цементу как компонент цементной сырьевой смеси (основные золы), а также в качестве кремнеземистого компонента — при производстве автоклавного и неавтоклавного газобетона [3,6].

**Изложение основного материала.** С применением топливных зол и шлаков могут быть изготовлены многие виды строительных материалов, изделий и конструкций (рис 1), необходимых при возведении жилых и производственных зданий, а также дорожных и гидротехнических сооружений и т.п [2].

Зола-унос на протяжении нескольких десятилетий использовалась в качестве минеральной

добавки к цементу или компонента известково-золяного вяжущего [5].

Золы ТЭС представляют собой дисперсные частицы минеральной части угля или горючего сланца, прошедшей в процессе сжигания топлива кратковременную тепловую обработку при температуре 1200...1600 °С. При быстром охлаждении золы в ней образуется значительная часть стекловидных фаз, что наряду с высокой удельной поверхностью этого материала – 200...600 м<sup>2</sup>/кг — является причиной проявления вяжущих свойств золы. Активность золы сказывается в наиболее тонких фракциях и возрастает при увеличении содержания стекловидной фазы. Стекло в щелочной и сульфатной средах легче гидратируется при повышении содержания глинозема [8].

**Результаты ранее выполненных исследований.** Неавтоклавные газобетоны характеризуются относительно простой технологией изготовления, в то же время обладают нестабильной ячеистой структурой и эксплуатационными свойствами. Решить эту проблему можно путем приготовления модифицированной сухой смеси, содержащей все необходимые компоненты.

В Донбасской Национальной Академии Строительства и Архитектуры был разработан литевой неавтоклавный газозолобетон на основе портландцемента и молотой извести с расходом золы-унос 60-70% по массе, твердеющий в условиях пропаривания при температуре 85...100 °С. Средняя плотность газозолобетона - 700-800 кг/м<sup>3</sup>, предел прочности при сжатии – 3,5...3,7 МПа, воздушная усадка 0,5... 0,7 мм/м [4].

Согласно проведенным исследованиям получены образцы неавтоклавного газобетона на основе золы-уноса средней плотностью от 500 до 1200 кг/м<sup>3</sup> с пределом прочности при сжатии стандартных образцов ячеистого бетона от 1 до 5 МПа [3].

В работе [9] отмечено, что для достижения высокой прочности газобетона необходимо создавать наиболее плотную компактную упаковку межпоровой перегородки. Эксперименты показали, что при совместном введении в состав композиции золы-уноса и молотого шлака при соотношении 1:1

прочность цементного камня на 40% выше по сравнению с композицией на одном виде наполнителя. По результатам работы [7] было установлено, что марочная прочность всех золо-цементных бездобавочных составов выше на 31–61 %, чем у цементно-песчаного газобетона.

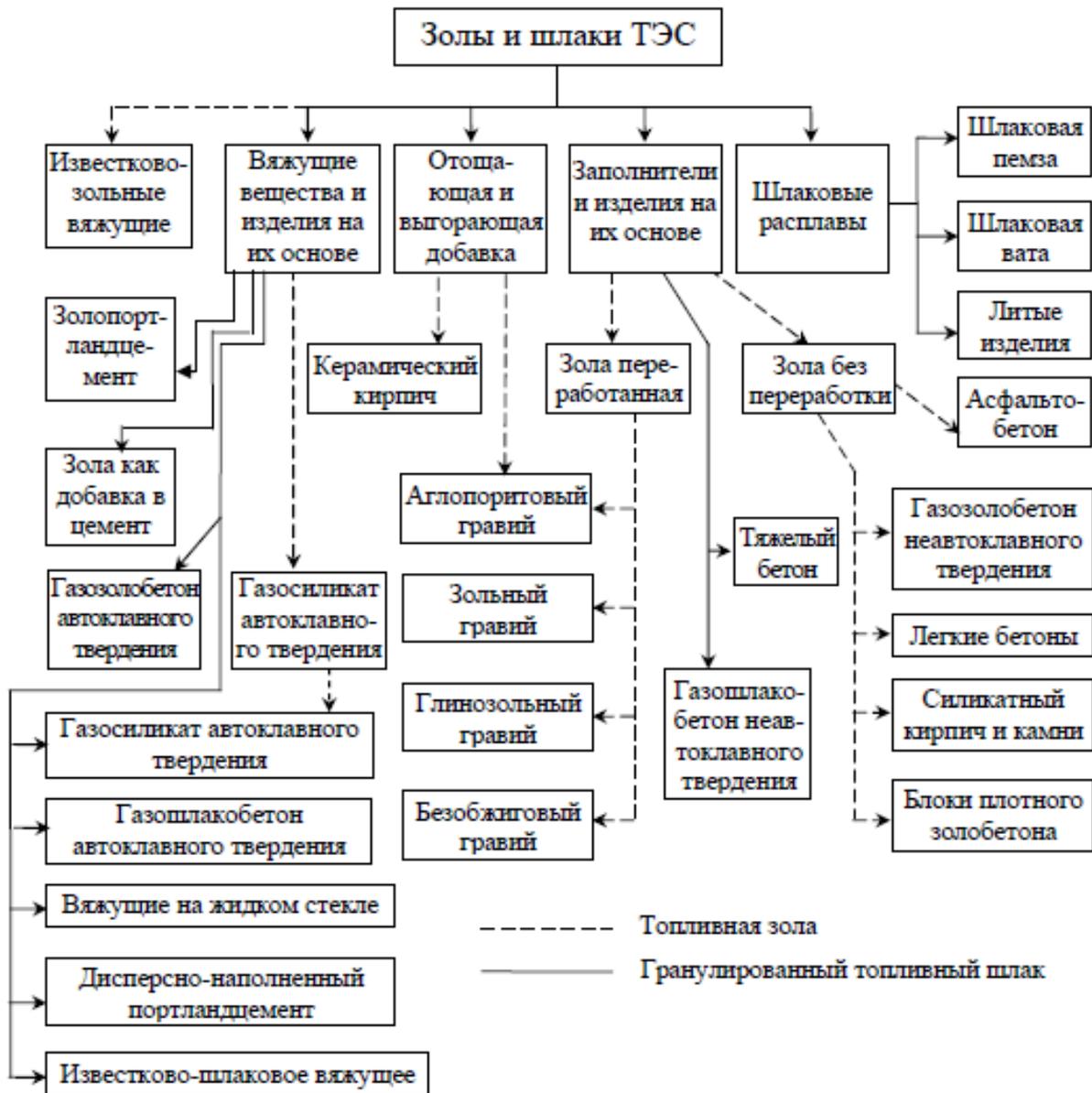


Рис.1. Существующие направления использования зол и шлаков в производстве строительных материалов

Проведенные испытания показали принципиальную возможность получения газобетона неавтоклавного твердения различной плотности с использованием золы-уноса.

**Выводы.** Золой и шлаки ТЭС представляют особый интерес в производстве строительных материалов, в частности неавтоклавных газобетонов. Многотоннажные отвалы Луганской ТЭС негативно отражаются на экологической обстановке региона, а с возможной реконструкцией и вводом в эксплуатацию Штеровской ТЭС обязательно появятся проблемы накопления и утилизации промышленных отходов. Производство неавтоклавных газобетонов с использованием местных вторичных сырьевых ресурсов, возможно, будет занимать особо важную роль в развитии энергосберегающей политики и экологической безопасности Луганского региона.

### Литература

1. Вишторский Е. М. О возможностях создания производственной базы для выпуска ячеистых бетонов в Луганской области / Е. М. Вишторский // Вестник ДонНАСА «Современные строительные материалы». – 2017. – вып. 2017-2 (124). – С. 61–65.
2. Дерябин П.П. Производство стеновых материалов и изделий из ячеистых бетонов: учебное пособие. – Омск: СибАДИ, 2013. – 209 с.
3. Долотова Р.Г. Газобетон неавтоклавного твердения на основе золы ТЭЦ / Р.Г. Долотова // Химия и химическая технология на рубеже тысячелетий: материалы III. Всероссийской научной конференции. – Томск, 2004, – С. 18 – 19.
4. Ефремов А. Н. Безавтоклавный газозолобетон для производства стеновых материалов / А. Н. Ефремов, А. Г. Доля, В. Н. Прокопюк // Вестник ДИСИ, Макеевка, 1994. – С. 33-34.
5. Иванов И.А. Легкие бетоны с применением зол электростанций / И. А. Иванов. — М.: Стройиздат, 1986. — 136 с.
6. Назуев М. П. Актуальность производства неавтоклавного газобетона с применением промышленных отходов / М. П. Назуев, М. Г. Холодник, С. А. Стельмах // Новая наука: стратегии и векторы развития. – 2015. – №5. – С. 153–155.
7. Овчаренко, Г. И. Газобетоны на основе высококальциевых зол ТЭЦ / Г. И. Овчаренко, Ю. В. Щукина, К. П. Черных; Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2009. – 233 с
8. Энтин З. Б. Золой ТЭС — сырье для цемента и бетона / З. Б. Энтин, Л. С. Нефедова, Н. В. Стржалковская // Цемент и его применение. – 2012. — № 2. — С. 40–46.
9. Якимечко, Я.Б. Неавтоклавные газобетоны с полидисперсными наполнителями на основе отходов промышленности / Я.Б. Якимечко // Строительные материалы. —2009. —№ 1. —С. 24-26.

### References

1. Vishtorskiy E. M. O vozmozhnostjakh sozdanija proizvodstvennoj bazy dlja vypuska jacheistykh betonov v Luganskoj oblasti / E. M. Vishtorskiy // Vestnik DonNASA «Sovremennye stroitel'nye materialy». – 2017. – vyp. 2017-2 (124). – S. 61–65.

2. Derjabin P.P. Proizvodstvo stenovykh materialov i izdelij iz jacheistykh betonov: uchebnoe posobie. – Omsk: SibADI, 2013. – 209 s.

3. Dolotova R.G. Gazobeton neavtoklavogo tverdenija na osnove zoly TJeC / R.G. Dolotova // Himija i himicheskaja tehnologija na rubezhe tysjacheletij: materialy III. Vserossijskoj nauchnoj konferencii. - Tomsk, 2004, – S. 18 – 19.

4. Efmov A. N. Bezavtoklavnyj gazozolobeton dlja proizvodstva stenovykh materialov / A. N. Efmov, A. G. Dolja, V. N. Prokopjuk // Vestnik DISI, Makeevka, 1994. — S. 33-34.

5. Ivanov I. A. Legkie betony s primeneniem zol jelektrostantsij / I. A. Ivanov. — M.: Strojizdat, 1986. — 136 s.

6. Nazhnev M. P. Aktual'nost' proizvodstva neavtoklavogo gazobetona s primeneniem promyshlennykh othodov / M. P. Nazhnev, M. G. Holodnjak, S. A. Stel'mah // Novaja nauka: strategii i vektory razvitiya. – 2015. – №5. – S. 153–155.

7. Ovcharenko, G. I. Gazobetony na osnove vysokokal'cievykh zol TJeC / G. I. Ovcharenko, Ju. V. Shhukina, K. P. Chernyh; Alt. gos. tehn. un-t im. I. I. Polzunova. – Barnaul : Izd-vo AltGTU, 2009. – 233 s

8. Jentin Z. B. Zoly TJeS — syr'e dlja cementa i betona / Z. B. Jentin, L. S. Nefedova, N. V. Strzhalkovskaja // Cement i ego primenenie. – 2012. — № 2. — S. 40–46.

9. Jakimechko, Ja.B. Neavtoklavnye gazobetony s polidispersnymi napolniteljami na osnove othodov promyshlennosti / Ja.B. Jakimechko // Stroitel'nye materialy. — 2009. —№ 1. —S. 24-26.

### Vishtorskiy Evgeniy, Neskoromnyi Ihor

#### APPLICATION OF FUEL ASHES AND SLAGS IN THE PRODUCTION OF NON-AUTOCCLAVED AERATED CONCRETE

*The article shows the current trends in the use of ash and slag from thermal power plants in the production of building materials, in particular non-autoclaved aerated concrete. The possibility of utilization fly ash TPP for improving the ecological situation of the Lugansk Region is analyzed.*

**Keywords:** Aerated concrete, fly ash, slag, industry waste, technology, resource-saving.

**Вишторский Евгений Михайлович**, ассистент кафедры архитектуры и строительных конструкций ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», г. Луганск.

**Vishtorskiy Evgeniy**, Assistant of Architecture and Building Construction Department SEI LPR «Lugansk National Agrarian University».

**E-mail:** vishtorsky@gmail.com

**Нескоромный Игорь Михайлович**, магистрант кафедры архитектуры и строительных конструкций ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», г. Луганск.

**Neskoromnyi Ihor**, Master of Architecture and Building Construction Department SEI LPR «Lugansk National Agrarian University»

**E-mail:** ihornesk@gmail.com

**Рецензент: Назаров А.В.** к.т.н., ст. научный сотрудник, доцент кафедры «Строительные материалы» Луганского аграрного университета.

Статья подана 13.08.2017

УДК 691.3.693.542

## ВЫСОКОПРОЧНЫЕ БЕТОНЫ КАК БЕТОНЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Гончаренко А. А.

### HIGH-STRENGTH CONCRETE AS A NEW GENERATION OF CONCRETE

Goncharenko A.A.

*В статье изложены основные направления получения тяжёлых модифицированных бетонов с высокими эксплуатационными свойствами на основе стандартных сырьевых материалов и модификаторов.*

**Ключевые слова:** высокопрочный бетон, прочность, сырьевые материалы, вяжущие, заполнители, удобоукладываемость, уход.

**Введение.** Одна из актуальнейших проблем современного строительства – применение и совершенствование бетонов нового поколения с высокими эксплуатационными свойствами, которые могут обеспечить восприятие возрастающих техногенных и природных воздействий. Применение бетонов высокой прочности для изготовления конструкций позволит не только существенно расширить возможности и повысить научно-технический уровень строительства, но и поднять технико-экономические показатели на более высокий уровень, то есть значительно повышаются качество и долговечность строительных конструкций.

В начале XXI века одним из наиболее перспективных направлений в области строительного материаловедения является создание материалов с принципиально новыми характеристиками, приближающими их к металлу, керамике и полимерам. Представляется, что эту серьёзную задачу можно решить, привлекая комплексные органоминеральные модификаторы специального назначения, с использованием которых окажется возможным получить многокомпонентные вяжущие вещества. Такие новые строительные материалы должны характеризоваться высокими прочностными показателями при изгибе и растяжении, а также высокой плотностью и прочностью при сжатии.

**Изложение основного материала.** **Высокопрочные бетоны** – тяжёлые или мелкозернистые бетоны классов по прочности на сжатие В40...100 классифицируются в группе бетонов высокого качества и используются в различных конструкциях. Строительство из высокопрочных бетонов позволяет как заказчику,

так и строителю не ограничивать себя сложностью архитектурных решений.

Много лет высокопрочный бетон использовался для сооружения колонн многоэтажных зданий. В последние годы высокопрочный бетон также стал использоваться для возведения мостов, для которых прочность и долговечность являются основными эксплуатационными показателями. Основная причина применения именно высокопрочного бетона для этих целей состоит в том, чтобы получить более экономичные изделия и конструкции с более высокими эксплуатационными показателями.

Высококачественный бетон – это бетон с высокими эксплуатационными свойствами с водоцементным (В/Ц) отношением менее 0,4.

*В европейских стандартах при определении классов бетона по прочности после буквы "С" стоит дробь, в числителе которой указана цилиндрическая прочность бетона  $f_{ck,cyl}$  (прочность на сжатие образца в виде цилиндра), а в знаменателе – кубиковая прочность  $f_{ck,cube}$ . Оба показателя указаны в Н/мм<sup>2</sup> и представляют собой характеристическое значение прочности бетона с гарантией в 95%. Это означает, что из 100 бетонных элементов только 5 могут иметь показатели прочности ниже заявленных [1].*

Согласно европейским стандартам для нового поколения бетонов приняты современные термины:

– «высокопрочный» бетон (High Strength Concreters - HSC) – это бетон с прочностью при сжатии образцов-кубов  $R_{сж} \geq 60$  МПа при низком водоцементном отношении  $V/C < 0,4$ , повышенной пластичности при осадке конуса  $OK \geq 18$  см и высокой плотности;

– «высококачественный» бетон (High Performance Concreters - HPC) – это бетон с прочностью при сжатии образцов-кубов  $R_{сж} = 60...150$  МПа, низкой проницаемостью для воды (W12...W20) и газов, низкой усадкой и ползучестью;

– «особо высокопрочные» бетоны (Ultra High Strength Concreters - UHSC) – это бетон с прочностью при сжатии образцов-кубов  $R_{сж} =$

200...800 МПа и средней плотностью 2500...3000 кг/м<sup>3</sup> [2].

На сегодня концепции создания бетонов с высокими эксплуатационными свойствами можно рассматривать в следующих направлениях:

1. Использование сырьевых материалов с требуемыми техническими характеристиками.

2. Модифицирование состава цементного камня для направленного управления его структурой.

3. Обеспечение необходимых технологических режимов при приготовлении бетонных смесей.

4. Создание благоприятных условий при уходе за твердеющим бетоном.

К материалам, используемым для производства высокопрочного бетона, предъявляются повышенные требования, обеспечивающие получение бетоном нужных свойств при минимальных затратах сырья. Подбор состава бетона может корректироваться химическими добавками (наиболее эффективны современные супер- и гиперпластификаторы).

В качестве вяжущего применяют пластифицированный, гидрофобный или обычный портландцементы, которые должны иметь наибольшую возможную активность и наименьшую нормальную плотность цементного теста. Рекомендуются цементы, у которых нормальная плотность цементного теста не более 25 — 26% и активность не ниже 500 — 600 кгс/см<sup>2</sup>.

Высокопрочные бетоны наиболее целесообразно готовить на высокоактивных портландцементных (ВПЦ), которые выпускаются в настоящее время современной цементной промышленностью. Достаточно быстрое нарастание прочности в раннем возрасте позволяет сократить до минимума использование различного рода ускорителей твердения бетона.

Используемый песок должен быть чистым, без глинистых компонентов или других примесей с размером зёрен 2...3 мм. Заполнитель с зёрнами остроугольной формы обеспечивает хорошую плотность, а зёрна с округлой формой придают лучшую подвижность бетонной смеси. Рекомендуется использовать пески речных или карьерные с модулем крупности 2,5...3, с минимальным наличием пылевидных частиц и содержанием глинистых частиц не более 2%.

В качестве крупного заполнителя в высокопрочных бетонах применяют щебень, получаемый дроблением прочных плотных горных пород. Прочность щебня при сжатии в насыщенном водой состоянии должна превышать прочность бетона не менее чем в полтора раза. Щебень должен иметь форму приближенную к форме куба, а наличие песчаного зерна должно быть минимально. Предпочтительны фракции 3-10 мм и 10...15 мм, с морозостойкостью не менее 300 циклов.

Заполнители, используемые для приготовления высокопрочного бетона, должны быть сухими и соответствовать требованиям нормативных документов [3].

Помимо портландцемента, в высокопрочных бетонах используется большое количество материалов, обладающих гидравлической и пуццолановой активностью, которые наделены отличными свойствами долгосрочного набора прочности (например, использование микрокремнезема).

Наравне с традиционными бетонными смесями разрабатываются различные альтернативные смеси для высокопрочных бетонов и растворов. Всех их объединяет поиск высокопрочных компонентов и уменьшение содержания воды. Для этого используется сортировка заполнителей и суперпластификаторы. За счет новых технологий твердения также ускоряется набор прочности (например, автоклавное твердение). Бетоны, произведенные таким образом, могут достигать прочности от 150 МПа до 200 МПа и больше.

Приготовление качественных бетонных смесей связано также с правильно выбранной процедурой смешивания сырьевых компонентов и их высокоинтенсивным перемешиванием. Для уменьшения энергии на перемешивание целесообразно использовать смесители с переменной скоростью вращения и специальными лопастями малого диаметра. При этом должно быть обеспечено точное дозирование составляющих бетонных смесей по массе [4].

Главной задачей при производстве высокопрочных бетонных смесей является обеспечение достаточной удобоукладываемости смеси в течение периода, предусмотренного строительной практикой. Для этого необходимы:

- постоянный контроль влажности заполнителей;
- высокая точность дозировки;
- использование смесителей, отличающихся высокой интенсивностью смешивания;
- определение последовательности загрузки компонентов смеси и соответствующей продолжительности смешивания;
- при работе с товарным бетоном необходимо учитывать время, необходимое для транспортировки и укладки бетона, и соотносить его с началом твердения, при необходимости следует добавить замедлитель;
- определение правил дополнительной дозировки пластификатора на строительной площадке.

Свежеуложенная бетонная смесь должна подвергаться эффективным методам уплотнения, при которых обеспечивается коэффициент уплотнения не ниже 0,99, а также отформованные изделия в большей степени нуждаются в защите от обезвоживания в связи с малым содержанием воды,

а это значит, что на строительной площадке необходимо создать наиболее благоприятные условия по уходу за бетоном.

Уход за бетоном – это совокупность технологических приемов, обеспечивающих температурно-влажностные условия твердения с учетом влияния климатического фактора:

1. Внешний – защита от испарения воды за счет устройства или нанесения на поверхность бетона разнообразных, в т.ч. специальных жидких, покрытий;

2. Внутренний – введение в бетон водонасыщенных пористых заполнителей или суперадсорбентов, аккумулирующих воду при приготовлении бетонной смеси и отдающие ее в процессе твердения.[5]

**Выводы.** За высокопрочными бетонами стоит будущее, которое обеспечит высокие эксплуатационные характеристики и позволит решать сложнейшие проблемы в строительстве. В современных условиях возможно получать бетоны нового поколения с высокими эксплуатационными свойствами, не усложняя технологии производства бетонных работ, с помощью оптимизации состава, повышения уровня контроля качества составляющих, условий приготовления и применение современных органоминеральных модификаторов.

#### Л и т е р а т у р а

1. ДБН В.2.6-98: 2009 Конструкции зданий и сооружений. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. - М.: Минрегионстрой, 2010. - 20с.
2. СТ РК EN 206-1-2011 (EN 206-1:2000) Бетон. Часть 1. Технические требования, показатели, производство и соответствие. Общество ЭришБетон. Дублин. 2004. - 8-22 с.
3. Берг О.Я., Щербakov Е.Н. Высокопрочный бетон. М., 1971- с.
4. Каприелов С.С., Шейнфельд А.В. Бетон нового поколения с высокими эксплуатационными свойствами //

Материалы международной конференции «Долговечность и защита конструкций от коррозии», М., 1999, с. 191-196

5. Ушеров-Маршак А. В. Бетонovedение: лексикон. М.: РИФ Стройматериалы.- 2009. – 112 с.

#### R e f e r e n c e s

1. DBN V.2.6-98: 2009 Konstruktsii zdaniy i sooruzheniy. Betonnyye i zhelezobetonnyye konstruktsii. Osnovnyye polozheniya. - M.: Minregionstroy, 2010. - 20s.
2. ST RK EN 206-1-2011 (EN 206-1:2000) Beton. Chast' 1. Tekhnicheskiye trebovaniya, pokazateli, proizvodstvo i sootvetstviye. Obshchestvo ErishBeton. Dublin. 2004. - 8-22 s.
3. Berg O.YA., Shcherbakov Ye.N., Vysokopochnyy beton. M., 1971- s.
4. Kapriyelov S.S., Sheynfel'd A.V. Beton novogo pokoleniya s vysokimi ekspluatatsionnymi svoystvami // Materialy mezhdunarodnoy konferentsii «Dolgovechnost' i zashchita konstruktsiy ot korrozii», M., 1999, s. 191-196
5. UsheroV-Marshak A. V. Betonovedeniye: leksikon. M.: RIF Stroymaterialy.- 2009. – 112 s.

**Goncharenko A. A.**

#### HIGH-STRENGTH CONCRETE AS A NEW GENERATION OF CONCRETE

*This article outlined the main directions for obtaining heavy modified concrete with high performance properties on the basis of standard raw materials and modifiers.*

**Key words:** high-strength concrete, strength, raw materials, binders, fillers, workability, care.

**Гончаренко Анастасия Александровна** магистрант кафедры архитектуры и строительных конструкций ГОУ ЛНР ЛНАУ.

**Goncharenko Anastasia Aleksandrovna** Master Degree SEI LPR Lugansk National Agrarian University.

**Рецензент: Ефремов Александр Николаевич**, доктор технических наук, профессор кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры.

*Статья подана 2.08.2017*

УДК 628.17

## ДЕКОМПОЗИЦИЯ СИСТЕМ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К РАСЧЕТУ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

Гусенцова Я.А., Рыблова Е.В.

## DECOMPOSITION OF SYSTEMS DURING PREPARATION FOR THE CALCULATION OF THE CHARACTERISTICS OF HYDROTRANSPORT SYSTEMS

Yana A. Gusentzova, Eugenia V. Ryblova

*Приведена математическая модель сложной гидравлической системы на основе ее декомпозиции. Предложена методика расчета характеристик системы для решений задач проектирования.*

**Ключевые слова:** гидравлическая система, декомпозиция, математическая модель.

Реальные гидравлические системы обычно имеют достаточно сложную структуру и состоят из большого числа разнородных конструктивных элементов [1, 5]. Для обеспечения возможности расчета таких систем на ЭВМ необходимо составить математическую модель, т.е. совокупность математических и символических соотношений, описывающих структуру системы и основные свойства элементов [3 - 5].

Целями создания математической модели гидросистемы могут быть:

- исследование определенных физических явлений путем постановки эксперимента на ЭВМ;
- обеспечение проектирования систем.

В этом случае модели отдельных физических явлений и конструктивных элементов используются для того, чтобы построить модель процессов в системе в целом и тем самым решить задачу целенаправленного проектирования технических объектов с получением необходимого технического, экономического или иного эффекта. Указанные цели обычно тесно взаимосвязаны. Однако здесь будут рассматриваться в основном вопросы создания математических моделей гидросистем для обеспечения задач проектирования. Поэтому следует подчеркнуть, что если в первом случае (при создании модели для исследовательских целей) модель должна наиболее полным образом интерпретировать изучаемое явление и влияние на него различных параметров среды, то во втором случае (при проектировании технических гидросистем) модель должна быть по возможности простой и учитывать лишь те наиболее

существенные стороны процессов, которые необходимы для достижения целей проектирования. Это сокращает трудоемкость подготовки и проведения расчетов, позволяет избежать ошибок от неправильной интерпретации информации и дает возможность кратчайшим путем решать основную задачу проектирования — разработку и сравнение вариантов, а также выбор оптимального [4, 5].

Для составления математической модели сложной гидросистемы необходимо прежде всего расчленить ее на расчетные элементы, т.е. произвести так называемую декомпозицию. Рассмотрим методику расчленения гидросистемы на расчетные элементы и основы подхода к составлению математических моделей конструктивных элементов гидросистем.

Под элементом системы подразумевается одно из конструктивных устройств реальной системы. Понятие «элемент системы» является относительным, так как под ним может подразумеваться и совокупность нескольких простых устройств.

По конструктивным и технологическим признакам в каждой гидросистеме могут быть выделены следующие элементы:

- источники питания гидросистемы (насосы, гидравлические аккумуляторы, резервуары и т. п.);
- технологические устройства, осуществляющие отбор жидкости из гидросистемы (потребители);
- напорно-регулирующие устройства, которые могут в различных режимах работы гидросистем выполнять роль источников питания или потребителей в зависимости от соотношения давления в месте присоединения их к системе и давления в самом напорно-регулирующем устройстве;
- конструктивные участки магистралей, по которым осуществляется подача жидкости.

В качестве источников питания в гидросистемах в большинстве случаев используют насосы различных типов, а также напорно-регулирующие устройства. При расчетах моделью источника питания является математическая зависимость между напором  $H$  и расходом  $Q$ :

$$H = f_1(Q). \quad (1)$$

При этом основным показателем экономической эффективности работы источника питания (в частности, насосного агрегата) может быть зависимость коэффициента полезного действия от создаваемого напора  $H$  и подачи  $Q$ :

$$\eta = f_2(H, Q), \quad (2)$$

а также зависимость потребляемой мощности  $N$  от величин  $H$  и  $Q$ , т. е.

$$N = f_3(H, Q). \quad (3)$$

Потребителями жидкости в системах могут быть технологические аппараты и оборудование, резервуары, напорно-регулирующие устройства в определенные периоды их работы и т. п. В общем случае гидравлическая характеристика потребителей обычно может быть представлена функцией вида

$$H = f_4(Q, R), \quad (4)$$

где  $R$  – гидравлическое сопротивление.

В качестве расчетной модели участков гидравлических магистралей (труб) можно использовать зависимость потерь напора на трение и местные сопротивления на рассматриваемом конструктивном участке гидросистемы от режима течения жидкости, характеризуемого обычно числом Рейнольдса  $Re$ , свойств внутренней поверхности труб, формы поперечного сечения, расхода жидкости и т. п. При этом потери напора могут быть представлены функцией вида

$$h = \Delta H = f_5(Q, Re, \Delta), \quad (5)$$

где  $Re$  – число Рейнольдса;

$\Delta$  – параметры, характеризующие конструктивные свойства труб.

В конструктивном отношении все гидросистемы можно подразделить на простые (разветвленные), в которых источники питания и потребители соединены между собой сетью магистралей, не имеющей замкнутых контуров (колец), и кольцевые.

На основании анализа пространственной и технологической структуры любая реальная или проектируемая гидросистема может быть разделена на конструктивные участки и конструктивные узлы. В качестве конструктивных узлов будем

рассматривать все конструктивные устройства, нарушающие однородность магистралей (например, место изменения поперечного размера труб, разветвления, места установки насосов и т. п.). Это должно учитываться при составлении расчетной математической модели с помощью составления соответствующих уравнений (или систем уравнений), отражающих гидравлические закономерности указанных сложных конструктивных элементов (колец или узлов соединения нескольких магистралей). Так, в частности, для каждого конструктивного узла (т.е. места соединения нескольких участков магистралей или присоединения к системе потребителей или источников питания) должно соблюдаться уравнение неразрывности, т.е. закон сохранения массы вещества. Уравнение неразрывности для каждого конструктивного узла может быть записано так:

$$Q_i + \sum_{j=1}^{M_i} q_{i,j} = 0, \quad (6)$$

где  $Q_i$  – расход жидкости, отбираемой потребителем из  $i$ -го узла или подаваемой туда источником питания;

$q_{i,j}$  – расход жидкости, вытекающей в  $i$ -й узел или вытекающей из этого узла по  $j$ -му участку магистралей, подключенному к этому узлу;

$M_i$  – число участков, подключенных к узлу.

Для каждого замкнутого контура (кольца) в гидравлической системе должно соблюдаться известное соотношение относительно потерь напора, заключающееся в том, что сумма потерь напора по замкнутому контуру при обходе его в одном направлении (с учетом определенного принятого правила знаков) должна быть равна нулю, т. е.

$$\sum_{j=1}^{N_i} h_{i,j} = 0, \quad (7)$$

где  $h_{i,j}$  – потери напора на  $i$ -м участке, входящем в состав  $j$ -го расчетного кольца;

$j$  – число участков в  $i$ -м кольце (в данном случае в кольце содержится  $N_i$  участок).

Таким образом, на основе декомпозиции сложной гидравлической системы получена система уравнения (1-7), позволяющая рассчитать все характеристики системы.

### Литература

1. Инженерные сети. Оборудование зданий и сооружений / под ред. Ю. П. Соснина. – М. : Высш. Школа– 2001. – 416 с.
2. Коваленко А. А. Гидравлические и аэродинамические машины / А. А. Коваленко. – Луганск : Изд-во ДонГАСА, –2000. – 72 с.
3. Математическая модель циркуляционных потоков жидкости в шахтных аэротенках с пневматической

аэрацией / В.И. Нездойминов, М.В. Бескровная, В.В. Белоусов // Математичне моделювання : науковий журнал.- Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2007. - No1 (16). - С. 109-112.

4. Оптимизация сложных трубопроводных систем / А. А. Коваленко, Г. С. Калюжный, П. Н. Акимов // Открытые физические чтения : Всеукр. конф. 11 мая 2012 г. - Алчевск : ДонДТУ, 2012. – С. 7-8.

5. Сложные гидравлические системы: моделирование, оптимизация / М.В. Пилавов, А.А. Коваленко, Г.С. Калюжный, Н.Д. Андрийчук. - Луганск: изд-во ВНУ им. В. Даля, 2011. – 112 с.

### References

1. Inzhenerne seti. Oborudovanie zdanij i sooruzhenij / pod. red. Ju. P. Sosnina. – М. : Vyssh. shkola, 2001. – 416 s.

2. Kovalenko A.A. Gidravlicheskie i ajerodinamicheskie mashiny / A. A. Kovalenko. – Lugansk : Izd-vo DonGASA, 2000. – 72 s.

3. Matematicheskaja model' cirkuljacionnyh potokov zhidkosti v shahtnih ajerotenkah s pnevmaticheskaj ajeraciej / V.I. Nezdojminov, M.V. Beskrovnaja, V.V. Belousov // Matematichne modeljuvannja : naukovij zhurnal.- Dniprodzerzhins'k : DDTU, 2007. - No1 (16). - S. 109-112.

4. Optimizacija slozhnyh truboprovodnyh sistem / A. A. Kovalenko, G. S. Kaljuzhnyj, P. N. Akimov // Otkrytye fizicheskie chtenija : Vseukr. konf. 11 maja 2012 g. - Alchevsk : DonDTU, 2012. – S. 7-8.

5. Slozhnye gidravlicheskie sistemy: modelirovanie, optimizacija / M.V. Pilavov, A.A. Kovalenko, G.S. Kaljuzhnyj, N.D. Andrijchuk. - Lugansk: izd-vo VNU im. V. Dalja, 2011. – 112 s.

*Mathematical model of a complex hydraulic system on the basis of its decomposition was presented. The methods of*

*calculating system performance for solutions to design problems also shown.*

**Key words:** *hydraulic system, decomposition, mathematical model*

**Гусенцова Яна Алимовна** – доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Технология и организация строительного производства» Луганского национального аграрного университета.

Научные интересы: математическое моделирование гидромеханических процессов в гидроприводах различного назначения, моделирование и расчет вентиляционных систем промышленных предприятий и зданий, вопросы регулирования процессов тепло- и массообмена.

**E-mail:** gusentsova@gmail.com

**Tel.:** +38050-946-65-92/

**Gusentsova Yana** – Doctor of Technical Sciences, professor, Chief of the department "Technology and organization of building production" of Lugansk National Agrarian University, Lugansk

Scientific interests: mathematical simulation of hydrodynamic processes in hydraulic drives for various purposes, modeling and calculation of ventilation systems for industrial plants and buildings, the regulation of processes of heat and mass exchange

**Риблова Евгения Викторовна** аспирант Луганского национального аграрного университета

**Evgenia Riblova** graduate student of Lugansk National Agrarian University

**Рецензент: Коваленко А.А.** к.т.н., профессор кафедры гидрогазодинамики ЛНУ им. В. Даля

*Статья подана 9.08.2017*

УДК 621.3.051.24

## ПРОБЛЕМА УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ МАШИННЫХ МАСЕЛ

Гущин А. А., Набой К.С.

## PROBLEM OF UTILIZATION OF EXHAUST ENGINE OILS

Gushchin A.A., Naboy D.S.

*Представлен анализ проблемы утилизации отработанных машинных масел, образующихся на промышленных предприятиях и транспорте. Рассмотрен метод низкотемпературного пиролиза переработки и утилизации отработанных масел.*

**Ключевые слова:** утилизация, отработанные масла, пиролиз, сырье, методы переработки.

**Суть проблемы.** Отработанные масла составляют серьезную часть отходов производства. Они образуются практически во всех сферах хозяйственной деятельности.

Годовое потребление масел во всем мире к концу 2016 г. составило около 50 млн т, что связано с увеличением производственных мощностей, выпуском нового оборудования, увеличением парка автотранспорта, появлением новых марок масел [1].

По данным Министерства природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР на её территорию поступает около 10-15 тыс. тонн новых технических масел. На сегодняшний день в нашем государстве собирается не более 12 % отработанных масел, которые частично попадают в канализацию, распыляются в атмосфере, что оказывает значительное негативное воздействие на объекты окружающей среды.

**Основной материал.** В настоящее время одной из труднорешаемых экологических и технологических проблем является утилизация и переработка отработанных промышленных и моторных масел (ОМ).

Опасными свойствами ОМ являются токсичность и пожароопасность, что обусловлено их способностью к поддержанию горения, самовоспламенению и самовозгоранию. По токсичности отработанные ОМ относятся к 4-му классу опасности. Всего лишь 4 литра отработанной смазки (приблизительно столько сливается из силового агрегата обыкновенного легкового автомобиля) могут загрязнить 3,8 тысяч литров обычной воды или образовать на водной поверхности масляную пленку (плотность отработанной жидкости ниже плотности воды), площадь которой более 32 кв. км!

Основная проблема утилизации растительных и углеводородных масел заключается в том, что объемы образуемых отходов в настоящее время не могут быть утилизированы или переработаны в полезные продукты в силу того, что, во-первых, предприятия, образующие отходы, и организации, использующие отходы исходного вида или перерабатывающие (утилизирующие) отходы у себя, не имеют требуемой техники, обладающей большой производительностью; во-вторых, хранение отходов требует весьма больших площадей. Анализ научно-технической информации показал, что существуют различные методы регенерации и утилизации ОМ, выбор которых зависит от целого ряда факторов: состава отработанных масел, возможности использования вторичного продукта, экономической целесообразности переработки и возможностей предприятия.

Отработанные масла могут быть переработаны такими способами:

- химические методы переработки;
- физические методы переработки;
- физико-химические методы переработки;
- биологические методы переработки;
- термические методы переработки.

При эколого-экономическом анализе современных технологий переработки целесообразно использовать термические методы с утилизацией тепла.

С учетом решения поставленных задач (экологической безопасности, возможности получения продуктов, обладающих эксплуатационными свойствами) наибольшей практической значимостью обладают методы низкотемпературного пиролиза при температуре 450–550 °С.

**Пиролиз** (греч. *pyr*-жар и *lysis*-распад) — термический распад углеводородных продуктов без доступа кислорода на составные части. Этот метод считается самым безопасным сжигания.

При низкотемпературном пиролизе протекают процессы десорбции углеводородов с температурой кипения 380–450 °С, а также главными задачами

утилизации отработанных машинных масел методом пиролиза является:

- охрана окружающей среды;
- получение при утилизации отработанных масел вторичного жидкого топлива и определение его долевых составляющих;
- определение удельных затрат на пиролизную утилизацию [3].

Пиролиз – это химическая реакция, во время которой органические соединения распадаются. В частности, пиролиз используется для переработки резины, пластмасс, отработанных масел, отстойных веществ, отходов текстильной промышленности. С целью улучшения технологии проведения пиролиза предложено множество конструкций пиролизных установок. Каждая из них обладает своими особенностями.

Анализ технологий термической утилизации ОМ показал, что с учетом решения поставленных задач (экологической безопасности, возможности получения продуктов, обладающих эксплуатационными свойствами) наибольшей практической значимостью обладают методы низкотемпературного пиролиза при температуре 450–550 °С.

При низкотемпературном пиролизе протекают процессы десорбции углеводородов с температурой кипения 380–450 °С, а также деструкции и карбонизации высококипящих углеводородов. В результате образуется пиролизный газ, часть которого при охлаждении способна конденсироваться с образованием жидкой фазы, и пиролизанный остаток, представляющий собой продукт, подобный техническому углероду.

Образующееся жидкое топливо может быть использовано в качестве котельного или печного топлива. Неконденсированные пиролизные газы, обладающие высокой теплотворной способностью и содержащие оксид углерода и газообразные углеводороды C1–C4 (метан, этан, пропан и т.п.) после дожига могут быть использованы для обогрева печи пиролиза, что позволит проводить процесс в автотермическом режиме.

**В сентябре 2015 года на территории Луганского домостроительного комбината начала работать первая в Луганской Народной Республике пиролизная установка по переработке полимерных отходов FORTAN.** Пиролизная установка для безопасной переработки полимеров была приобретена Луганским ООО «Компания Укрросресурсы» и используется для утилизации автомобильных шин.

Коммерческое предприятие BIODIESEL (Крым, г. Симферополь), выпускающая установки FORTAN, гарантирует переработку любых углеродсодержащих отходов в процессе пиролиза, в том числе и отработанных моторных масел [4].

При термической переработке отработанных масел необходимо их предварительное смешение с твердыми пористыми и маслосъемными отходами – ветошью, волокнистыми материалами, опилками и др.

Установка пиролиза FORTAN состоит из таких узлов и агрегатов, рис 1.

Производственный процесс переработки (пиролиза) на установках FORTAN включает ряд последовательных технологических операций.

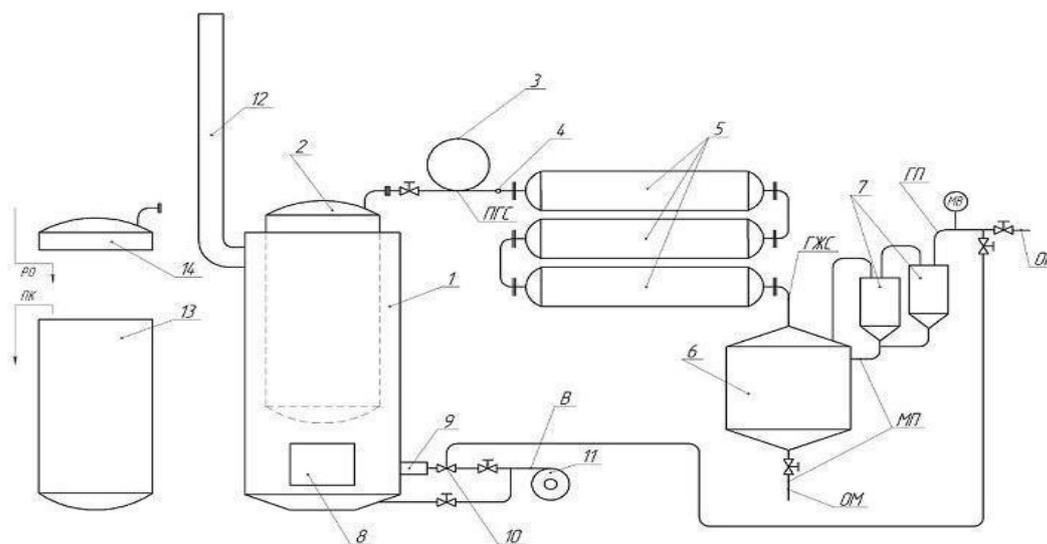


Рис. 1. Устройство пиролизной установки FORTAN

1. Батарея ретортных печей; 2. Реторта из нержавеющей стали; 3. Сильфон; 4. Магистраль парогаса пиролиза;
5. Конденсаторы – холодильники; 6. Сборник – сепаратор; 7. Газожидкостные сепараторы; 8. Топка; 9. Горелка; 10. Инжектор; 11. Воздуходувка; 12. Дымовая труба; 12. Реторта на загрузке-выгрузке; 13. Крышка реторты; 15. МП - масло пиролиза; 16. В – воздух; 17. ОГ - отбор газа; 18. ОМ - отбор масла; 19. РО - загрузка отходов (сырья); 20. ПК - выгрузка полукокса.

Подготовленное сырье загружается в сосуд из жаростойкого материала (реторту). Реторта помещается в печь. Сырье нагревается посредством теплопередачи через стенки реторты и подвергается термическому разложению (пиролизу) с образованием парогазовой смеси и углеродистого остатка – полукокса. Парогазовая смесь выводится из реторты по трубопроводу, охлаждается, пары конденсируются, и полученная жидкость отделяется от неконденсирующихся газов. Жидкость накапливается в сборнике жидкого продукта, газ частично или полностью используется для поддержания процесса (сжигается в печи). По окончании процесса пиролиза реторту с полукоксом извлекают из печи и устанавливают в печь реторту с сырьем.

Ретортная печь – вертикальная, шахта печи футерована огнеупорным бетоном и высокотемпературной теплоизоляцией на основе керамического волокна. В нижней части шахты печи установлены колосники для сжигания твердого топлива и горелочное устройство для сжигания горючих газов. Интенсификация горения и перемешивания топочных газов достигается воздушным наддувом. В шахту печи через открытый верх шахты помещается реторта с сырьем. Реторта – цилиндрический сосуд из жаростойкой стали с крышкой. Специальный затвор по периметру сопрягаемых поверхностей реторты и печи обеспечивает герметизацию внутреннего пространства печи.

Конденсатор-холодильник предназначен для охлаждения и конденсации паров жидких продуктов пиролиза. Парогазовая смесь поступает из реторты в конденсатор-холодильник по трубопроводу через быстроразъемное соединение и сильфонный компенсатор деформаций. Конденсат и неконденсирующиеся газы отводятся по трубопроводу в сборник-сепаратор.

Сборник-сепаратор – цилиндрическая емкость, предназначенная для сбора жидких продуктов пиролиза и частичного улавливания брызг жидких продуктов из газового потока.

Окончательная очистка газа от капель жидкости осуществляется в газожидкостном сепараторе.

Горючий газ поступает в горелочное устройство печи и/или другим потребителям.

Реторта загружается сырьем вне печи в горизонтальном или вертикальном положении.

После загрузки реторта закрывается крышкой.

Загруженная реторта устанавливается в печь и при помощи быстроразъемного соединения подключается к трубопроводу холодильника-конденсатора.

Реторта может устанавливаться как в горячую печь, так и в холодную (при запуске).

Для розжига печи твердое топливо (дрова, уголь, полукокс) загружается на колосники через дверь печи и поджигается.

Интенсификация горения обеспечивается наддувом воздуха под колосники, интенсификация перемешивания газов в печи и регулирование температуры в печи обеспечивается наддувом воздуха через воздушное сопло горелочного устройства.

Газ пиролиза поступает в горелочное устройство и воспламеняется. По мере увеличения потока газа наддув воздуха под колосники (для горения твердого топлива) уменьшаются.

Окончание процесса пиролиза определяется по уменьшению потока газа. Для получения высококачественного полукокса процесс ведут до прекращения выделения газа ("прокалка"). По окончании процесса примерно на 30 мин. прекращают наддув и подачу газа с целью несколько снизить температуру реторты и футеровки печи перед извлечением реторты.

После снижения температуры реторта отключается (быстроразъемным соединением) от трубопровода холодильника-конденсатора и извлекается из печи, в печь устанавливается загруженная реторта.

Извлеченная горячая реторта остывает на воздухе. После остывания открывается крышка реторты, и производится выгрузка полукокса опрокидыванием.

Огнеупорный бетон и керамическое волокно обеспечивают высокую стойкость футеровки и долговечность печи (расчетный срок службы печи не менее 10 лет в отличие от печи на основе обыкновенной стали (расчетный срок службы которой не более полугода). Бетонная футеровка ремонтпригодна. По окончании срока службы изношенная футеровка может быть заменена.

Наддув позволяет эффективно сжигать низкосортные топлива и минимизировать время разогрева печи.

Реторта из жаростойкой стали обладает высокой стойкостью к условиям эксплуатации и небольшой массой. Съёмная реторта позволяет эксплуатировать печь практически непрерывно, устанавливая и извлекая реторты. Остывание полукокса в закрытых ретортах на воздухе позволяет отказаться от тушения полукокса водой и снизить экологическую нагрузку. Разгрузка опрокидыванием позволяет отказаться от трудоемкой, медленной и опасной для здоровья ручной разгрузки. Съёмная реторта ремонтпригодна, по мере необходимости можно заменить наиболее напряженную (и небольшую по массе) часть – днище.

Трубопроводы парогаса и холодильника-конденсатора выполнены доступными для очистки от возможных отложений.

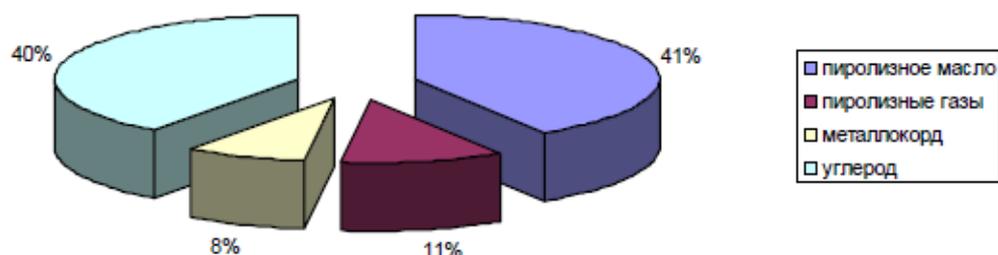


Рис.2. Продукты, полученные в результате термического разложения отходов нефтепереработки в пиролизных установках FORTAN

Перерабатывая отходы моторного масла, в конце процесса пиролиза получают такие продукты, рис.2 :65% пиролизного масла;

10-12% пиролизных газов;  
и около 23-25% углерода.

**Выводы.** Низкотемпературный пиролиз с получением жидкой дизельной фракции и твердым остатком в виде технического углерода является одним из лучших на сегодняшний день решений по обращению с отработанными маслами для крупных предприятий, так как позволяет значительно снизить токсическое воздействие на окружающую среду, сократить риски пожароопасности, кроме того, позволяет в дальнейшем использовать продукты пиролиза для технологических нужд предприятия.

Если рассматривать внедрение такой установки с точки зрения экономики, то стоит отметить экономическую выгоду для фирмы, так как прекратятся выплаты за негативное воздействие на окружающую среду отхода такого класса опасности, а именно – за сбор, хранение и утилизацию. Образующееся дизельное топливо может быть вторично использовано на предприятии.

Таким образом, применение метода низкотемпературного пиролиза позволяет максимально полно использовать ресурсный и энергетический потенциал отхода.

### Литература

1. Курасов В.С., Вербицкий В.В. Применение топлива, смазочных материалов и технических жидкостей: учеб. Пособие / КубГАУ Краснодар, 2013. – 112 с.
2. Курмаев Р.Н., Глушанкова И.С., Вайсман Я.И. Выбор и обоснование метода утилизации отработанных масел на крупных промышленных предприятиях. Транспорт. транспортные сооружения, экология № 1, 2016
3. Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования. Справочник. Т.1 и Т.2 [Текст] / А.С. Тимонин г. Калуга, изд. Н.Ф. Бочкаревой. 2002. <http://tgroupworld.com/fortan/>.

### References

1. Kurasov V.S., Verbitskiy V.V. Primeneniye topliva, smazochnykh materialov i tekhnicheskikh zhidkostey: ucheb. Posobiye / KubGAU Krasnodar, 2013. – 112 s.
2. Kurmayev R.N., Glushankova I.S., Vaysman YA.I. Vybora i obosnovaniya metoda utilizatsii otrabotannykh masel na krupnykh promyshlennykh predpriyatiyakh. Transport. transportnyye sooruzheniya, ekologiya № 1, 2016
3. Timonin A.S. Osnovy konstruirovaniya i rascheta khimiko-tekhnologicheskogo i prirodookhrannogo oborudovaniya. Spravochnik. T.1 i T.2 [Tekst] / A.S. Timonin g. Kaluga, izd. N.F. Bochkarevoy. 2002. <http://tgroupworld.com/fortan/>.

**Gushchin A.A., Naboy D.S.**

### PROBLEM OF UTILIZATION OF EXHAUST ENGINE OILS

*The analysis of problem of utilization of exhaust engine oils appearing on industrial enterprises and transport is presented. The method of low temperature pyrolysis of processing and utilization of exhaust oils is considered.*

**Keywords:** utilization, exhaust oils, pyrolysis, staff, methods of processing.

**Гушин Анатолий Александрович** преподаватель спец. дисциплин, высшей квалификационной категории.  
**E-mail:** peragu@mail.ru

**Gushin Anatoly Alexandrovich** teacher special. disciplines, the highest qualification category.  
**E-mail:** peragu@mail.ru

**Набой Константин Сергеевич** студент гр. Т – 9–41.

**Naboi Konstantin Sergeevich** student gr. T - 9 - 41.

**Рецензент:** *Гусенцова Яна Алимовна*, доктор технических наук, профессор кафедры ВТГВ.

УДК 691.167 (477.6)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛИТЫХ АСФАЛЬТОПОЛИМЕРСЕРОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ РЕМОНТА ПОКРЫТИЙ НЕЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НА ТЕРРИТОРИИ ДОНБАССА

Загородняя А.В.

## USE OF CAST ASPHALTOPOLIMERSULFUR CONCRETE FOR REPAIR OF COVERINGS OF NONRIGID ROAD CLOTHES IN THE TERRITORY OF DONBASS

Zagorodnyaya A.V.

*В статье рассмотрена эффективность применения литого дорожного асфальтополимерсеробетона для ямочного ремонта покрытий автомобильных дорог на территории Донбасса. Приводятся сведения об основных параметрах литых асфальтобетонных смесей, а также их физико-механические показатели. Исходя из различных исследований, также установлено оптимальное содержание в смеси активированного минерального порошка и модифицированного органического вяжущего.*

**Ключевые слова:** асфальтополимерсеробетонные смеси, пластичность, сдвигоустойчивость, долговечность, литой асфальтобетон

**Введение.** В настоящее время расходы, связанные с текущим ремонтом дорожных одежд автомобильных дорог (ликвидация выбоин, просадок, наплывов и других пластических деформаций, обновление шероховатости покрытий и заливка трещин на покрытия), составляют 60% от стоимости строительства [3].

Несмотря на то что ямочность на дорогах возникает практически круглогодично (особенно при неблагоприятных погодных условиях, температура ниже 0°C и относительная влажность более 80%), ее устраняют в основном при температурах выше 10°C осенью и 5°C весной. Несвоевременность выполнения текущего ремонта вызывает в дальнейшем существенное увеличение объемов ремонтных работ и снижает безопасность движения. Например, вследствие неровностей проезжей части автомобильных дорог и недостаточной фракционной способности дорожных покрытий в Украине происходит 20% и 17% ДТП соответственно [4].

В связи с этим возникает задача устранения, прежде всего, ямочности в осенне-зимний период. Однако проведение ремонтных работ в условиях пониженных температур воздуха и повышенной влажности приводит к проблемам

удобокладываемости, «приживаемости» и формирования материала в выбоине, а также долговечности отремонтированного покрытия.

**Изложение основного материала.** Одним из наиболее эффективных материалов для ямочного ремонта покрытий автомобильных дорог в неблагоприятных погодных условиях являются литые асфальтополимерсеробетонные смеси [1]. Смесь сероасфальтобетонная литая это рационально подобранная смесь из минерального заполнителя, природного или дробленого песка, минерального порошка, серы и битума, взятых в определенных пропорциях и перемешанных в смесительных установках принудительного действия. Состав смеси подбирается любым методом, принятым в практике дорожного строительства, при условии получения литого сероасфальтобетона требуемого качества. Основные параметры должны соответствовать значениям, указанным в табл. 1.

Высокая температура укладки литых смесей (155-160°C) и избыток органического вяжущего, а также качество органического клея способствует хорошей адгезии нового материала к стенкам и дну выбоины. Литые асфальтополимерсеробетонные смеси не требуют уплотнения.

Покрытия из литого асфальтополимерсеробетона водонепроницаемы, обладают абсолютной коррозионной стойкостью, трещино- и износостойки, характеризуются высокой усталостной долговечностью. Характерно, что по сравнению с известными традиционными литыми асфальтобетонными смесями, литая асфальтополимерсеробетонная смесь характеризуется более низкой энергоемкостью производства.

Установлено, что модифицированные асфальтобетонные смеси характеризуются повышенной уплотняемостью в диапазоне температур 60- 130°C (против 100-130°C для

традиционных горячих асфальтобетонных смесей); энергоемкость уплотнения модифицированных асфальтобетонов в 2 раза ниже, чем традиционных; они характеризуются большей устойчивостью при

технологическом старении (в 10 раз меньше) и в 3 раза более долговечны при эксплуатационном старении.

Таблица 1

**Основные параметры состава литого сероасфальтобетона**

Тип смеси	Максимальная крупность зерен, мм	Массовая доля, %		Б+С МП	С Б	Область применения
		Фракций более 5 мм	асфальто-вяжущего вещества			
I	20	40-55	25-35	0,45-0,70	0,45-0,90	Строительство, капитальный ремонт, текущий ремонт проезжей части улиц и дорог, мостового полотна мостов и путепроводов
II	5	-	23-28	0,45-0,75	0,40-0,75	Строительство, капитальный ремонт, текущий ремонт тротуаров, пешеходных и велосипедных дорожек

Показатели физико-механических свойств смесей должны соответствовать требованиям, указанным в табл. 2.

Таблица 2

**Показатели физико-механических свойств смесей**

№	Показатели свойств	Нормы для смеси типа		Методика испытания
		I	II	
1	Пористость минерального остова, % объема, не более	22	22	ГОСТ 12801-98 [5]
2	Водонасыщение, % объема, не более	0,5	1,0	
3	Предел прочности при сжатии при температуре +50°C, МПа, не менее	1,0	0,7	
4	Подвижность смеси при +150°C, мм, не менее	30	40	ТУ 400-24-158-89*[6]
5	Глубина вдавливания штампа при температуре +40°C, мм в пределах	1-5	3-7	
6	Предел прочности на растяжение при изгибе при температуре 0°C, МПа, не менее (факультативно)	7,0	6,0	ТУ 5718-003-04000633-2006 [7]
7	Модуль упругости при температуре 0°C, ГПа, не более (факультативно)	8,5	7,5	

Если для традиционного асфальтобетона температура хрупкости составляет минус 15, минус 17°C (в Донбассе температура холодной однодневки минус 29°C), а переход в вязкотекучее состояние 40-50°C, то для модифицированных асфальтобетонов температура хрупкости минус 32°C, а переход в вязкотекучее состояние 75-80°C. Они более морозоустойчивы, более сдвигоустойчивы и характеризуются усталостной долговечностью в 3 раза выше, чем традиционные асфальтобетоны. Нормативный срок эксплуатации дорожных покрытий, построенных из модифицированных асфальтобетонных смесей, 25-30 лет [2].

Исходя из ограничений по показателю пластичности литого асфальтополимерсеробетона (глубина погружения штампа) и по показателю подвижности при 170°C (осадка конуса), а также

учитывая экономичность литого асфальтополимерсеробетона, установлено, что оптимальное содержание в смеси активированного минерального порошка должно быть 17-18 %, а модифицированного органического вяжущего – 8-9,5%.

Литой асфальтополимерсеробетон характеризуется более высокими значениями устойчивости и низкой пластичностью по сравнению с горячим асфальтобетоном, что должно обеспечить высокую сдвигоустойчивость и долговременную прочность покрытий автомобильных дорог.

**Выводы.** Преимущество предлагаемого решения, по сравнению с лучшими достижениями стран СНГ и мира: Германия, Франция, и др., заключается в том, что при производстве

асфальтобетонными заводами литых асфальтополимерсеробетонных смесей достигаются такие эффекты: снижение энергоёмкости производства смеси; повышение долговечности слоев износа и отремонтированных карт дорожных одежд; продление дорожно-строительного сезона на 15-20% и межремонтных сроков покрытия.

Многообразие климатических особенностей Донбасса и эксплуатационных условий требует разработки научно обоснованных способов регулирования свойств вяжущих для дорожного строительства, целью которых является получение оптимальных качеств для конкретных условий.

Поэтому применены литых асфальтополимерсеробетонных смесей, которые обладают высокими структурообразующими пластифицирующими и адгезионными способностями, остается перспективным и быстро развивающимся направлением в модифицированных вяжущих при производстве асфальтобетонов.

### Литература

1. Братчун В.И. Литые асфальтополимерсеробетонные смеси для ямочного ремонта внутригородских асфальтобетонных дорог / В.И. Братчун, В.Л. Беспалов, М.К. Пактер, А.Г. Доля, // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – Луганск, ЛГУ, №2 (2), 2016. – С. 20-23.
2. Братчун В.И., Гуляк Д.В., Беспалов В. Л., Горяинов В.В., Парашевин Р.В. Инновационные технологии ямочного ремонта покрытий внутригородских асфальтобетонных дорог литыми асфальтополимерсеробетонными смесями [Текст] // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры: сб. науч. трудов «Строительный комплекс и ЖКХ ДНР: развитие и эффективность в условиях нестабильной среды деятельности» - Макеевка: ДонНАСА. 2016 - С. 8-10.
3. Калиниченко Н.М., Несвитская Л.Я. Текущий ремонт усовершенствованных дорожных покрытий при неблагоприятных погодных условиях. М.: 1985, ЦБНТИ Минавтодора РСФСР. – вып.5. – 28с.
4. Редзюк А.М. Державна концепція підвищення безпеки дорожнього руху в Україні // Автошляховик України. – 2006. – №2. – С. 6-14.
5. ГОСТ 12801-98. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний (с Изменением № 1). – М.: МНТКС, 1998. – 63 с.
6. ТУ 400-24-158-89. Смесей асфальтобетонные литые и литой асфальтобетон. – М., 1995. – 12 с.
7. ТУ 5718-003-04000633-2006. Смесей асфальтобетонные (горячие) и асфальтобетон для монолитных дорожных конструкций. – М., 2007. – 16 с.

### References

1. Bratchun V.I. Liteye asfaltopolimerserobetonnyie smesi dlya yamochnogo remonta vnutrigorodskikh asfaltobetonnykh dorog / V.I. Bratchun, V.L. Bepalov, M.K. Pakter, A.G. Dolya // Vestnik Luganskogo gosudarstvennogo

universiteta imeni Vladimira Dalya. – Lugansk, LGU, №2 (2), 2016. – С. 20-23.

2. Bratchun V.I., Gulyak D.V., Bepalov V.L., Goryainov V.V., Paraschevin R.V. Innovatsionnyie tekhnologii yamochnogo remonta pokrytiy vnutrigorodskikh asfaltobetonnykh dorog litymi asfaltopolimerserobetonnyimi smesyami [Tekst] // Vestnik Donbasskoy natsionalnoy akademii stroitelstva i arkhitektury: sb. nauch. trudov «Stroitelnyy kompleks i ZhKKh DNR: razvitie i effektivnost' v usloviyakh nestabilnoy sredy deyatel'nosti» - Makeevka: DonNASA. 2016 - S. 8-10.

3. Kalinichenko N.M., Nesvitskaya L.Y. Tekuschiy remont usovershenstvovannykh dorozhnykh pokrytiy pri neblagopriyatnykh pogodnykh usloviyakh. M.: 1985, TzBNTI Minavtodora RSFSR. – vyp.5. – 28 s.

4. Redzyuk A.M. Derzhavna kontseptsia pidvyshchennya bezpeky dorozhn'ogo rukhu v Ukraini // Avtoschlyakhovyk Ukrainy. – 2006. – №2. – S. 6-14.

5. GOST 12801-98. Materialy na osnove organicheskikh vyazhushchih dlya dorozhnogo i aerodromnogo stroitelstva. Metody ispytaniy (s Izmeneniyem # 1). – M.: MNTKS, 1998. – 63 s.

6. TU 400-24-158-89. Smesi asfaltobetonnyie lityie i litoy asfaltobeton. – M., 1995. – 12 s.

7. TU 5718-003-04000633-2006. Smesi asfaltobetonnyie (goryachie) i asfaltobeton dlya monolitnykh dorozhnykh konstruksiy. – M., 2007. – 16 s.

### Zagorodnyaya A. V.

#### USE OF CAST ASPHALTOPOLIMERSULFUR CONCRETE FOR REPAIR OF COVERINGS OF NONRIGID ROAD CLOTHES IN THE TERRITORY OF DONBASS

*In article effectiveness of application of a cast road asphaltopolimersulfur concrete for patching of coverings of highways in the territory of Donbass is considered. Data on key parameters of cast asphalt concrete mixes, and also their physicomechanical indexes are provided. Proceeding from various researches, the optimum content in mix of the activated mineral powder and the modified organic binder is also established.*

**Key words:** asphaltopolimersulfur concrete mixes, plasticity, shear stability, longevity, cast asphalt concrete

**Загородняя Анастасия Викторовна**, ассистент кафедры архитектуры и строительных конструкций ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», г. Луганск.

**E-mail:** housenastya@mail.ru

**Zagorodnyaya Anastasia Viktorovna**, Assistant of Architecture and Building Construction Department SEI LPR «Lugansk National Agrarian University».

**E-mail:** housenastya@mail.ru

**Рецензент: Роголин Вадим Валентинович**, кандидат технических наук, профессор, зав. кафедрой землеустройства, строительства автомобильных дорог и геодезии ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», г. Луганск.

Статья подана 5.08.2017

УДК 691.3:693.542.4

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ХИМИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ SRA

Назарова А.В., Коваленко Д.С.

### THE EFFECTIVENESS OF CONCRETES BASED ON CHEMICAL ADMIXTURES SRA

Nazarova A.V., Kovalenko D.S.

*В статье рассмотрены причины, типы и механизмы возникновения усадочных деформаций бетона. Описаны наиболее эффективные способы снижения усадочного трещинообразования. Рассмотрены эффективность применения добавок SRA, а также совместное использование этих добавок с полипропиленовой фиброй.*

**Ключевые слова:** бетон, усадка, добавки, SRA, полипропиленовая фибра.

**Введение.** В современное время проблемы усадочного трещинообразования в бетонах остаются актуальными. Наличие трещин в бетонных и железобетонных конструкциях снижает их долговечность вследствие снижения прочности, а также попадания различных агрессивных веществ в эти трещины, что приводит к развитию коррозии бетона и арматурной стали. Восстановление и ремонт бетона, как правило, связаны с высокими показателями трудоемкости и капитальных затрат, поэтому более экономичными являются мероприятия по предотвращению или минимализации трещинообразования в бетоне.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Усадка свежесушеного и твердеющего бетона с течением времени связана с:

- химическими процессами в цементном камне взаимодействия исходных материалов, а также химическими процессами взаимодействия продуктов гидратации с компонентами внешней среды – карбонизационная усадка;
- физическими, физико-химическими процессами, вызывающими удаление воды (обезвоживание) из структуры цементного камня (бетона) – влажностная усадка (усадка при высыхании) [1].

На данный момент в бетоноведении выделяют три основных типа бетонной усадки: пластическую, аутогенную и влажностную. Трудности прогнозирования величины полной усадки в большинстве случаев связаны с тем, что каждая ее составляющая обусловлена различными ведущими эффектами.

Традиционным способом компенсации усадки бетона является сокращение количества воды затворения. Для этого, как правило, применяют пластифицирующие добавки, используют жесткие смеси, уменьшают расход вяжущего, подбирают фракционный состав заполнителей.

Выделяют обычно такие способы снижения усадочного трещинообразования и повышения трещиностойкости:

- применение расширяющихся цементов;
- использование бетонов с пониженным содержанием песка;
- применение бетонов с низким цементным содержанием в растворе;
- использование добавок, которые способны компенсировать усадку;
- внутренний и внешний уход за бетоном.

Химические добавки, снижающие усадку, в зарубежных источниках и продуктах имеют аббревиатуру SRA (Shrinkage Reducing Admixture). Такие добавки позволяют значительно уменьшить степень усадочной деформации, избегая необходимости оптимизации состава бетона.

Упоминание добавки, снижающей усадку, появились впервые в технической литературе в Японии в 1980-х годах. Эти примеси, как правило, являются органическими полимерами, которые снижают поверхностное натяжение воды. Когда SRA диспергируют или растворяются в воде, используемой для бетона, капиллярные напряжения внутри пористой структуры высыхающего бетона снижаются, что приводит к уменьшению усадочных деформаций.

Анализом влияния одной такой примеси SRA на основе гликоля на усадку и характеристики ползучести бетонов, подвергаемых высушиванию и герметичным условиям, а также на механические свойства бетона занимался японский ученый Гетту и его соратники. Результаты, полученные ими в течение двух лет, указывают на значительное снижение усадочной деформации и коэффициента ползучести в условиях высыхания, а также аутогенной усадки, по сравнению с эталонным

бетоном (без SRA). Тем не менее, бетоны с SRA испытали небольшое снижение прочности на сжатие [3, 4].

**Изложение основного материала.** Наиболее распространенными химическими добавками, снижающими усадку, являются:

1. SRA на основе гликолевого эфира двух видов: SRA-1 (Eclipse® Shrinkage Reducing Admixture), SRA-2 (Eclipse® Plus Shrinkage Reducing Admixture), разработанный для создания лучшей воздушной системы американской фирмы W.R. Grace & Company.

2. Maresure SRA итальянской фирмы Mapei.

3. Sika Control 40 швейцарской фирмы Sika.

4. Biseal SRA испанской фирмы Drizoro.

По ранее выполненным исследованиям [5] усадка для бетона, изготовленного с добавлением SRA Eclipse®, была меньше, чем у контрольных смесей для всех возрастов. Трехдневная и семидневная усадки для бетона с SRA Eclipse® были на 30 и 55 % меньше, чем в среднем для двух контрольных смесей соответственно. Сокращение усадки в более позднем возрасте уменьшилось с 23 % в 28 дней до 14 % в 56 дней. Это снижение значительно ниже, чем снижение на 25-70%, указанное изготовителем, в возрасте 56 дней. Тем не менее, это все еще заметное сокращение, по сравнению с контрольными смесями, проверенными в исследовании.

Швейцарская фирма Sika с недавних пор выпускает добавку на основе комплекса высокомолекулярных спиртов Sika Control 40. Эта добавка увеличивает когезию в области пор, благодаря чему снижается сжатие бетона и изменение объема бетонного массива из-за потери воды.

К преимуществам этих добавок относится: снижение усадочного трещинообразования, при добавлении незначительно изменяются характеристики бетонной смеси и затвердевшего бетона, сильно улучшают водонепроницаемость и, в зависимости от рецептуры бетона, способствуют снижению усадки при потере воды до 30%.

Механизм влияния этих добавок на процессы твердения бетона до сих пор остается дискуссионным.

При этом следует отметить, что чаще всего эти добавки применяют в комплексе с ускорителями твердения вследствие негативного влияния на скорость твердения и расширяющими добавками для лучшей противоусадочной эффективности.

Также для снижения трещинообразования лучше всего комбинировать применение добавок SRA с добавлением микрофибры, которые все более широко применяются для дисперсного армирования.

Перспективным направлением является применение SRA совместно с полипропиленовой фиброй. Полипропиленовая фибра изготавливается из синтетического термопластичного неполярного

материала, полимергаза пропилена. Преимущества – низкий удельный вес, большое количество волокна в одном килограмме, высокая щелочестойкость и отсутствие коррозии.

Недостатки полипропиленовой фибры: низкая прочность волокна на растяжение; высокий коэффициент удлинения волокон, до 300%; низкий модуль упругости – 3500 МПа, низкая температурная стойкость – температура плавления – 160°C, температура воспламенения – 320°C.

Тем не менее, полипропиленовая фибра эффективно снижает растрескивание бетона. При введении фибры в бетонную смесь формируется минерально-волокнистый каркас, состоящий из волокон, на поверхности которых концентрируются агрегаты полидисперсных частиц наноструктурированного вяжущего. Это препятствует развитию усадочных процессов. Происходит структурирование матричной системы. Химически несвязанная вода наноструктурированного вяжущего заполняет микроразмерные промежутки, сформированные волокнами фибры, при этом за счет создания дополнительных микроканалов увеличивается скорость удаления влаги из системы, что приводит к интенсификации процессов твердения и увеличению плотности и прочности межпоровых перегородок [2].

**Выводы.** Применение химических добавок, снижающих усадку, является одним из эффективных способов уменьшения усадочного трещинообразования. И несмотря на некоторые недостатки (стоимость, замедление твердения, применение в комплексе с расширяющими добавками, небольшое снижение прочности на сжатие), по данным многих исследований эти добавки отлично справляются с задачей и повышают трещиностойкость, что положительно сказывается на технико-экономических показателях бетонных и железобетонных конструкций.

Совместное применение SRA с полипропиленовой фиброй, которая также эффективно противостоит растрескиванию бетона, улучшает положительные стороны применения этих добавок.

### Литература

1. Несветаев Г.В. Применение модификаторов с целью управления модулем упругости бетона / Новые научные направления строительного материаловедения: Академические чтения РААСН. – Белгород, 2005. – ч.2. – С. 51-57
2. Сивальнева М. Н. Фибропенобетон на основе бесцементного наноструктурированного вяжущего : дис. канд. техн. наук : 05.23.05 / Сивальнева М. Н. – Белгород, 2016. – 220 с.
3. Canpolat F. SRAs – RECENT STUDIES. Report No. CBU-2003-50, REP-543 / F. Canpolat, T.R. Naik // the University of Wisconsin – Milwaukee: Department of Civil

Engineering and Mechanics College of Engineering and Applied Science. – December 2003. – 18 pp.

4. Gettu, R., Roncero, J., and Martin, M. A., 2002, “Long-Term Behavior of Concrete Incorporating a Shrinkage-Reducing Admixture,” Indian Concrete Journal, India, Vol. 76, No. 9, pp. 586-592.

5. Irene Battaglia M.S. Eclipse® Shrinkage Reducing Admixture Product Evaluation. / M.S. Irene Battaglia, P.E. Gary Whited, Ryan Swank // Wisconsin Department of Transportation – Madison: Materials Management Section, Foundation and Pavements Engineering Unit. – December 2008. – 18 pp.

### References

1. Nesvetaev G.V. Primenenie modifikatorov s tselyu upravleniya modulem uprugosti betona / Novye nauchnye napravleniya stroitel'nogo materialovedeniya: Akademicheskie chteniya RAASN. – Belgorod, 2005. – ch.2. – S. 51-57

2. Sivalneva M. N. Fibropenobeton na osnove bestsementnogo nanostrukturirovannogo vyazhushchego: dis. kand. tehn. nauk : 05.23.05 / Sivalneva M. N. – Belgorod, 2016. – 220 s.

3. Canpolat F. SRAs – RECENT STUDIES. Report No. CBU-2003-50, REP-543 / F. Canpolat, T.R. Naik // the University of Wisconsin – Milwaukee: Department of Civil Engineering and Mechanics College of Engineering and Applied Science. – December 2003. – 18 pp.

4. Gettu, R., Roncero, J., and Martin, M. A., 2002, “Long-Term Behavior of Concrete Incorporating a Shrinkage-Reducing Admixture,” Indian Concrete Journal, India, Vol. 76, No. 9, pp. 586-592.

5. Irene Battaglia M.S. Eclipse® Shrinkage Reducing Admixture Product Evaluation. / M.S. Irene Battaglia, P.E. Gary Whited, Ryan Swank // Wisconsin Department of Transportation – Madison: Materials Management Section, Foundation and Pavements Engineering Unit. – December 2008. – 18 pp.

**Nazarova A.V., Kovalenko D. S**

### THE EFFECTIVENESS OF CONCRETES BASED ON CHEMICAL ADMIXTURES SRA

*The article deals with the causes, types and mechanisms of shrinkage deformation of cement concrete. The most effective ways of reducing of shrinkage crack formation are described. The effectiveness of the use of SRA, as well as the joint use of these admixtures with polypropylene fiber, are considered.*

**Key words:** concrete, shrinkage, admixtures, SRA, polypropylene fiber.

**Назарова Антонина Васильевна**, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, заведующий кафедры архитектуры и строительных конструкций ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», г. Луганск.

**Nazarova Antonina Vasiliivna**, PhD in technics, senior researcher, Head of Architecture and Building Construction Department SEI LPR «Lugansk National Agrarian University».

**E-mail:** Nazarova-Anto@yandex.ua

**Коваленко Денис Сергеевич**, ассистент кафедры архитектуры и строительных конструкций ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», г. Луганск.

**Kovalenko Denis Sergeevich**, Assistant of Architecture and Building Construction Department SEI LPR «Lugansk National Agrarian University».

**E-mail:** den\_g502@mail.ru

**Рецензент: Тараненко Светлана Кирилловна**, кандидат технических наук, доцент кафедры архитектуры и строительных конструкций ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет», г. Луганск.

Статья подана 24.08.2017

УДК 691.3:693.542

## ПРЕИМУЩЕСТВА И ПЕРСПЕКТИВЫ САМОУПЛОТНЯЮЩЕГОСЯ БЕТОНА

Пономарёв А.А.

### ADVANTAGES AND PERSPECTIVES OF SELF-COMPACTING CONCRETE

Ponomarev A.A.

*В статье рассмотрены новые тенденции получения высокоэффективных бетонов на основе самоуплотнения и современных органо-минеральных добавок, что позволяет сократить трудо- и энергозатраты при возведении зданий и сооружений.*

**Ключевые слова:** самоуплотняющийся бетон, прочность, суперпластификатор, пластичность, микрокремнезём.

**Введение.** В соответствии с принципами устойчивого развития, положенными в основу утвержденной ООН "Программы 21 для устойчивого строительства" ("Agenda 21 for Sustainable Construction", Rio de Janeiro, 1992), для отрасли строительной индустрии требуется разработка и внедрение ресурсо- и энергоэффективных строительных материалов, инновационных технологий их производства.

**Анализ последних исследований и публикаций.** В последние годы в технической литературе индустриально развитых стран появились и достаточно быстро закрепились новые терминологические понятия, которые отражают процессы, происходящие в области строительства, и, в частности, в строительстве из бетона.

С появлением суперпластификаторов (СП) и высокодисперсных кремнеземсодержащих материалов – микрокремнезема – в технологии бетона произошел значительный перелом. Оптимальное сочетание указанных добавок и в некоторых случаях небольших количеств других органических и минеральных компонентов позволило придать бетону гамму технологических и конструктивных свойств, характерных для материалов "высоких технологий".

Ведущие зарубежные компании уделяют серьезное внимание внедрению в практику так называемого Self-Compacting Concrete – самоуплотняющегося бетона (СУБ), о преимуществах которого говорит само название материала [1].

Отказ от виброуплотнения, помимо экономии энергии, времени и трудозатрат, приводит также к существенному улучшению качества бетонных и

железобетонных конструкций, их однородности, обеспечивает малую проницаемость и защиту арматуры от коррозии, повышает износостойкость и долговечность опалубки на стройплощадках и формооснастки на заводах сборного железобетона. Кроме того, вносит определенный вклад в защиту здоровья человека и окружающей среды. Возрастает и социальная привлекательность труда занятых бетонными работами людей.

Зачастую только самоуплотняющийся бетон ввиду его высокой текучести позволяет выполнять сверхтонкостенные уникальные конструкции с очень высоким содержанием арматуры в сечениях, надежно заполняя даже полости с обратной поверхностью. Такой бетон может стать прекрасным материалом для скульпторов и архитекторов.

Необходимость создания такого типа бетона была предложена профессором Х. Окамурой в 1986 году. Работы по разработке самоуплотняющегося бетона, включая фундаментальное исследование обрабатываемости бетона, были проведены профессорами К. Маекавой и К. Озавой из Токийского университета в конце 1980-х годов [2,3]. В своих работах им удалось придумать новый тип бетона, который имел высокую пластичность и низкое содержание воды.

**Изложение основного материала.** Изюминкой технологии самоуплотняющегося бетона является новый класс разработанных в Японии высокоэффективных суперпластификаторов, которые, в отличие от традиционных СП, основанных на электростатическом отталкивании частиц цемента, базируются на стерическом эффекте снижения трения компонентов цементной суспензии за счет использования полимеров с линейно-поперечными связями двух - или трехмерной формы. Новые СП представляют собой диспергаторы на основе поликарбонатовых кислот пролонгированного действия, которые адсорбируются на поверхности частиц вяжущего и создают стерический эффект. Значительный научный задел позволил японской промышленности сделать существенный скачок в быстром внедрении

самоуплотняющегося бетона. По данным Бюллетеня Британской цементной ассоциации, к 2003 г. в Японии более 50% всего бетона будет выполнено из самоуплотняющихся композиций. Британские специалисты тщательно изучили японский опыт, и самоуплотняющийся бетон уже используется ведущими строительными фирмами Англии в промышленных масштабах. Например, крупнейший производитель товарного бетона RMC Readymix поставил самоуплотняющийся бетон класса В40 для бетонирования густоармированных колонн торцового центра Midsummer Race. Предполагалось, что бетон достигнет прочности 40 МПа в возрасте 28 сут. Однако фактическая прочность в суточном возрасте составила 12 МПа, в 7-суточном - 50 МПа, а в 28-суточном - 70 МПа [4].

Оказалось, что самоуплотняющийся бетон набирает прочность на 40% быстрее традиционного, а стоимость его в деле на 10% ниже стоимости традиционного бетона за счет исключения вибрации и снижения трудозатрат при одновременном повышении качества поверхности изделий.

С использованием самоуплотняющегося бетона были построены такие уникальные сооружения:

1. “Русский” мост (рис. 1, 2) – вантовая переправа через пролив Босфор во Владивостоке. Длина центрального пролета составляет 1104 м. Высота пилонов – 320 м. Для сооружения ростверка пилонов был также применен самоуплотняющийся бетон.



Рис. 1, 2. Русский мост

2. Мост Акаси-Кайкё (рис. 3, 4), который соединяет г. Авадзи с г. Кобе в Японии. Состоит из центрального пролета протяженностью 2 км и двух боковых секций длиной по 960 м. Высота пилонов –

298 м. Мост был открыт в апреле 1998 года. Самоуплотняющийся бетон был использован для сооружения основания для пилонов, которое впоследствии было затоплено. Применение нового материала позволило увеличить производительность труда в разы [3-4].



Рис. 3, 4. Подвесной мост Акаси-Кайкё

3. Бурдж-Халифа (рисунок 5, 6) является выдающимся примером применения СУБ. Небоскрёб высотой 828 метров в Дубае – самое высокое сооружение в мире. Церемония открытия состоялась 4 января 2010 года.



Рис. 5, 6. Небоскрёб Бурдж-Халифа в Дубае

Самоуплотняющийся бетон изготавливается из традиционных ингредиентов (вода, портландцемент, песок и щебень), но для обеспечения высоких технологических и эксплуатационных свойств его необходимо модифицировать химическими и минеральными компонентами, которые увеличивают стойкость к образованию коррозии и трещин.

**Выводы.** Сочетание эффективных суперпластификаторов и высокодисперсных кремнеземсодержащих материалов техногенного происхождения, прежде всего микрокремнезема, а при необходимости совмещение с ними других органических и минеральных материалов, позволяет получить бетоны с высокими эксплуатационными характеристиками – морозостойкость 300 циклов, коэффициент коррозионной стойкости 0,84 - 0,85, а также направленно управлять реологическими свойствами бетонных смесей, модифицировать структуру и свойства самоуплотняющихся бетонов.

#### Литература

1. Егорова Е.В. Самоуплотняющиеся бетоны с полифункциональным модификатором на основе отходов промышленности: дис. канд. техн. наук: 05.23.05 / Е.В. Егорова. – Макеевка, 2016. – 16 с.
2. Okamura, H. Self-Compacting Concrete / H. Okamura, M. Ouchi //J. of Advanced Concrete Technology. – Vol. 1, No1. – 2003. – P. 5-15.
3. Ozawa, K. Development of high performance concrete based on the durability design of concrete structures / K.Ozawa, et. al. // Proceedings of the second East-Asia and Pacific Conference on Structural Engineering and Construction. -1999. — Vol. 1. — P.445–450.
4. Феррари Г., Сурико Ф. Самоуплотняющийся бетон для моста “Калатрава” в Венеции // Бетон и Железобетон. – 2006.– №3. С. 28-29.
5. Okamura H., Ozawa K. Mix design for self-compacting concrete // Concrete Library of the JSCE. 1995. № 2. P. 107-120.

#### References

1. Egorova E.V. Samouplotnyayushchiyesya betony s polifunktional'nym modifikatorom na osnove otkhodov promyshlennosti: dis. kand. tekhn. nauk: 05.23.05 / E.V. Egorova. – Makeyevka, 2016. – 16 s.
2. Okamura H. Self-Compacting Concrete / H. Okamura, M. Ouchi //J. of Advanced Concrete Technology. – Vol. 1, No1. – 2003. – P. 5-15.
3. Ozawa K. Development of high performance concrete based on the durability design of concrete structures / K.Ozawa, et. al. // Proceedings of the second East-Asia and Pacific Conference on Structural Engineering and Construction. -1999. — Vol. 1. — P.445–450.
4. Ferrari G., Suriko F. Samouplotnyayushchiysya beton dlya mosta “Kalatrava” v Venetsii // Beton i Zhelezobeton. 2006. №3. S. 28-29.
5. Okamura H., Ozawa K. Mix design for self-compacting concrete // Concrete Library of the JSCE. 1995. № 2. P. 107-120.

#### Ponomarev A.A.

#### ADVANTAGES AND PERSPECTIVES OF SELF-COMPACTING CONCRETE

*The article deals with new trends in obtaining high-performance concrete on the basis of self-compacting and modern organo-mineral supplements that can reduce labor and energy costs for buildings and structures.*

**Key words:** *self-compacting concrete, strength, superplasticizer, plasticity, microsilica*

**Пономарёв Андрей Александрович** магистрант кафедры архитектуры и строительных конструкций ГОУ ЛНР ЛНАУ

**Ponomarev Andrei Aleksandrovich** Master Degree SEI LPR Lugansk National Agrarian University

**Рецензент: Ефремов Александр Николаевич**, доктор технических наук, профессор кафедры «Технологий строительных конструкций, изделий и материалов» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры».

*Статья подана 6.08.2017*

УДК 69.003.658.012

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ РАЗРУШЕНИЯ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПОМОЩЬЮ ВЗРЫВОВ

Родыгина М.М., Ищенко А.С.

## INVESTIGATION OF WAYS OF DESTRUCTION OF CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE STRUCTURES WITH EXPLOSIVES

Rodygina M.M., Ishchenko A.S.

*Рассмотрены способы разрушения конструкций при разборке и реконструкции промышленных предприятий. Проанализированы преимущества взрывной технологии; систематизированы средства и методы разрушения различных конструкций.*

**Ключевые слова:** реконструкция, взрывогенератор, способы и средства разборки здания; технология разборки и разрушения бетонных и ж\б конструкций; буровзрывные работы.

**Введение.** Необходимость повышения качества продукции, ее конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках потребовала модернизации оборудования предприятий, его замены, внедрения в производство современных технологий. Срок морального износа оборудования в среднем составляет 5-10 лет, поэтому практически все оборудование предприятий за время устарело. В то же время срок службы зданий и сооружений даже при сложных режимах эксплуатации составляет 30—60 лет. Здания промышленных предприятий строились под определенную технологию, а объемно-планировочные решения, фундаменты под оборудование, системы инженерного обеспечения соответствовали этой технологии и оборудованию. Изменение технологических процессов, установка современного оборудования, внедрение систем автоматизации требуют, как правило, реконструкции строительных конструкций зданий и сооружений. Это в ряде случаев вызывает необходимость изменения объемно-планировочных решений производственных зданий, увеличения несущей способности ряда конструкций, изменения габаритов и конфигурации фундаментов под оборудование, полной или частичной замены коммуникаций и др.

Увеличивающиеся объемы капитальных вложений в техническое переоснащение и реконструкцию промышленных предприятий превращают реконструкцию в значительную отрасль строительного производства, требующую разработки новой технологии, средств механизации

и нового подхода к разработке проектной документации.

**Изложение основного материала.** Учитывая темпы развития науки и техники, становится очевидным, что моральное старение оборудования ускоряется. В связи с этим целесообразно при реконструкции учитывать требования возможных последующих изменений в технологии производства. Расчеты показывают, что некоторое удорожание строительства за счет принятия при проектировании конструктивных и объемно-планировочных решений, позволяющих сократить сроки остановки производства при будущих реконструкциях либо исключить ее полностью, будет вполне оправданно.

Такая постановка вопроса требует обоснованного учета перспектив развития реконструируемого предприятия, а также ухода от тенденции рассматривать затраты, связанные с перспективами развития производства как излишества без надлежащего анализа экономических последствий.

В процессе подготовки и производства работ по разрушению строительных конструкций должны выполняться обследование конструкций и конструктивных элементов, подлежащих разборке; изучение и согласование условий производства работ по разрушению конструкций;

обследование окружающих охраняемых объектов и принятие решений по их защите; составление технического задания на проектирование и производство буровзрывных работ по разрушению строительных конструкций; составление проекта производства работ; рассмотрение, утверждение и согласование ППР с органами Госнадзорохраны труда и всеми заинтересованными организациями; остановка производства, демонтаж оборудования, освоение подходов к месту производства взрывных работ;

отделение фундаментов от примыкания к колоннам, окопка фундаментов, отсечка

обрушаемых частей зданий от примыкания к сохраняемым конструкциям;

разметка мест расположения шпуров и бурение шпуров;

изготовление укрытий для защиты охраняемых объектов и укрытия места взрыва; зарядание шпуров;

оцепление опасной зоны и вывод людей за ее пределы; остановка технологического оборудования, отключение электросетей.

**Результаты исследований.** Применение взрывной технологии разрушения по сравнению с

механизированным способом обеспечивает снижение затрат труда в 8-10 раз, стоимость работ – в 2-4 раза, сокращает затраты ручного труда, значительно сокращает сроки реконструкции.

В таблице 1 систематизированы средства разрушения различных конструкций, которые могут быть использованы для составления заявок на приобретение средств разрушения строительных конструкций в период подготовки реконструкции действующих предприятий или для рационального применения имеющихся средств разрушения в период реконструкции.

Таблица

Систематизированные средства разрушения различных конструкций

Разбираемые конструкции	Экскаватор-разрушитель	Клин-молот	Гидроциклиновая установка	Устройство для срезки свай	Гидроимпульсная установка	Кислородная резка	Установка плазменной резки	Термо-бур	Гидро-взрыв	Гидропороховой-скалолом	Взрыво-генератор
<b>Фундаментные</b>											
Фундаменты бетонные марки бетона 100-250											
в стесненных условиях	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-
на свободной площадке	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+
<b>Плитные</b>											
Бетонные основания и полы											
толщиной до 200мм	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
толщиной от 200 до 500мм	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+
ж/б перекрытия	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
<b>Стенчатые</b>											
Стены и перегородки											
Кирпичные	+	-		+			+	-	-	+	+
Бетонные	+	-		+		-	+	-	-	+	+

**Выводы.** Преимущества взрывной технологии: краткие сроки производства работ по дроблению фундаментов, обрушению конструкций; малый фракционный состав раздробленных кусков материала конструкций, что позволяет осуществлять уборку материала без доработки, возможность одновременного выполнения работ по разрушению конструкций большого объема; кратковременное воздействие на объекты, окружающее место работ.

Недостатки способа: нежелательное воздействие вредных эффектов, сопровождающих взрыв (сейсмические и ударные воздушные волны, разлет кусков), кратковременное воздействие шума и значительная запыленность при взрыве; воздействие вибрации и шума при бурении на людей; значительные затраты на мероприятия по обеспечению безопасности людей и охраняемых объектов.

### Литература

1. Бадагуев Б. Т. Работы с повышенной опасностью. Разборка (снос) зданий и сооружений.– Альфа-Пресс, 2012 г.

2. Беляков Ю.И. Строительные работы при реконструкции предприятий. Ю.И. Беляков, А.Ф. Резуник, Н. М. Федосенко. — М.: Стройиздат,– 1986.—224 с.

3. Орлов В.А. Строительство и реконструкция инженерных сетей и сооружений. В. А. Орлов– Москва– 2010– 304 с.

4. Прохоркин С. Ф. Реконструкция промышленных предприятий. Опыт ленинградских строителей– М. Стройиздат– 1981г.– 125 с.

5. Технология разрушения строительных конструкций при реконструкции промышленных предприятий. НИИСП Госстрой УССР. 1987г. Библиогр.: С. 235-237. - Б. ц.

### References

1. Badaguev B. T. Works with increased danger. Demolition (demolition) of buildings and structures. Alfa Press, 2012.

2. Belyakov Yu.I. Construction work during reconstruction enterprise. Yu. I. Belyakov, AF Rezunik, NM Fedosenko. - M.: Stroyizdat, 1986.-224 p.

3. Orlov V.A. Construction and reconstruction of engineering networks and constructions. VA Orlov Moscow 2010. – 304 s.

4. Prokhorkin SF Reconstruction of industrial enterprises. The experience of the Leningrad builders M. Stroyizdat 1981. 125 sec.

5. Technology of destruction of building structures at restoration of industrial enterprises. NIISP Gosstroy USSR. 1987г. Bibliography.: With. 235-237. - B. с.

**Rodygina M.M., Ishchenko A. S.**  
**INVESTIGATION OF WAYS OF DESTRUCTION OF  
CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE  
STRUCTURES WITH EXPLOSIVES**

*Methods of structural failure at disassembly and reconstruction of industrial enterprises. The advantages of explosive technology are analyzed; systematized means and methods of destruction of various constructions.*

**Key words:** reconstruction, explosion generator, methods and means of disassembling the building; disassembly and destruction technology concrete and reinforced concrete structures; drilling and blasting operations.

**Родыгина Мария Михайловна** кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедрой ТОСП ГОУ ЛНР ЛНАУ

**Rodygina Maria Mikhailovna** Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department of technology and organization of construction LPR Lugansk National Agrarian University.

**Ищенко Александр Сергеевич** студент ГОУ ЛНР ЛНАУ.

**Ishchenko Alexandr Sergeevich** Student LPR Lugansk National Agrarian University.

**Рецензент: Рябичева Людмила Александровна** доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой ЛНУ имени В. Даля.

*Статья подана 3.08.2017*

УДК 330.101.541

## АНАЛИЗ МАРКЕТИНГОВОЙ КОНКУРЕНТНОЙ БОРЬБЫ ЗА ПОТРЕБИТЕЛЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Коровин М.А.

### ANALYSIS OF MARKETING COMPETITION FOR THE CONSUMER IN MODERN CONDITIONS

Korovin M. A.

*В статье представлены результаты исследования форм и методов шпионажа, коррупции, фальсификации продукции конкурентов, компрометации сотрудников фирмы, прямого обмана, нанесения материального ущерба, психологического и физического воздействия на потребителя при нецивилизованной и незаконной конкуренции между производителями товаров и услуг. Анализируются основные методы и средства воздействия на психику, сознание и поведение людей в условиях рыночных отношений*

**Ключевые слова:** рыночные отношения, производители товаров и услуг, конкурентная борьба, маркетинговые технологии, методы и средства воздействия, физическая и психологическая зависимость.

**Введение.** Переход от планового хозяйствования к рыночному, возникновение частных предприятий, снижение роли государственного регулирования в различных сферах экономической жизни – все это привело к резкому увеличению конкуренции между производителями товаров и услуг. Опыт развития экономики стран с рыночной экономикой свидетельствует, что в целом конкуренция способствует развитию производительных сил и прогрессу общественных отношений. Однако лишь тогда, когда она осуществляется в цивилизованных формах. Именно в этом случае преимущество получает та фирма, которая предлагает более качественные товары или услуги, ниже цены конкурента или предоставляет какие-то дополнительные льготы.

В то же время конкурентная борьба может проходить с использованием как цивилизованных, так и незаконных средств и методов.

К сожалению, мы видим все больше и больше нецивилизованных форм конкурентной борьбы.

**Целью статьи** является анализ методов и средств нецивилизованной и незаконной конкуренции между производителями товаров и услуг.

**Материалы и результаты исследования.** В основу нецивилизованной и незаконной конкуренции положено стремление упрочить свое положение используя различные формы экономического шпионажа, коррупции, фальсификации продукции конкурента, компрометации сотрудников фирмы, прямого обмана, нанесения материального ущерба, психологического и физического воздействия. В последнее время для этих воздействий используются различные технические средства и новые научные разработки, в том числе и в области психологии.

Развитие рыночных отношений на примере Украины открывало перед предпринимателями большие возможности для использования своих деловых качеств, таланта и денег. Украина была в праве ожидать притока и зарубежных инвесторов. Однако этого не произошло. Наоборот, идет отток капиталов из Украины и, пожалуй, главной причиной является пока еще высокая степень риска ведения бизнеса в этой стране.

Для любой страны к основным критериям оценки безопасности бизнеса можно отнести:

- политическую и экономическую обстановку;
- правовое поле;
- коррумпированность чиновников госструктур;
- недобросовестную конкуренцию;
- физическую безопасность самого предпринимателя и сотрудников фирмы.

Автор статьи не будет останавливаться на каждом из перечисленных критериев уязвимости бизнеса. Они широко освещаются в средствах массовой информации. В настоящей статье предполагается остановиться на основных методах целенаправленного воздействия на человека и его психику в условиях рыночных отношений.

Согласно выводам многих ученых мира и целого ряда экспериментов, подтверждается теория о том, что любое тело поляризует вакуум и таким

образом создает вокруг себя торсионное поле. В связи с этим особую тревогу вызывает нарастание плотности энергии электромагнитного фона в среде обитания человека. Уже сегодня можно говорить о некоем «электромагнитном» смоге и его влиянии на человека, так как оно может оказаться непредсказуемым.

Практически во всех государствах мира сложилась такая практика, что любые научные разработки, технические находки в первую очередь оцениваются в возможности использовать их для управления людьми, навязывания им своей воли либо в военных целях.

Уже известно, что создано психотронное оружие, различного предназначения генераторы торсионных полей, способные разрушать объекты и сооружения вплоть до молекулярного уровня, нарушать работу систем связи, погружать в сон целые населенные пункты или приводить жителей в состояние насилия друг против друга. Современная наука на сегодня обладает возможностями влияния на человеческую психику, минуя участие сознания, т.е. снимая контроль сознательного, рационального мышления, выходя на область подсознания; вкладывать различные программы с различными целями и задачами, поставленными создателем этих программ. К настоящему времени исследователи тайн человеческой психики подошли к границе «дозволенного».

Воздействовать на сознание и поведение человека можно различными путями. В одном случае требуется лишь подготовленный специалист (убеждение, внушение, подкуп), в другом – еще и специальная аппаратура (техногенные приемы, секс-мероприятия, зомбирование) и т.д. С этой целью используются: нижепороговое раздражение, аудио- и видеостимуляция, электрошок, ультра- и инфразвук, ударные волны, сверхвысокочастотное и торсионное излучения.

Использование генераторов торсионного излучения – это особый вид физического излучения, который не экранируется природными средами и потому используя его, можно легко вызвать какое-то заболевание, повысить или понизить психофизическую активность, усугубить различные желания, заложить в подсознание человека необходимую программу. Эти психотронные программы преследуют одну цель – навязать свою волю и определенные поведенческие функции партнеру, сопернику, рекламодателю или избирателю, группе людей или населению целого города. Подтверждением этого является появление в годы «демократизации» всевозможных изделий психотронных технологий, в том числе и психотронных генераторов, которые можно было изготавливать кустарным способом. Поэтому, возможно, и не стоит удивляться росту криминальных структур, странным эпидемиям среди людей и животных, нетривиальному поведению населения.

Итак, недобросовестные конкуренты имеют сегодня выбор способов нанесения вреда бизнесу, а нередко жизни и здоровью предпринимателя, завоевания потребителей у своего конкурента.

Наиболее эффективными «нетрадиционными» методами завоевания потребителей является использование вышеназванных био- и психотехнологий, рассчитанных на неявное управление сознанием и подсознанием покупателей. К тому же данные технологии остаются сегодня, к сожалению, еще малоизученными, а потому и трудноконтролируемыми со стороны государственных организаций и силовых структур. Это дает возможность недобросовестным предпринимателям, бизнесменам и рекламным менеджерам в конкурентной борьбе широко использовать полный арсенал существующих методов воздействия на сознание и поведение людей. К этим методам относятся суггестия, гипноз, гипнопедия, психотропия и т.д. Более подробно остановимся на некоторых из них.

Суггестия в переводе с латинского означает внушение, намек или соблазн. Передача суггестивной информации может производиться посредством любых коммуникативных связей, воздействующих на определенные органы чувств человека. Это могут быть какие-либо тексты, звуки, ритмы, изображения, цветовые гаммы, запахи, образы и много других средств и их комбинаций. В результате у потенциального покупателя помимо его воли и сознания вырабатываются определенные настроения, эмоции, душевные состояния, чувства, психологические предрасположенности и т.д., необходимые рекламисту или его заказчику. Массовое внушение в целях продвижения товаров на потребительских рынках носит наибольшую социальную опасность, т.к. могут быть проданы некачественные продукты, и в психике и поведении людей могут произойти необратимые изменения. Наиболее распространенным методом суггестии на сегодня является гипноз.

Гипноз может быть индивидуальным или массовым с помощью теле- и радиоэфира. Он представляет собой искусственно вызванное или навязанное сноподобное состояние у человека, при котором затормаживаются отдельные участки коры головного мозга, что позволяет «включать» или «выключать» определенные органы чувств, эмоции, воспоминания, образы, действия (поведение) и т.д. Однако мозг сохраняет свою возбудимость, обеспечивая при этом контакт загнипнотизированного с внешними раздражителями, и человек в таком состоянии наиболее подвержен внушению.

Человеку, сколько-нибудь знакомому с публикациями в прессе о различных трастах, лжебанках и прочих «МММ», может показаться, что к 2017-му они канули в Лету. Правда, махинаторы теперь уже поднаторели, обзавелись хорошими

юрисконсультантами, психологами, адвокатами, гипнотизерами.

Объектом своего внимания такие «новообразованные» выбирают, как правило, людей среднего достатка, мечтающих немного приумножить его. С этой целью приглашают посещать семинары, которые проводятся, как правило, на наиболее престижных площадках областных центров. Им наливают кофе (нет гарантии, что без добавок, нивелирующих волю и желание осмыслить, что же происходит), под расслабляющую тихую музыку рассказывают, что «лучше быть здоровым и богатым», чем «бедным и больным». Кроме того, публике показывают успешных бизнесменов «Василий Васильевичей» или «Иван Ивановичей», которым теперь деньги с неба каплют. И хоть в глубине души вы осознаете, что это какая-то финансовая афера, но успокаиваете себя тем, что, может, это и не так (такая солидная аудитория, располагающая обстановка; и к тому же кто после громких скандалов на это решится?) и думаете: «А возможно, тут присутствует и элемент торговли, производства или чего-то подобного, просто о коммерческой тайне пока не говорят, ведь не даром на первом же заседании берут подписку о неразглашении (!)».

И вот уже незадачливый гражданин, попавшийся на крючок, бежит ко всем своим мыслим и немислимым знакомым, под проценты занимает необходимую сумму, агитирует остальных на вступление в фонд. Цепочка обманутых разрастается до невиданных размеров, с чего сидящие наверху стригут купоны, а остальные же попадают в отчаяннейшее положение. Более изощренным методом является создание онлайн-магазина, заранее разрекламированного, с предоставлением широкого спектра товаров. Однако после определенного количества проплат оказывается, что и товары и продавцы тоже виртуальные.

В случаях использования средств массовой информации для передачи необходимой «установки» рекламного характера достаточно непродолжительного, но сильного гипнотического импульса, который может быть абсолютно незаметным для органов чувств. При этом переданную программу довольно сложно отменить т.к. заложенные посредством внушения «ценности», образы и представления становятся фиксированными (жесткими).

Гипнопедия – это наука, которая занимается исследованием возможности обучения человека во время естественного или гипнотического сна. В этом случае необходимая информация закладывается в подсознание, минуя органы чувств. Наибольшее распространение методы гипнопедии получили среди спецслужб и центров подготовки элитных военных подразделений. Сегодня данные методы, как и большинство других новых и

«прогрессивных» средств влияния, перекечевали из военной отрасли в коммерческую сферу.

Отличие от психотропных веществ, которые государство хоть как-то пытается взять под контроль, суггестивные методы пока находятся вне правового поля многих стран. В большинстве стран мира законодательство не содержит каких-либо видов ответственности за злоупотребление гипнозом или другими средствами нейролингвистического программирования. Это, по-видимому, связано с тем, что различные суггестивные методы манипуляции общественным сознанием нашли широкое применение не только в маркетинговых целях, но и в области политики и военного дела. С уверенностью можно сказать, что ни одна современная предвыборная компания не обходится без использования средств массовой суггестии. В этой связи вспоминается описанный в печати несколько лет тому назад скандал, связанный с использованием в некоторых супермаркетах Японии и Сингапура ультразвуковых сигналов, невоспринимаемых на слух для покупателей, но воздействующих на подсознание человека с целью управления его поведением, что и приводило к резкому росту продаж, а следовательно, и прибылей.

Наиболее изощренными маркетинговыми технологиями оперируют те PR-агентства, которые создаются и используются в опасный для формирования общественного сознания период предвыборных компаний. По окончании политических баталий данные формирования переключаются на оказание услуг коммерческим структурам. У этой категории «промоутеров» одинаково «хорошо» получается манипулировать сознанием и поведением как электората, так и потребителей.

Если отличительной чертой суггестивных методов воздействия на сознание покупателей является их информационная основа, то психотропные методы предусматривают проникновение в организм человека препаратов синтетического или природного происхождения. Эти препараты или материалы способны вызывать состояние зависимости и оказывать депрессивное или стимулирующее влияние на центральную нервную систему или вызывать нарушение восприятия, эмоций, мышления, поведения и представляют опасность для здоровья населения.

Эффект зависимости является мощнейшим «маркетинговым» инструментом, и поэтому данный метод получил тотальное распространение среди производителей различных безалкогольных и алкогольных напитков, пищевых продуктов и табачных изделий. Эффект зависимости вызывается различными веществами и, в частности, психотропными пищевыми и биологически активными добавками, а также медицинскими препаратами. Пищевые добавки вводятся в продукты питания, напитки или табачные изделия с целью изменения психики потребителей и их

привыкания к определенному продукту (сорта, торговой марке). В качестве таких добавок используются успокаивающие, стимулирующие и явно наркотические вещества. Последствием использования подобных пищевых компонентов является изменение сознания, вызванное психофармакологическими веществами, которые ведут к личным сдвигам, глубоким перестройкам мотивационной сферы. Особое внимание уделяется применению подобных пищевых добавок в производстве безалкогольных «шипучих» напитков, рассчитанных в первую очередь на молодое поколение.

Поэтому использование психотропных веществ в составе пищевых продуктов является на сегодня одним из «приоритетных» направлений в борьбе за «лояльность» потребителей.

Биологически активные добавки придают продукту заданные свойства с целью воздействия на физическое и психо-физическое состояние человеческого организма. С этой целью используются разработки генной инженерии, позволяющие программировать не только современных покупателей, но и будущие поколения. Сущность действия такого оружия сводится к внедрению в организмы людей специально созданных вирусов, которые вызывают физическую зависимость человека от определенных компонентов, входящих в состав «продвигаемого» товара. Аналогичное воздействие испытывают и пациенты, принимающие специально созданный фармацевтическими компаниями генетический материал (плазмины или вирусы), входивший в состав этих препаратов, что также вызывает у пациентов физическую и психологическую зависимость, которая способна передаваться по наследству. Компании, занимающиеся производством данных продуктов, обладают огромными финансовыми возможностями и способны вкладывать достаточные средства в научно-исследовательские мероприятия по «выведению» сверхновых, а главное, неизвестных потребителям препаратов и компонентов (на сегодняшний день известны около двухсот добавок, входящих в сигареты и пищевые продукты), которые вызывают у человека, как сказано выше, физическую и психическую зависимость.

Как безгранична психика человека, так бесчисленны способы воздействия на нее. Известно, что сегодня разработано много способов подачи видео- и аудиоинформации для подсознательного восприятия, которые не просто обнаружить даже используя технические средства. Присаживаясь к телевизору с целью расслабиться и отдохнуть, люди не подозревают, что их могут кодировать, закладывая в их мозги определенную информацию, которая остается в подсознании, а затем переваривается, усваивается и закрепляется как своя, неожиданно пришедшая в голову. С этой целью, кроме цветового, звукового воздействия и

изменения скорости подачи информации используется и так называемый 25-й кадр. Другой метод подачи рекламной информации с помощью телевизионных передач предусматривает расщепление внушаемого образа между несколькими скрытыми кадрами, которые складываются в единое целое в сознании зрителя, и из отдельных «вставок» формируется рекламная информация. Раскрытие подобного метода, как и монтажа 25-го кадра в процессе передачи зрительной информации, техническим путем в настоящее время практически затруднено. Других практических методик такого анализа также не существует.

В этой небольшой статье очень кратко показаны в основном существующие суггестивные и психотропные методы и средства воздействия на поведение потребителей в условиях маркетинговой конкурентной борьбы. Все, на мой взгляд, может быть гораздо серьезнее, если принять во внимание еще и проблему энергоинформационного воздействия на психику человека, что не рассматривалось в рамках данной статьи. Это требует очень серьезного изучения и принятия соответствующих мер. Думаю, что недалеко то время, когда эта проблема потребует кардинального решения в глобальных масштабах.

**Выводы.** Анализ маркетинговой конкурентной борьбы за потребителя в условиях рыночных отношений показал, что недобросовестные бизнесмены и предприниматели имеют сегодня большой выбор методов и средств в нанесении вреда потенциальным клиентам, их жизни и здоровью. Поэтому потребителю разумному, предусмотрительному и желающему сохранить свое физическое и нравственное здоровье стоит принять во внимание, насколько он уязвим и насколько хрупка человеческая жизнь.

### Литература

1. Воронов А.Н. «Конкуренция в 21 веке». – М., – 2007.
2. Харитонов В.К. «Государство и проблемы конкуренции в современной экономике. Вопросы экономики». – М., – 2005.
3. Соснин А.С. Рыночная экономика: конкуренция, преступность и безопасность. // Бизнес и безопасность. – 2005. – №5.
4. Гаджиев Н. Современная экономическая преступность: экспертно – ревизионные аспекты // Российская юстиция. – 1995. – №11. – С.11.
5. Зацепин М.Н. Преступность и предпринимательство // Преступность и закон. – 1996. – С.50-51.
6. Дементьев Е.Е. Экономическая преступность и борьба с ней в странах с развитой рыночной экономикой. – М. – 1992. – С. 13-14.
7. Тощенко Ж.Т. О парадоксах общественного сознания. (Социологический аспект) // Социологические исследования. – 1995. – №11. – С 3-11.
8. Горелов И.Н., Седов К.Ф. Основы психолингвистики. Учебное пособие. – М: Лабиринт, 2005. – 320 с.

9. Рубинштейн С.Л. О мышлении и путях его исследования./С.Л. Рубинштейн. – М: Издательство Академии наук СССР. – 1958. – 148 с.

10. Психология. Словарь / Под общ. ред. А.В. Петровского, М.Г. Ярошевского. – М: Политиздат. – 494 с.

### References

1. Voronov A. N. "Competition in the 21st century", Moscow, 2007.

2. Kharitonov V. "the State and problems of competition in the modern economy. Problems of Economics", Moscow, 2005.

3. Sosnin A. S. the Market economy: competition, crime and safety. // Business and security.-2005.-№5.

4. Hajiyev N. Modern economic crime: expert – audit aspects // Russian justice. 1995. No. 11. P. 11.

5. Zatsepin M. N. Crime and entrepreneurship // Crime and the law. 1996. P. 50-51.

6. Dement'ev, E. E. Economic crime and its control in countries with developed market economies .- М., – 1992. С. 13-14.

7. Toshchenko Zh. T. About paradoxes of public consciousness. ( Sociological aspect) // Sociological studies. 1995. No. 11. With 3-11.

8. Gorelov I. N., Sedov K. F. Fundamentals of psycholinguistics. Textbook. – М: The Labyrinth, 2005.-320с.

9. Rubinstein S. L. Of thinking and ways of its study./S. L. Rubinstein.- М: Publishing house of the USSR Academy of Sciences,-1958.-148 с.

10. Psychology. Dictionary/ Under total Ed. A. V. Petrovsky, M. G. Yaroshevsky.- М: Politizdat.- 494 с.

**Korovin M. A.**

### ANALYSIS OF MARKETING COMPETITION FOR THE CONSUMER IN MODERN CONDITIONS

*The article presents the results of a study of the forms and methods of espionage, corruption, falsification of products of competitors, are compromised of employees, and direct fraud, material damage, psychological and physical effects on the user under the uncivilized and illegal competition between producers of goods and services. Analyzes the main methods and means of influence on the psyche, the consciousness and behavior of people in the conditions of market relations*

**Key words :** market relations, the producers of goods and services, competition, marketing technologies, methods and means of action physical and psychological dependence.

**Коровин Михаил Андреевич** – кандидат военных наук, доцент, профессор военной кафедры Луганского национального университета имени Владимира Даля.

**Korovin Mikhail Andreevich** – candidate of military Sciences, associate Professor, Professor of the military Department of Luhansk national University named after Volodymyr Dahl.

**Рецензент: Корсунов К.А.**, доктор технических наук, профессор, проректор по научно – педагогической работе Луганского национального университета им. В. Даля.

*Статья подана 15.09.2017*

УДК 532. 542

## ВЫБОР ВАРИАНТОВ В НЕЧЕТКОЙ СРЕДЕ

Андрійчук Н.Д.

## THE CHOICE OF OPTIONS IN A FUZZY ENVIRONMENT

Nikolay D. Andrichuk

*Рассматриваются декомпозиционные процедуры задачи выбора вариантов на ряд взаимосвязанных подзадач с существенно меньшей мощностью множества анализируемых вариантов. Дана оценка трудоемкости «параллельной» и последовательной» схем декомпозиции.*

**Ключевые слова:** декомпозиция, выбор, вариант, схема.

Одной из наиболее важных особенностей выбора вариантов при решении прикладных задач является нечеткий характер критериев выбора альтернатив, их параметров, ограничений, накладываемых на возможность выбора тех или иных вариантов, и т.д. Вследствие этого во многих случаях оказывается невозможным построение адекватной математической модели исследуемой проблемы, что влечет за собой необходимость использования экспертных оценок, которые часто оказываются единственной информацией для принятия решений. Естественно, возникает необходимость разработки методов, позволяющих эффективно получать и обрабатывать нечеткую экспертную информацию. Наиболее перспективным аппаратом обработки такой информации являются методы, основанные на формализме нечетких бинарных отношений предпочтения [1, 2]. Модели, использующие информацию о бинарных отношениях предпочтения, обеспечивают эффективное решение задачи выбора в случае, если множество допустимых альтернатив является конечным и имеет относительно небольшую мощность.

Особенностью реальных задач выбора является большая мощность исходного множества альтернатив, которая существенно увеличивает трудоемкость решения данных задач. Для разрешения подобной проблемы используются различные декомпозиционные процедуры, позволяющие осуществить замену исходной задачи выбора на ряд взаимосвязанных подзадач (образующих иерархическую структуру) с существенно меньшей мощностью множества анализируемых вариантов. В настоящее время

разработан ряд методов декомпозиции [3, 4] (в частности, использующих информацию о бинарных отношениях предпочтения, заданных на множестве альтернатив), позволяющих решать задачи выбора при четкой исходной информации. В то же время, практически не разрабатывались декомпозиционные схемы решения задач выбора в нечеткой информационной среде. В данной работе рассмотрены “нечеткие” декомпозиционные методы решения задачи выбора.

С увеличением числа сравниваемых вариантов трудоемкость процедуры выбора (а она включает в себя и построение нечеткого отношения предпочтения, т.е. проведение экспертного опроса) значительно возрастает. Получение экспертной информации требует проведения  $N^2 - N$ ,  $M^2 - N$  нечетких парных сравнений вариантов ( $N$  - число сравниваемых альтернатив). Уже при относительно небольших  $M$  - число необходимых сравнений становится достаточно большим, что значительно увеличивает трудоемкость работы экспертов, а в некоторых случаях делает невозможным решение задачи выбора в заданные сроки. В связи с этим большое значение приобретают методы декомпозиции задачи выбора, заключающиеся в редукации исходной задачи на ряд взаимосвязанных подзадач, трудоемкость решения которых существенно ниже. Актуальность методов декомпозиции определяется еще и тем, что многие реальные задачи выбора имеют иерархическую структуру и, по сути, представляют собой декомпозиционную схему решения общей задачи выбора. Например, в задачах проектирования сложных технических систем элементами такой иерархической структуры будут задачи предэскизного, эскизного и рабочего проектирования, последовательное решение которых приводит к решению общей задачи проектирования. Следовательно, декомпозиционные схемы являются способом формального представления реальных задач и могут рассматриваться в качестве их моделей.

«Параллельная» схема декомпозиции задачи

выбора используется в том случае, когда множество  $X$  является множеством альтернативных вариантов решения проблемы  $S$ , допускающей разбиение на подпроблемы  $S_1, S_2, \dots, S_s$ , причем каждой альтернативе  $x \in X$  можно сопоставить альтернативу  $x_j$ , принадлежащую  $X_j$  - множеству альтернативных вариантов решения  $j$ -й подпроблемы.

Процедура выбора с использованием «параллельной» схемы заключается в «независимом» решении подпроблем  $1, 2, \dots, S$ . В результате для каждой подпроблемы выделяются «лучшие» варианты ее решения, из которых и синтезируются альтернативные варианты решения проблемы в целом. Вследствие такого подхода мощность множества альтернатив на уровне проблемы существенно уменьшается, что приводит к значительному сокращению трудоемкости решения задачи выбора (по сравнению с полным попарным сравнением всех альтернативных вариантов, получающихся как результат всевозможных комбинаций вариантов решения подпроблем  $S_j$ ).

Процедура выбора с использованием «параллельной» схемы заключается в «независимом» решении подпроблем  $1, 2, \dots, S$ . В результате для каждой подпроблемы выделяются «лучшие» варианты ее решения, из которых и синтезируются альтернативные варианты решения проблемы в целом. Вследствие такого подхода мощность множества альтернатив на уровне проблемы существенно уменьшается, что приводит к значительному сокращению трудоемкости решения задачи выбора (по сравнению с полным попарным сравнением всех альтернативных вариантов, получающихся как результат всевозможных комбинаций вариантов решения подпроблем  $S_j$ ).

Можно показать, что отношение трудоемкости  $Tr_{(nap)}$  «параллельной» схемы выбора к трудоемкости  $Tr$  решения задачи выбора варианта в нечеткой среде, основанного на полном попарном сравнении удовлетворяет следующему неравенству:

$$\frac{Tr_{(nap)}}{Tr} \leq \frac{S^2}{\left( (\min N_j)^2 - (\min N_j) \right)^{s-1}}, \quad (1)$$

где  $N_j$  - число альтернативных вариантов решения  $j$ -й подпроблемы.

Легко видеть, что уже при небольших  $S$  и  $N_j$  отношение  $Tr_{(nap)} / Tr$  будет мало. Например, при  $S = 3$ ,  $N_j \geq 3$  трудоемкость «параллельной» схемы составляет не более 25% трудоемкости «прямого» решения задачи выбора. При увеличении  $S$  отношение  $Tr_{(nap)} / Tr$  очень быстро уменьшается. Поэтому эффективность «параллельной» схемы тем выше, чем более детально произведена декомпозиция проблемы на подпроблемы.

"Последовательная" схема декомпозиции задачи

выбора используется в том случае, когда возможно ввести несколько иерархических уровней описания альтернативных вариантов. Таким образом, на любом уровне  $j$  ( $S$  - число уровней иерархии описаний) каждой альтернативе  $x \in X$  будет поставлена в соответствие альтернатива  $x_j \in X_j$ , представляющая собой более агрегированное описание варианта  $x$ . При этом необходимо, чтобы на  $j$ -м уровне иерархии описаний каждая альтернатива  $x_j$  была «образом» нескольких альтернатив  $x \in X$ . Тогда мощность множеств  $X_j$  будет существенно меньше мощности исходного множества  $X$ .

Процедура выбора с использованием данной схемы заключается в последовательном решении задач выбора вариантов, начиная с  $S$ -го (наиболее агрегированного) уровня описания альтернатив. При этом на каждом уровне выделяется подмножество «эффективных» вариантов, которые и анализируются на последующем (более детальном) уровне описания альтернатив. Снижение трудоемкости решения задачи выбора вариантов в этой схеме происходит за счет малой мощности множеств  $X_{j+1}$ ,  $j = (1, S)$  и последовательной отбраковки неэффективных вариантов на разных уровнях иерархии описаний, вследствие чего на уровне  $X_0$  остается относительно небольшое число альтернатив.

Можно показать, что отношение трудоемкости  $Tr_{(nap)}$  «последовательной» схемы выбора к трудоемкости  $Tr$  решения задачи выбора, основанного на полном попарном сравнении, удовлетворяет следующему неравенству:

$$\frac{Tr_{(nap)}}{Tr} \leq (S+1) \left( \min_j \max(\omega_j, \varphi_j) \right)^{2s}, \quad (2)$$

где  $\omega_j$  - параметр, показывающий соотношение между числом вариантов на  $j$ -м уровне описания альтернатив и  $j+1$ -м уровне;

$\varphi_j$  - «доля» выбираемых вариантов на  $j$ -м уровне ( $\omega_j, \varphi_j \in (0, 1)$ ).

Легко видеть, что даже для простых иерархических структур, при относительно небольших соотношениях между числом вариантов на  $j$ -м уровне описания альтернатив и  $j+1$ -м уровне и достаточно «нежесткой» отбраковке вариантов на различных уровнях иерархии отношение  $Tr_{(nap)} / Tr$  будет мало. Например, для двухуровневой иерархической структуры при  $\min_j \max(\omega_j, \varphi_j) = 0,5$  (отбраковываются не более 50% альтернатив при уменьшении в 2 раза числа вариантов при переходе на предыдущий уровень иерархии) трудоемкость «параллельной» схемы составит не более 18% трудоемкости «прямого» решения задачи выбора, как и в случае «параллельной» схемы, эффективность «последовательной» схемы декомпозиции будет очень быстро расти с увеличением  $S$  - числа уровней детализации описания альтернативных вариантов.

Таким образом, использование «параллельной» и

«последовательной» схем декомпозиции позволяет существенно снизить трудоемкость решения задач выбора большой размерности. Однако применение данных схем будет корректным лишь в том случае, если решение  $X^*$ , получаемое по декомпозиционной схеме, и «прямое» решение  $X^* = ((X^{no}_R)_a)$  задачи выбора вариантов будут согласованными. Наиболее прозрачными, на наш взгляд, критериями согласованности решений являются следующие требования:  $X^* \supseteq ((X^{no}_R)_a)$ ,  $X^* = ((X^{no}_R)_a)$ . Первое означает, что при использовании декомпозиционной схемы не будет «потеряно» ни одного решения задачи выбора (но могут быть выделены лишние альтернативы). Такое условие является вполне обоснованным. Действительно, «прямое» решение задачи выбора является наиболее надежным и объективным (за счет проведения процедуры попарных сравнений альтернативных вариантов в полном объеме), что и позволяет считать его «эталонным» решением. Естественно, что декомпозиционная схема решения задачи выбора, направленная на снижение ее трудоемкости, будет корректной лишь в том случае, если позволит выделить в качестве решения все варианты, принадлежащие  $(X^{no}_R)_a$ .

Второе требование обеспечивает полное совпадение «прямого» решения задачи выбора вариантов и решения по декомпозиционной схеме. Оно является существенно более жестким (не могут быть выделены лишние альтернативы), но, естественно, декомпозиционные схемы, удовлетворяющие этому требованию, оказываются гораздо более эффективными.

Проблема определения условий, обеспечивающих корректное применение декомпозиционных схем решения задачи выбора, рассматривалась в ряде работ. В частности, в [3, 4] было показано, что важнейшим условием, обеспечивающим корректность декомпозиционных схем, является требование гомоморфизма моделей выбора, рассматриваемых на различных уровнях иерархии описания альтернативных вариантов.

Такие свойства рассмотренных декомпозиционных схем, как возможность существенного снижения трудоемкости решения задач выбора, учет нечеткости как бинарных отношений предпочтения, так и «взаимосвязей» между различными уровнями иерархии описаний альтернативных вариантов, а также инвариантность к содержательной интерпретации нечетких отношений предпочтения, позволяют использовать данные схемы при решении достаточно широкого

класса задач выбора вариантов.

### Л и т е р а т у р а

1. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации / С.А. Орловский . - М. : Наука, 1981. - 208 с.
2. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д.А.Поспелова. - М. : Наука, 1986. - 396 с.
3. Вязгин В.А. Математические методы автоматизированного проектирования / В. А. Вязгин, В.В. Федоров. - М. : Высш.шк., 1989. - 184 с.
4. Вязгин В.А. О некоторых схемах последовательного анализа вариантов в проектировании технических систем // Изв. АН СССР. Техн. кибернет. 1984. № 6. - С 63 - 68.

### References

1. With Orlovsky And the problem of decision making with fuzzy initial information. - M.: Nauka, 1981. - 208 p.
2. Fuzzy sets in management models and artificial intelligence / ed. by D. A. Pospelov. - M.: Nauka, 1986. - 396 p.
3. Washin V. A., Fedorov, V. Mathematical methods of computer-aided design. - M.: Higher.wk., 1989. - 184.
4. Washin V. A. On some schemes of sequential analysis of variants in designing of technical systems, Izv. USSR ACADEMY OF SCIENCES. Tech. kibernet. 1984. No. 6,63-68.

**Nikolay D. Andrichuk**

### THE CHOICE OF OPTIONS IN A FUZZY ENVIRONMENT

*The decomposition of procedure of task selecting options on a number of interrelated subproblems with significantly lower cardinality of the set of analyzed variants is discussed. The estimation of the complexity of parallel and serial patterns of decomposition is given.*

**Key words:** decomposition, selection, option, scheme

**Андрійчук Николай Данилович** доктор технических наук, профессор, директор Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля.

**E-mail:** isaigkh@yandex.ru

**Andriychuk Nikolai Danilovich** Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the Luhansk National University named after Vladimir Dahl.

**E-mail:** isaigkh@yandex.ru

**Рецензент:** Гусенцова Я.А. д.т.н., профессор каф. ВТГВ ИСА и ЖКХ.

*Статья подана 15.09.2017*

УДК 622

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА

Андрійчук Н.Д., Богатырёва Л.Ю.

### USE OF COAL SLUDGES FOR MANUFACTURING WATER HEAT FUEL

Andriychuk N.D., Bogatyryova L.Yu.

*Угледобывающие шахты являются высокоотходными производственными комплексами, где количество отходов достигает 30-40 видов. Данный шлам, как правило, складывается на открытой местности. Необходимы новые, альтернативные решения по утилизации шламов, которые могут стать более выгодными в экономическом плане и огромным решением экологической проблемы.*

**Ключевые слова:** шлам, водоугольное топливо,шламоотстойники.

#### **Что мы знаем о Донбассе? Каким мы его знаем?**

В 1720-е годы был открыт Донецкий каменноугольный бассейн. Его промышленное освоение началось с конца XIX века.

На всей территории Луганской области существует 53 шахты и шахтоуправления. Безусловно, некоторые на данный момент не действуют, в связи с военными действиями некоторые шахты работают только на откачку воды. В данный момент ведутся восстановительные работы [1].

Около каждой крупной шахты, разреза или угольно-обогащительной фабрики, помимо курганов (холмы пустой породы, извлекаемой на поверхность вместе с углем), находятся еще и так называемые «хвосты» – громадные хранилища жидких отходов, образуемых при бурении горных пород с водой или промывочным раствором, а также при обогащении сырья. Эти отходы называют шламом. Средних размеров углеобогащительная фабрика или шахта ежедневно выдают 300-600 т шлама, который хранится в многочисленных шламоотстойниках или тех самых «хвостах». Помимо шлама отстойников, непосредственно из недр земли извлекаются шахтная порода, шахтные воды, метан и отходы пылегазоулавливающих установок котельных и вентиляционных систем.

Воды шахтного притока, технологические воды обогащительных фабрик с мелкими угольными частицами сбрасываются в поверхностные отстойники, которые периодически чистятся

механо-гидравлическим способом; повторно добытые угольные шламы либо сбрасываются в отработанные выработки шахт, либо в ближайшие овраги и водоемы. В отдельных случаях отходы флотации обезвоживают и складывают на свободных площадях.

**Отходы являются весомой составляющей деструктивного влияния на биосферу, при этом большая их часть является вторичным сырьем и важным источником обеспечения потребностей экономики в материальных ресурсах. Лишь 2-3% от общего количества образующихся твердых отходов горнодобывающей промышленности применяются в народном хозяйстве [2].**

Перевод шламов в транспортабельное и технологически удобное суспензионное водоугольное топливо улучшит экологическую обстановку на Донбассе. Главное его преимущество - дешевизна и экологичность. Данный вид топлива является пожаро- и взрывобезопасным, что, согласитесь, немаловажно в наше время. ВУТ позволяет реализовать замкнутый цикл по утилизации органических отходов. Отходы после сжигания топлива можно также полезно переработать, например в бетон, пескобетон, пенобетон и др. Также топливо можно сжигать совместно с природным газом с целью снижения стоимости электрической и тепловой энергии.

#### **Что такое ВУТ?**

Водоугольное топливо представляет собой дисперсную смесь, состоящую из тонкоизмельченного угля, воды и пластификатора. Приготовление ВУТ состоит из трёх основных этапов. Дробление иглы, но если при производстве топлива используется угольный шлам, то данный этап исключается. Затем необходимо осуществить помол до фракции 40-60 мкм. Следующим этапом вводят пластификаторы, стабилизаторы и др. [1].

ВУТ требует соответствующих условий для надежного воспламенения и устойчивого эффективного горения в топках котлов. Для распыления водоугольного топлива используют, как

правило, пневматические форсунки. Форсунки должны удовлетворять ряд требований: Обеспечивать надежный роспыл топлива, создавать заданную форму капельного факела, иметь определенный диапазон возможного варьирования тепла и т.д.

Для приготовления водоугольного топлива непосредственно из угольных шламов этап измельчения исходного продукта сокращается до одной стадии, в связи с этим энергоемкость сокращается в 2,4 раза. При этом, однако, зольность угля не должна быть меньше  $A_a = 14\%$ . В процессе исследований была опробована с хорошими результатами технология приготовления ВУТ на основе отходов обогащения угля на ЦОФ «Шахтерская» (о-в Сахалин, Россия) [3].

#### **Какие могут возникнуть сложности в приготовлении водоугольного топлива?**

Непосредственно в высокой зольности, в связи с этим недостаточно высокий энергетический потенциал. Данный факт не станет угнетающей проблемой, если предпринимать меры по дообогащению шламов до приемлемой зольности, либо использованием в качестве жидкой фазы ВУТ жидких горючих отходов, располагающих собственным энергетическим потенциалом, либо организацией совместного сжигания ВУТ с газообразными отходами коксохимического, нефтехимического и доменного производства, а также шахтным газом - метаном.

Использование данного ВУТ в качестве котельного топлива превращает угольную мелочь из помехи в источник доходов. В этом плане большую перспективу получает технология совместного сжигания ("co-firing") ВУТ пониженной концентрации с энергоносителями более высокой теплотворной способности и реактивности по отношению к кислороду воздуха, и в первую очередь, угольной пылью с целью снижения стоимости тепловой и электрической энергии, повышения степени выгорания органики и снижения выбросов окислов азота [3].

#### **Где применить ВУТ?**

Возможно эффективно использовать в котлах малой и средней паропроизводительности, особенно в топках слоевого сжигания. Позволит экономить на стоимости тепловой энергии, обеспечит снижение расхода топлива на производство тепловой энергии.

### **Литература**

1. Андрийчук Н.Д., Богатырёва Л.Ю. «Перспективы применения водоугольного топлива» - Вестник ЛГУ им. В. Даля №2 2016 – 17-20 с.
2. Гребенкин С.С. Технологические и организационные аспекты комплексного использования ресурсов угольных местоположений: монография / С.С. Гребенкин, В.К. Костенко, Е.С. Матлак, М.Н. Шафоростова и др. – Донецк: «ВИК», –2010.– 519 с.
3. Круть А.А., Козыряцкий Л.Н. «Водоугольное топливо на основе угольных шламов» // Сб. научных работ ДонНТУ, сер. Горно-электромеханическая. №17. – 2009. –С. 185 – 194.

4. Андрийчук Н.Д. Гидравлические системы для ВУТ: моделирование, оптимизация/ Н.Д. Андрийчук, М.В. Пилавов, А.А. Коваленко. – Луганск: изд-во ВНУ им. В.Даля, 2013.-239 с.

5. Андрийчук Н.Д. Сжимаемость водоугольных суспензий для гидротранспортных систем/ Андрийчук Н.Д., Пилавов М.В., Гусенцова Я.А.// «НОВИНИ НА НАУЧНИЙ ПРОГРЕСС-2012», Том 8, 2012, София: «БялГРАД-БГ» ООД, с. 3-7.

### **References**

1. Andriychuk ND, Bogatyryova L.Yu. "Prospects for the use of water-coal fuel" - Vesnik LSU them. V. Dahl №2 2016 - 17-20 with.
2. Grebenkin S.S. Technological and organizational aspects of the integrated use of resources of coal locations: monograph / S.S. Grebenkin, V.K. Kostenko, E.S. Matlak, M.N. Shaforostov and others - Donetsk: "VIC", -2010.- 519 p.
3. Krut AA, Koziryatsky L.N. "Water-coal fuel based on coal slimes" // Sb. scientific works of DonNTU, ser. Mining Electromechanical. №17. - 2009.-С. 185-194.
4. Andriychuk N.D. Hydraulic systems for VUT: modeling, optimization / ND Andriychuk, M.V. Pilavov, A.A. Kovalenko. - Lugansk: publishing house of the VNU. V. Dahl, 2013.-239 p.
5. Andriychuk N.D. Compressibility of water-coal suspensions for hydrotransport systems / Andriychuk ND, Pilavov MV, Gusentsova J.A.: "NOVINI ON SCIENTIFIC PROGRESS-2012", Volume 8, 2012, Sofia: "BALGRAD-BG" Ltd., with . 3-7.

#### **Andriychuk N.D. Bogatyryova, L. Yu USE OF COAL SLUDGES FOR MANUFACTURING WATER HEAT FUEL**

*Coal mines are high-waste production complexes, where the amount of waste reaches 30-40 species. This sludge, as a rule, is stored in open areas. New, alternative solutions for slurry utilization are needed, which can become more economically profitable and a huge solution to the environmental problem.*

**Key words:** *sludge, water-coal fuel, sludge pits.*

**Андрийчук Николай Данилович**, доктор технических наук, профессор, директор Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля.

**Andriychuk Nikolai Danilovich** Doctor of Technical Sciences, Professor, Director of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the Lugansk Vladimir Dahl National University.

**Богатырёва Любовь Юрьевна**, аспирант, Специальность «Промышленный транспорт» Луганского национального университета имени Владимира Даля

**Bogatyryova Lyubov Yuryevna** Postgraduate student, Specialty "Industrial Transport" of the Lugansk Vladimir Dahl National University.

**Рецензент: Гусенцова Я.А.** д.т.н., профессор каф. ВТГВ ИСА и ЖКХ

*Статья подана 22.08.2017*

УДК 691.342:628.33.8

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕМЕНТНЫХ ПАСТ С ДОБАВКАМИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Бреус Р.В., Копец Ю.В.

## INVESTIGATION OF STRENGTH CHARACTERISTICS OF CEMENT PASTE WITH ADDITIVES FROM SEWAGE SLUDGE

Breus Roman V., Kopets Iurii V.

В статье приводятся результаты исследований применения отходов станций биологической очистки сточных вод в качестве органоминеральной добавки в цементные пасты.

**Ключевые слова:** цементная паста, органоминеральные добавки, осадки сточных вод.

**Актуальность проблемы.** В настоящее время ведутся работы по подбору оптимальных составов и модернизации существующих бетонных и растворных смесей. Основной задачей в производстве этих материалов является максимальное снижение его себестоимости путём использования местных сырьевых компонентов в производстве новых составов, а также, по возможности, замена традиционных компонентов аналогичными по составу отходами промышленности.

Одним из отхообразующих производств является коммунальная отрасль, связанная с очисткой городских сточных вод, где проблема со вторичным использованием образующихся отходов на сегодняшний день практически остаётся нерешённой.

Например, в разработках стратегий развития РФ на период до 2020 года определён ряд задач, благодаря

которым страна должна получить строительные материалы с высокими показателями качества.

В связи с этим вопрос исследования свойств малоиспользуемых отходов коммунального производства и использования их при разработке эффективных строительных материалов является актуальным.

**Цель работы** – разработка оптимальных составов цементной пасты с использованием отходов местного техногенного производства – осадков сточных вод (ОСВ).

**Материал исследований и их обсуждение.** В технологии бетона минеральные наполнители традиционно рассматривались как компоненты, вводимые для предотвращения перерасхода цемента в низкомарочных бетонах и растворах. В этом направлении накоплен значительный практический опыт применения золошлаковых, карбонатных материалов, кварцевого песка и др. [1-5].

Предметом исследования служили ОСВ, образовавшиеся при биологической очистке городских сточных вод на Октябрьской станции биологической очистки г. Луганска.

Согласно существующим методикам были определены физико-механические параметры ОСВ и представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-механические характеристики ОСВ Луганска

Наименование показателя	Значение
1. Влажность, %	
$W$	23,15-69,5
$W_1$	66,67-97,37
$W_p$	51,67-77,3
2. Удельный вес, г/см <sup>3</sup>	2,19-2,56
3. Насыпная плотность, г/см <sup>3</sup>	0,74-0,91
4. Гранулометрический состав, %	>50 мм - 0,15-0,5
	50-0,1 мм - 2,45-46,15
	0,1-0,05 мм - 0,21-41,44
	0,05-0,01 мм - 15,81-55,6
	0,01-0,00 мм - 4,42-25,08
5. pH водной вытяжки, ед.	6,98-7,55

При проведении исследования цементной пасты изготавливались серии образцов, содержащие добавку ОСВ и комплексную добавку ОСВ + суперпластификатор С-3. В качестве вяжущего использовался портландцемент ПЦ500 Д0.

Результаты испытаний образцов цементных паст на прочность, в состав которых в качестве добавки введены порошкообразные компоненты – осадки сточных вод (в объеме 3%, 5%,7%,10% и 15% от цемента), приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

**Результаты экспериментальных исследований прочностных показателей качества цементного теста с различным содержанием добавки ОСВ**

	1(эталон)	2(3%)	3(5%)	4 (7%)	5(10%)	6(15%)
3 дня	304	177	226	147	177	157
7 дней	231	231	299	226	221	177
14 дней	290	243	314	294	267	196
28 дней	321	466 (+45%)	329 (+2,5 %)	348 (+8,4%)	255 (-20,6)	270 (-15,9)

Таблица 3

**Результаты экспериментальных исследований прочностных показателей качества цементного теста с различным содержанием комплексной добавки ОСВ + пластификатор С-3**

	1(эталон)	2(3%)	3(5%)	4 (7%)	5(10%)	6(15%)
3 дня	177	118	177	226	235	128
7 дней	299	289	260	348	363	275
14 дней	363	363	265	314	341	275
28 дней	382	375 (-2%)	338 (-11%)	383 (+1%)	338 (-11%)	329 (-14%)

Из результатов исследования видно, что добавка ОСВ в количестве 3-7% увеличивает прочность цементной пасты от 8 до 45%. При комплексной добавке ОСВ + пластификатор С-3 прочность остается как при эталоне или незначительно снижается. С увеличением введения добавок более 7% прочность снижается.

**Выводы**

1. На основе анализа изученных свойств исследуемого материала – ОСВ, а также возможного действия их составляющих на цементосодержащие материалы выдвинута гипотеза о возможной полифункциональности влияния ОСВ, вводимых в качестве добавок в цементные растворы и бетоны в пределах 3-7 %.

2. Получена зависимость прочности цементной пасты от количества добавки ОСВ, а также с применением суперпластификатора С-3.

3. Применение техногенного сырья – ОСВ позволит получить экономический эффект в сфере строительной индустрии и расширить сферу решения экологической проблемы.

**Литература**

1. Белелюбский Н.А. Гидравлические вещества как добавки к извести и цементу. // Строительная промышленность. - 1924. - № 5. - С.15-17.
2. Ласкорин Б.Н., Громов Б.В., Цыганков А.П., Сенин В.Н. Проблемы развития безотходных производств. - М.: Стройиздат, 1981. - 207с.
3. Юнг В.Н., Бутт Ю.М., Журавлев В.Ф., Окоороков С.Н. Технология вяжущих веществ. - М.: Госстройиздат, 1952. - 248с.
4. Суханов М.А., Ефимов С.Н., Долгополов Н.Н., Жуков Н.Ю. Новые пути использования отходов металлургической промышленности в технологии вяжущих. // Строительные материалы, 1991. - № 7. - С.22-23
5. Pertanika J. Sci. & Technol. 23 (2): 193 - 205 (2015) «Incinerated Domestic Waste Sludge Powder as Sustainable Replacement Material for Concrete»

**References**

1. Beleyubskiy N.A. Gidravlicheskiye veshchestva kak dobavki k izvesti i tse-mentu. // Stroitel'naya promyshlennost'. - 1924. - № 5. - S.15-17.
2. Laskorin B.N., Gromov B.V., Tsygankov A.P., Senin V.N. Problemy razvitiya bezotkhodnykh proizvodstv. - M.: Stroyizdat, 1981. - 207s.

3. Yung V.N., Butt YU.M., Zhuravlev V.F., Okorokov S.N. Tekhnologiya vyazhushchikh veshchestv. - M.: Gosstroyizdat, 1952. - 248s.

4. Sukhanov M.A., Yefimov S.N., Dolgoplov N.N., Zhukov N.YU. Novyye puti ispol'zovaniya otkhodov metallurgicheskoy promyshlennosti v tekhnologii vyazhushchikh. // Stroitel'nyye materialy, 1991. - № 7. - S.22-23.

5. Pertanika J. Sci. & Technol. 23 (2): 193 - 205 (2015) «Incinerated Domestic Waste Sludge Powder as Sustainable Replacement Material for Concrete»

**Breus R.V., Kopets Y. V.**

**STUDY OF STRENGTHS OF CEMENT PASTES WITH ADDITIVES WASTEWATER SEDIMENTS**

*In the article results of researches of application of a waste of stations of biological sewage treatment as organomineral additive in cement pastes are resulted.*

**Key words:** cement paste, organomineral additives, sewage sludge.

**Бреус Роман Владимирович**, к.т.н., доцент кафедры архитектуры и строительных конструкций Луганского национального аграрного университета, г. Луганск, ЛНАУ.

**E-mail:** breus\_rv@mail.ru

**Тел.:** +380668522642.

**Breus Roman Vladimirovich**, Cand.Tech.Sci., Associate Professor of the Department of Architecture and Building Constructions of Lugansk National Agrarian University, G. Lugansk, LNAU.

**E-mail:** breus\_rv@mail.ru

**Тел.:** +380668522642.

**Копец Юрий Витальевич**, аспирант кафедры архитектуры и строительных конструкций Луганского национального аграрного университета, г. Луганск, ЛНАУ.

**E-mail:** breus\_rv@mail.ru

**Тел.:** +380668522642.

**Kopets Yuri V.**, postgraduate student of the Department of Architecture and Building Constructions of Lugansk National Agrarian University, Lugansk, LNAU.

**E-mail:** breus\_rv@mail.ru

**Тел.:** +380668522642.

**Рецензент: Дрозд Г.Я.** доктор технических наук, профессор Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени В. Даля.

*Статья подана 22.08.2017*

УДК 628.16:546.212

## ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ОТ СОЕДИНЕНИЙ АЛЮМИНИЯ МЕТОДОМ КОАГУЛИРОВАНИЯ

Высоцкий С.П., Степаненко Т.И.

## PROBLEMS OF DRINKING WATER CLEANING FROM ALUMINUM COMPOUNDS BY THE COAGULATION METHOD

Vysotsky S.P., Stepanenko T.I.

*В статье рассматриваются проблемы очистки питьевой воды от соединений алюминия. Повышение остаточных концентраций алюминия в очищенной питьевой воде может служить причиной заболеваний населения, употребляющего данную воду. Установлен ряд факторов, влияющих на эффективность очистки воды от соединений алюминия методом коагуляции.*

**Ключевые слова:** питьевая вода, коагулянт, алюминий, рН, проскальзывание реагента.

**Введение.** Тяжелые металлы, поступающие в водные источники из антропогенных источников загрязнения, оказывают большое влияние на водные системы. Это находит отражение в увеличении их содержания в воде, донных отложениях и биоте, что приводит к снижению продуктивности водных экосистем и потенциальной опасности для человека [3]. Металлы в микроколичествах являются необходимыми для жизнедеятельности живых организмов, в то же время при относительно небольших концентрациях могут оказывать токсическое действие или вызывать неприятные органолептические свойства при потреблении питьевой воды.

Наличие алюминия в потребляемой питьевой воде в микроколичествах необходимо для нормальной жизнедеятельности живых организмов. Алюминий выполняет в живом организме важную биологическую роль: принимает участие в построении эпителиальной и соединительной тканей, участвует в процессе регенерации костной ткани, оказывает активирующее или ингибирующее действие на реакционную способность пищеварительных ферментов, участвует в обмене фосфора [1]. Употребление воды с повышенным содержанием алюминия приводит к снижению задержки кальция в организме, уменьшению адсорбции фосфора [1, 5]. Избыток солей алюминия обнаруживается у пожилых людей, страдающих потерей памяти, рассеянностью или слабоумием, и может приводить к деградации личности. Наличие

алюминия в организме связывают с поражениями мозга, характерными для болезни Альцгеймера.

**Цель исследований:** определение основных причин, влияющих на качество осветлённой питьевой воды.

**Изложение основного материала исследований.** Донецкая область относится к регионам с высоким уровнем загрязнённости поверхностных вод, что вызывает сложности их использования не только для питьевых, но даже для хозяйственных целей, полива сельскохозяйственных угодий и пр. На рис. 1 показаны зоны распространения поверхностно загрязнённых вод в области. На большей части установок очистки воды применяются технологии, основанные на коагуляции примесей.

В настоящее время при водоподготовке применяются коагулянты на основе соединений алюминия и железа. Практический опыт показывает, что данные коагулянты не способны глубоко очищать воду от органических соединений, особенно в весенне-зимний период при низких температурах очищаемой воды.

В зимнее время при низких температурах очистка воды сульфатом алюминия протекает неудовлетворительно: процессы хлопьеобразования и седиментации замедляются, хлопья образуются очень мелкие, в очищенной воде появляется остаточный алюминий [4]. За счет увеличения содержания углекислого газа в зимний период в исходной воде снижается рН, что также влечет за собой увеличение остаточного содержания алюминия.

При очистке поверхностных вод следует учитывать, что мутная вода содержит взвешенные вещества, в том числе легкоосаждающиеся твердые вещества, частицы которых легко осаждаются благодаря их достаточно большому размеру, и дисперсные твердые вещества, частицы которых трудно поддаются осаждению. Значительная часть этих трудноосаждающихся твердых частиц может находиться в коллоидном состоянии. В состав

коллоидных частиц, встречающихся в воде и сточных водах, входят глина, двуокись кремния, железо и другие тяжелые металлы, пигменты и органические твердые вещества.

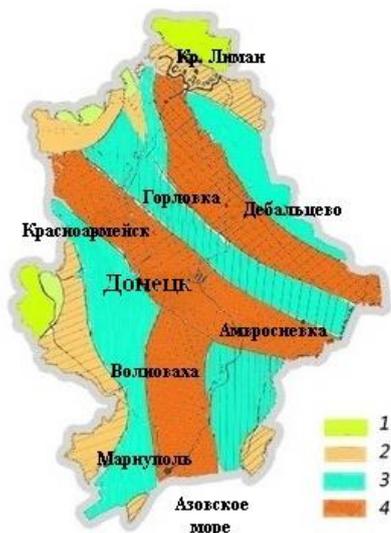


Рис. 1. Зоны распространения вод в зависимости от степени их загрязнения (1 – чистых, 2 – слабо загрязнённых, 3 – загрязнённых, 4 – сильно загрязнённых)

На увеличение содержания остаточного алюминия оказывает также влияние повышенное содержание взвешенных веществ в воде из-за снижения величины рН в межцеллюлярном пространстве взвешенного осадка в осветлителях, вследствие так называемого эффекта Паллмана [2].

Практический опыт показывает, что при применении в качестве коагулянта сульфата железа концентрация железа в очищенной воде по сравнению с показателями в исходной воде возрастает в 4,5 раза, при применении в качестве коагулянта полиоксихлорида алюминия концентрация железа снижается в 5 раз. При этом при применении в качестве коагулянта полиоксихлорида алюминия в летний период концентрация остаточного алюминия по сравнению с концентрацией алюминия в исходной воде увеличивается в 5,25 раз [4].

На рис. 4 схематически показано влияние основных параметров процесса коагуляции на остаточное содержание алюминия в коагулированной воде при постоянной дозе реагента и постоянной температуре. Концентрация исходного раствора коагулянта увеличивает степень гидролиза и уменьшает проскок реагента, в то же время происходит уменьшение проскальзывания раствора реагента в выходную зону и, соответственно, также сказывается концентрация алюминия в очищенной воде. И, наконец, увеличение концентрации реагента приводит к ухудшению условий его перемешивания с обрабатываемой водой, неэффективному его использованию и увеличению остаточного содержания алюминия. Уменьшение степени гидролиза коагулянта  $\alpha$  происходит как за счет уменьшения концентрации реагента, так и за счет отклонения уровня рН от оптимального значения, и приводит к увеличению проскока непрореагировавшего реагента.

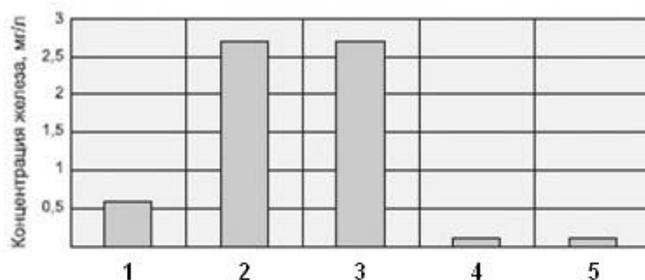


Рис. 2. Зависимость концентрации железа от выбранного типа коагулянта (1 – исходная вода, 2 – сульфат железа, 3 – полиоксисульфат железа, 4 – сульфат алюминия, 5 – полиоксихлорид алюминия)

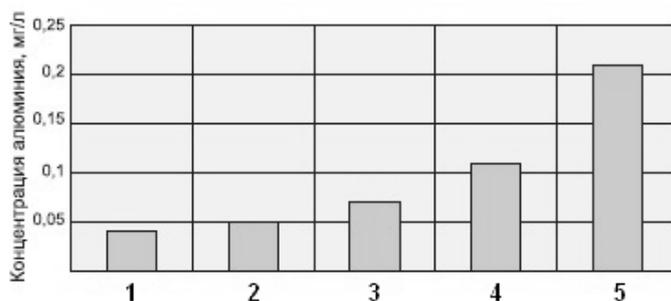


Рис. 3. Зависимость концентрации алюминия от выбранного типа коагулянта (1 – исходная вода, 2 – сульфат железа, 3 – полиоксисульфат железа, 4 – сульфат алюминия, 5 – полиоксихлорид алюминия)

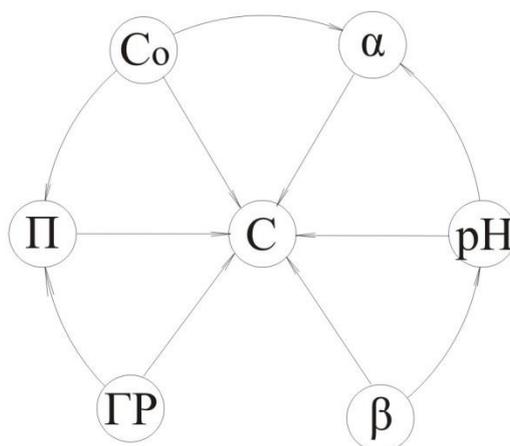


Рис. 4. Диаграмма влияния отдельных параметров на остаточное содержание алюминия в очищенной воде:  
 С – остаточное содержание алюминия, мкг/кг;  $C_0$  – исходная концентрация коагулянта, мг/кг;  
 $\alpha$  – степень гидролиза коагулянта; pH – показатель водородных ионов;  $\Pi$  – эффект «проскальзывания»;  
 $\beta$  – концентрация взвешенных частиц в зоне образования шлама, мг/кг;  
 ГР – гидродинамический режим идеального вытеснения / идеального смешения

Зависимость остаточного содержания алюминия от уровня pH имеет экстремальный характер вследствие амфотерных свойств гидроксида алюминия, при понижении уровня pH уменьшается степень гидролиза коагулянта, а при повышении pH увеличивается проскок алюминия за счет образования алюминатов.

Увеличение концентрации взвешенных частиц в зоне реакции приводит к снижению уровня pH за счет эффекта Паллмана и, соответственно, к уменьшению степени гидролиза и ухудшению качества очищенной воды по указанной выше причине.

Последний фактор – гидродинамический режим работы осветлителей или отстойников. Этот показатель оказывает существенное влияние на остаточное содержание алюминия.

Содержание алюминия увеличивается в аппаратах большей производительности при высоких значениях критерия Рейнольдса (Re). Увеличение Re приводит к повышению критерия Пекле, характеризующего продольное перемешивание и отклонение режима работы очистного сооружения от режима идеального вытеснения.

#### Выводы

1. В холодный период года снижается эффективность процесса коагуляции за счет снижения скорости оседания продуктов коагуляции в 2-5 раз, что приводит к увеличению выноса соединений алюминия в осветленную воду и, соответственно, превышению допустимых концентраций алюминия в питьевой воде.

2. В паводковые периоды также может наблюдаться повышение содержание алюминия в воде после очистки на водоподготовительных станциях до 5 раз в результате уменьшения pH воды за счет увеличения концентрации диоксида

углерода, а также за счет проявления эффекта Паллмана.

3. Установлена зависимость концентрации алюминия в питьевой воде от степени гидролиза коагулянта, концентрации взвешенных частиц, величины показателя pH, гидродинамического режима идеального вытеснения / идеального смешения.

#### Литература

1. Аверин Г.В. Опасность и риск как характеристики особых состояний экологических и техногенных систем [Текст] / Г.В. Аверин, А.В. Звягинцева // Экологічна безпека. – 2008. – № 2. – С. 22-30.
2. Высоцкий С.П., Степаненко Т.И. Проблемы загрязнения питьевой воды соединениями алюминия, железа и меди / С.П. Высоцкий, Т.И. Степаненко // Вестник Автомобильно-дорожного института Донецкого национального технического университета: международный научно-технический журнал / Автомобильно-дорожный институт ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет». – Горловка, 2016. – Вып. № 1(18). – С. 96-104.
3. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния: Пер. с англ. / Дж. Мур, С. Рамамурти. – М.: Мир, 1987. – 288 с.
4. Рафф П.А. Технология контактного осветления воды в условиях Волжского водозабора г. Казани [Текст] / П.А. Рафф, А.В. Селюков, И.С. Байкова // Водоснабжение и санитарная техника. – 2011. – № 6. – С. 25-34.
5. Vrijheid M. Hazard potential ranking of hazardous waste sites and risk of congenital anomalies [Текст] / M. Vrijheid, H. Dolk, B. Armstrong // Occupational Environmental Medicine. – 2002. – № 59(II). – P. 768-776.

#### References

1. Averin G.V. Danger and risk as characteristics of special conditions of ecological and technogenic systems [Text] / G.V. Averin, A.V. Zvyagintseva // Ekologichna bezpeka. - 2008. - No. 2. - P. 22-30.

2. Vysotsky SP, Stepanenko TI Problems of drinking water contamination with aluminum, iron and copper compounds / S.P. Vysotsky, T.I. Stepanenko // Bulletin of the Automobile and Road Institute of the Donetsk National Technical University: International Scientific and Technical Journal / Automobile and Road Institute of the Donetsk National Technical University. - Gorlovka, 2016. - Issue. No. 1 (18). - P. 96-104.

3. Moore J., Ramamurti S. Heavy metals in natural waters: Control and assessment of influence: Trans. with English. / J. Moore, S. Ramamurthy. - Moscow: Mir, 1987. - 288 p.

4. Ruff P.A. Technology of contact clarification of water in the conditions of the Volga water intake in Kazan [Text] / P.A. Ruff, A.V. Selyukov, I.S. Baikova // Water supply and sanitary engineering. - 2011. - No. 6. - P. 25-34.

5. Vrijheid M. Hazard, potential ranking of hazardous waste sites and risk of congenital anomalies [Text] / M. Vrijheid, H. Dolk, B. Armstrong // Occupational Environmental Medicine. - 2002. - No. 59 (II). R. 768-776.

**Vysotsky Sergey, Stepanenko Tatiana**  
**Problems of drinking water cleaning from aluminum compounds by the coagulation method**

*The problems of drinking water purification from aluminum compounds are considered in the article. Increasing residual aluminum concentrations in purified drinking water can cause diseases of the population using this water. A number of factors influencing the efficiency of water purification from aluminum compounds by the coagulation method is established.*

**Key words:** *drinking water, coagulant, aluminum, pH, slip of reagent.*

**Высоцкий Сергей Павлович** д.т.н., профессор, Зав. кафедрой «Техносферная безопасность» Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**Vysotsky Sergey Pavlovich** Doctor of Technical Sciences, Professor, Head. Chair "Technospheric Security" of the State Educational Institution of Higher Professional Education "Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture"

**Степаненко Татьяна Ивановна** ассистент кафедры «Техносферная безопасность» Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**Stepanenko Tatyana Ivanovna** Assistant of the Department "Technospheric Security" of the State Educational Institution of Higher Professional Education "Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture"

**Рецензент:** *Дрозд Г.Я.* доктор технических наук, профессор Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени В. Даля.

*Статья подана 04.09.2017*

УДК 551.588.7:502.34

## ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ АТМОСФЕРЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Высоцкий С.П., Гавриленко А.С.

### THE AIR ABATEMENT PROBLEMS

Vysotsky S.P., Gavrilenko A.S.

*Рассмотрены основные причины и глобальные последствия загрязнения атмосферы. Существуют два глобальных последствия: относительно быстрое возникновение кислотных дождей и долговременное – глобальное потепление. Оба последствия связаны со сжиганием ископаемых топлив. Анализ тепловых потоков, приходящих на поверхность земли, показывает, что основным источником теплоты является энергия солнца. Потепление обусловлено в основном задержкой излучения длинноволнового участка спектра, исходящего от поверхности земли парниковыми газами. Основным влиянием на парниковый эффект обладают пары воды. Последние образуются за счет энергии солнца и низкой КПД генерации электрической энергии.*

*Цель работы заключается в определении влияния выбросов теплоэнергетических установок при сжигании твердого топлива на состояние окружающей среды. Определены основные факторы, влияющие на возникновение парникового эффекта.*

**Ключевые слова:** кислотные дожди, потепление, очистка газов, пары воды.

#### Введение

Загрязнение окружающей среды имеет глобальный характер. Важность решения экологических проблем обусловлена тем, что под угрозой является будущее человечества. В Организации объединенных наций (ООН) в 1983г. была создана комиссия по окружающей среде и развитию, перед которой была поставлена задача анализа глобальных проблем в отношениях между природой и обществом, выявление причин их возникновения и разработка концепции решения указанных проблем. В результате работы комиссии, возглавленной Гру Харлем Брундланд, в 1987 появился доклад «Наше общее будущее», в котором впервые сформировано понятие «Sustainable development», которое в русскоязычной литературе получило название «устойчивое развитие». Основные определения такого понятия: «Это такое развитие, при котором удовлетворение потребностей настоящего времени не подрывает способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности». Формулировка

устойчивого развития поставила взаимосвязанные цели: экономические и социальные».

В соответствии с декларацией ООН по окружающей среде и развитию, принятой в июне 1992 г. в Рио-де-Жанейро, национальные власти должны стремиться содействовать интернализации экономических средств с учетом подходов, согласно которым загрязнитель должен покрывать издержки, связанные с загрязнением, учитывать общественные интересы и не нарушать международную торговлю и инвестирование. Указанные международные соглашения относились в первую очередь к выбросам токсических загрязнений, продуктов сгорания и к использованию топливных ресурсов в энергетике, использованию ресурсов в черной и цветной металлургии, а также в химической промышленности. Сложность решения указанных задач заключается в том, что развивающиеся страны и страны с переходной экономикой (в том числе СНГ) должны выделить на решение экологических задач значительную часть валового внутреннего продукта, что влекло за собой целый ряд экономических и социальных проблем. Например, в энергетике стоимость установок, оборудованных системами по очистке газов от диоксида серы, возросла в 1,5 раза. Таким образом, вместо строительства трех энергоблоков при одинаковом финансировании соорудались только два. Дефицит мощностей, прежде всего, с маневренными характеристиками, изношенность основного генерирующего оборудования, а также отсутствие инвестиций привели к тому, что в странах СНГ практически ни один энергоблок не оборудован сероочисткой.

К концу прошлого века назрела проблема глобального изменения климата. В 1997 г. были принят Киотский протокол к Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Была принята необходимость ранжирования антропогенного воздействия для промышленно развитых стран – по уровню антропогенного воздействия на единицу ВВП, а для развивающихся стран – по численности населения. Этот подход имеет тот недостаток, что не учитывается возможность окружающей среды по

нейтрализации антропогенного воздействия для стран на территории их юрисдикции, как на региональном уровне, так и на глобальном.

Существуют два глобальных уровня воздействия технологических процессов на загрязнение атмосферы: эмиссия диоксида серы и окислов азота с образованием кислотных дождей и эмиссия диоксида углерода и паров воды с возникновением парникового эффекта.

#### Результаты исследований

Основной причиной кислотных дождей является сжигание в различных топочных устройствах твердого и жидкого топлива. Количество используемого топлива при генерации электрической энергии можно оценить из такого соотношения:

$$B_{\text{ут}} = \frac{\mathcal{E}}{Q_{p(\text{ут})} \cdot \eta} = \frac{3,6}{29,37 \cdot \eta} = \frac{0,1228}{\eta}, \text{ кг/кВт}\cdot\text{ч}$$

где  $\mathcal{E}$  – тепловой эквивалент произведенной электрической энергии, кДж/кВтч;

$Q_{p(\text{ут})}^H$  – теплотворная способность

(калорийность) условного топлива, кДж/кг;

$\eta$  – коэффициент полезного действия (КПД)

установки при генерации электрической энергии в долях от единицы.

Учитывая то, что КПД энергетических установок в странах СНГ составляет в среднем 0,33 удельный расход топлива равен 0,368 кг/кВтч. Принимая во внимание то, что калорийность реального топлива  $Q_{p(\text{рм})}^H$  значительно меньше калорийности условного топлива, то фактический расход топлива на генерацию электрической энергии составит:

$$B_{\text{ут}} = B_{\text{ут}} \cdot \frac{Q_{p(\text{рм})}^H}{Q_{p(\text{ут})}^H \cdot \eta}, \text{ кг/кВт}\cdot\text{ч}$$

Зная выработку электрической энергии, характеристику используемого оборудования и сжигаемость топлива, мы можем оценить реальные выбросы загрязнений окружающей среды: диоксид серы и углерода, а также тепла. Диссипация (рассеивание) тепловой энергии происходит в основном в результате отвода тепла в конденсаторах турбин с охлаждающей водой.

Вопросы очистки газов от соединений серы, соответственно, предотвращение кислотных дождей в развитых странах в основном решены. При этом широко используется мокрый известняковый метод очистки дымовых газов от диоксида серы [1].

В Соединенных Штатах Америки (США) и в Германии проводятся работы по очистке газов от диоксида углерода ( $\text{CO}_2$ ) в США за счет захоронения  $\text{CO}_2$  в подземных горизонтах и на глубине океана, а в Германии – за счет использования водорослей [2]. В Российской Федерации (РФ) основными направлениями работ является использование сбросного тепла. По-видимому, это обусловлено климатическими условиями региона.

В настоящее время наиболее актуальной глобальной экологической проблемой является потепление климата Земли. Изменение температуры приповерхностного слоя атмосферы может вызвать нарушение работы так называемых тепловых машин погоды, обусловленное уменьшением альбедо на полосах Земли. Это приведет к непредсказуемым последствиям. Увеличение количества торнадо, тайфунов является только началом процесса.

Повышение температуры можно объяснить различием между приходом теплоты  $Q_{\text{вх}}$ , поступающей на поверхность планеты и отводом  $Q_{\text{вых}}$ , отдаваемого в космическое пространство. При увеличении разности  $(Q_{\text{вх}} - Q_{\text{вых}})$  средняя температура поверхности Земли постоянно повышается. Наиболее распространенной точкой зрения является то, что уменьшается отвод тепла  $Q_{\text{вых}}$  за счет парниковых газов и, в первую очередь, диоксида углерода.

#### Рассмотрим влияние отдельных факторов.

Приход теплоты включает три основных составляющих: солнечную радиацию –  $Q_{\text{ср}}$ , естественную радиоактивность Земли –  $Q_{\text{рз}}$ , антропогенную составляющую –  $Q_{\text{ант}}$ . Солнечная радиация является наибольшим источником поступающей теплоты на нашу планету. Излучающая поверхность Солнца имеет температуру около 6000 К и основной поток излучения теплоты осуществляется за счет лучей коротковолновой части спектра, для которых атмосфера Земли практически прозрачна. По данным [3] на каждый квадратный метр поверхности Земли поступает поток энергии 1,4 кВт. При радиусе Земли  $6 \cdot 10^6$  м, ее поверхность составляет  $4,5 \cdot 10^{14}$  м<sup>2</sup>.

Таким образом, Земля получает от Солнца тепловой поток мощностью:

$$Q_{\text{ср}} = 6,3 \cdot 10^4, \text{ ГВт.}$$

Ядерные процессы, протекающие в недрах Земли, обеспечивают тепловой поток на ее поверхность в среднем 0,0623 кВт [3] Для указанной выше поверхности Земли тепловой поток составит:

$$Q_{\text{рз}} = 2,83 \cdot 10^4, \text{ ГВт.}$$

По статистическим данным [4] потребление всех видов энергии, включая атомную в 2008 г. составило 474 ЭДж ( $474 \cdot 10^{18}$  Дж =  $1,32 \cdot 10^5$  ТВтч). Это соответствует среднему энергопотреблению 15 ТВт =  $1,5 \cdot 10^4$  ГВт. По данным МЭА (Международного энергетического агентства) с 1990 по 2008 г. среднее потребление энергии на душу

населения увеличилось на 10 %, тогда как население мира увеличилось на 27 %. Обращает на себя внимание неравномерное увеличение регионального потребления энергии с 1990 по 2009 г.: на Ближнем Востоке – на 170 %, в Китае – 146 %, в Индии – на 91%, в Африке – на 70 %, в США - на 20%, в ЕС - на 7%, во всем мире – на 30 %.

Это усложняет достоверную оценку долгосрочного прогноза. Однако, достоверно можно оценить мощность потока теплоты, поступающего на Землю. Она составляет  $6,3005 \cdot 10^9$  ГВт и основным источником теплоты является Солнце:  $Q_{cp} = 0,9999 \cdot Q_{вх}$ . Величина солнечной радиации не является постоянной, что может вызвать соответствующие изменения климата Земли. Однако, основным фактором, влияющие на

изменение климата является способность атмосферы задерживать излучения, поступающее с поверхности Земли.

При средней температуре поверхности Земли около 300 К максимум излучения приходится на длинноволновую часть спектра. Энергия таких лучей интенсивно поглощается такими газами, находящимися в атмосфере как пары воды, диоксид углерода, метан, озон и др. В результате поглощения этих лучей и возникает парниковый эффект. Многие ученые полагают, что именно диоксид углерода «виноват» в наблюдаемом изменении климата. Влияние отдельных газов в появлении парникового эффекта можно проследить в табл. 1.

Таблица 1

**Влияние отдельных газов на парниковый эффект**

Газ	Тропосферная концентрация до 1750 г., мг/кг (ppm)	Существующая тропосферная концентрация, мг/кг (ppm)	Глобальный потенциал потепления на перспективу, лет	Время жизни в атмосфере, лет	Увеличение радиационной нагрузки, Вт/м <sup>2</sup>
Оксид углерода (IV) (CO <sub>2</sub> )	~ 280	399,5	1	~100-300	1,94
Метан (CH <sub>4</sub> )	0,722	1,834	28	12,4	0,50
Оксид азота (IV) (NO <sub>2</sub> )	0,270	0,328	265	121	0,20
Тропосферный озон (O <sub>3</sub> )	0,237	0,337	Не оценивался	Часы-дни	0,40
Гексафторид серы (SF <sub>4</sub> )	0	8,6	23,500	3200	0,0049

Таблица 2

**Оценка влияния на потепление отдельных газов на перспективу**

Компоненты возможного удаления	Процент снижения абсорбции инфракрасного излучения, %	Удаленная составляющая	Процент снижения абсорбции инфракрасного излучения, %
Без удаления компонентов	0	Озон	3
Пары воды	36	Все, кроме озона	93
Все, кроме паров воды	34	Другие парниковые газы	2
CO <sub>2</sub>	9	Облака	16
Все, за исключением CO <sub>2</sub>	74	Все, за исключение паров воды + облака	15
Пары воды и CO <sub>2</sub>	53	Все	100

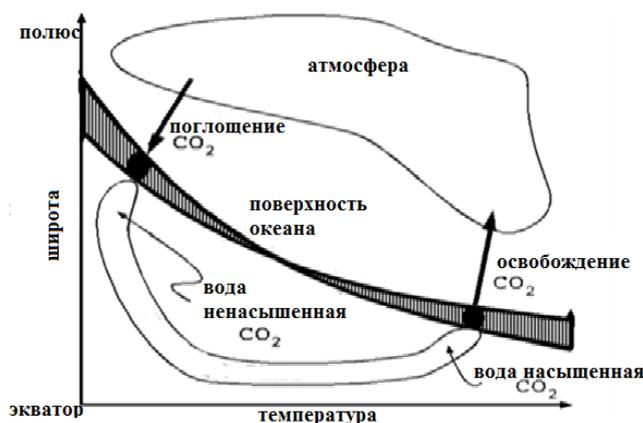


Рис. 1. Конвейер переноса диоксида углерода

Как видно из представленных данных, основное влияние на изменение климата оказывают пары воды, их вклад примерно в 2,5 раза больше, чем вклад диоксида углерода.

Несмотря на это, механизм запуска парникового эффекта осуществляется диоксидом углерода. Однако до настоящего времени основным источником поступления в атмосферу CO<sub>2</sub> является океан. В океане «работает» конвейер переноса CO<sub>2</sub>, показанный на рис. 1.

Эмиссия паров воды зависит от КПД генерации энергии. С этой точки зрения ошибочным является мнение, согласно которому применение генерации энергии на АЭС являются панацеей для предотвращения потепления. КПД АЭС существенно ниже КПД ТЭС, соответственно, генерация паров воды и влияние на увеличение парникового эффекта больше.

#### Выводы

1. Основной вклад в возникновение парникового эффекта вносят пары воды.

2. Уменьшение вредного воздействия продуктов сжигания топлива на окружающую среду может быть достигнуто путем увеличения КПД генерации энергии, например, за счет применения комбинированных циклов генерации.

3. Повышение температуры атмосферы нарушает функционирование тепловых машин погоды, что приведет к непредсказуемым последствиям.

#### Литература

1. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / S. Solomon [et. al] / IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). – Cambridge, United Kingdom; New York, NY, USA: Cambridge University Press. – 996p.

2. Theodor Vlassopoulos. Present condition of fluegas cleaning at thermal power station / Theodor Vlassopoulos, Sergey Vysotsky. Збірник наукових праць Луганського національного університету. Серія: технічні науки. №81, 2008. стр. 363-382.

3. В. В. Клименко, Мировая энергетика и климат планеты в XXI веке / В.В. Клименко, А.Г. Терехин, История и Совершенство, №2, сентябрь 2008, стр. 87-94.

4. Девинс Д.: пер.с англ./ Д. Девинс М.: Энергоатомиздат, 1985. – 360 с.

5. Мировое потребление энергии. Википедия. 2017 г.

6. С.П. Высоцкий. Риски глобального изменения климата/ Вести автомобильно-дорожного института, №2, из 2016 г., с 40-47.

#### References

1. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / S. Solomon [et. al] / IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). - Cambridge, United Kingdom; New York, NY, USA: Cambridge University Press. - 996p.

2. Theodor Vlassopoulos. Presented at a thermal power station / Theodor Vlassopoulos, Sergey Vysotsky. Збірник наукових праць Луганського національного університету. Серія: технічні науки. No. 81, 2008. pages 363-382.

3. V.V. Klimenko, World Energy and the Climate of the World in the Twentieth Century / V.V. Klimenko, A.G. Terekhin, History and Perfection, No. 2, September 2008, pp. 87-94.

4. Devins D. : per.s English / D. Devins M.: Energoatomizdat, 1985. - 360 p.

5. World energy consumption. Wikipedia. 2017.

6. S.P. Vysotsky. Risks of global climate change / News of the Automobile and Road Institute, №2, from 2011, from 40-47.

**Vysotsky S. P., Gavrilenko A. S.**

#### THE AIR ABATEMENT PROBLEMS

*Examines the principal causes and global consequences of air pollution. There are two global implications: the relatively rapid appearance of acid rain and long – term global warming. Both effects are associated with burning fossil fuels. Analysis of heat flows coming to the surface of the earth shows that the main sources of heat is the energy of the sun. Warming is attributed mainly to the delayed radiation long-wave part of the spectrum emanating from the earth's surface greenhouse gases. The main contribution to the greenhouse effect have water vapor. The latter are formed by energy from the sun and low efficiency of electric power generation.*

*The aim of the work is to determine the impact of emissions from thermal power plants when burning solid fuel on the state of the environment. The main factors influencing the occurrence of the greenhouse effect are determined.*

**Key words:** acid rains, global warming, purification of gases, water vapor.

**Vysotsky Sergey Pavlovich** Doctor of Technical Sciences, Professor, Head. Chair "Technospheric Security" of the State Educational Institution of Higher Professional Education "Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture".

**Высоцкий Сергей Павлович** д.т.н., профессор, Зав. кафедрой «Техносферная безопасность» Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры».

**Гавриленко Анна Сергеевна** магистр, ГОУ ВПО Автомобильно-дорожный институт Донецкого национального технического университета.

**Gavrilenko Anna Sergeyevna** Master of Science, Automobile and Road Institute of Donetsk National Technical University.

**Рецензент: Дрозд Г.Я.** доктор технических наук, профессор Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени В. Даля.

Статья подана 15.07.2017

УДК 628.512 : 542.67

**ВЛИЯНИЕ АКТИВНОСТИ ВОДОРОДНЫХ ИОНОВ ПОГЛОТИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ НА ПРОЦЕССЫ ДЕСУЛЬФУРИЗАЦИИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ****Высоцкий С.П., Дариенко О.Л.****INFLUENCE OF ACTIVITY OF HYDROGEN IONS OF ABSORPTION SOLUTIONS ON THE PROCESSES OF DESULPHURIZATION OF FLUE GASES****Vysotskiy S.P., Darienko O.L.**

*Проведен анализ перспективы использования углей газовой группы на отечественных ТЭС, что приведет к увеличению эмиссии диоксида серы. Предложено техническое решение по повышению эффективности процесса десульфуризации. Получены аналитические зависимости влияния активности ионов водорода на процесс удаления диоксида серы из дымовых газов и использование сорбента.*

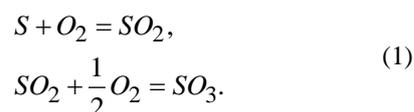
**Ключевые слова:** десульфуризация, диоксид серы, теплоэлектростанция, сорбент, водородный показатель, абсорбер.

**Введение.** Проблема достижения экологически безопасного функционирования тепловых электростанций является достаточно сложной технической задачей, решение которой необходимо рассматривать в контексте общего процесса технологического развития энергетики страны. Неудовлетворительное состояние природоохранных технологий энергетики, характеризующееся недостаточной эффективностью средств газоочистки, обусловлено институциональным подходом к экономическому обоснованию затрат на строительство электростанций, а также остаточным принципом финансирования природоохранной деятельности объектов теплоэнергетики.

Возможность экономически обоснованного использования природного газа на тепловых электростанциях позволяла искусственно снизить антропогенную нагрузку за счет совместного сжигания угля и природного газа. Изменение конъюнктуры на рынке углеводородного сырья отразилось на увеличении цены природного газа, что привело к завершению «газовой паузы» и увеличению доли сжигаемого угля на отечественных ТЭС, актуализируя проблемы природоохранной деятельности в теплоэнергетическом комплексе [1].

**Изложение основного материала.** Отечественные тепловые электростанции предусматривают использование двух типов угля – антрацит (марки А и Т) и газовый (марка Г),

сжигание которых связано с образованием  $SO_2$  и  $SO_3$  согласно реакциям



Конверсия  $SO_2$  в  $SO_3$ , происходящая при высоких температурах в топочной камере котла (для углей газовой группы –  $220^{\circ}C$ , для антрацитовой группы –  $440^{\circ}C$ ), составляет обычно до 5 %.

В атмосфере  $SO_2$  под действием озона окисляется до  $SO_3$ , который, соединяясь с водяными парами воздуха, образует пары серной кислоты.

Стоит отметить, что содержание серы в углях антрацитовой группы составляет около 2,4 %, а в углях газовой группы – 4,2 %. То есть использование газовых углей в качестве топлива приводит к увеличению эмиссии оксидов серы практически вдвое.

Учитывая высокую зольность используемых на ТЭС антрацитов, их устойчивое сжигание обеспечивается только за счет применения подсветки факела сжиганием природного газа [2]. Значительное увеличение стоимости природного газа привело к исключению его использования на отечественных ТЭС, что обусловило увеличение потерь угля за счет химического недожога. Величины потерь колеблются в интервале 20 – 25 %, что сказывается на генерации электрической энергии и значительном увеличении ее себестоимости.

Социально-политическая ситуация, возникшая в стране, привела к тому, что для большинства ТЭС, конструкционные особенности которых предназначены для сжигания угля антрацитной группы, топливо данной марки является

дефицитным ресурсом. Возможность использования газового угля ограничена конструкционными особенностями ТЭС. Для сжигания такого топлива требуется реконструкция генерирующего оборудования или его частичная замена, что связано со значительными капиталозатратами и длительными сроками реализации подобных проектов.

Рост нагрузки на станции, работающие на угле газовой группы, приводит к значительному увеличению эмиссии диоксида серы. В условиях роста доли твердого топлива в структуре топливного баланса отечественных ТЭС возникает необходимость комплексного решения экологических проблем, что предполагает широкое внедрение газоочистных технологий на реконструируемых объектах теплоэнергетики.

Среди значительного количества способов десульфуризации дымовых газов наибольшую эффективность сероочистки обеспечивают так называемые «мокрые» схемы сероочистки. Эти методы основаны на нейтрализации сернистой кислоты гидратом оксида кальция  $Ca(OH)_2$  (известью) или карбонатом кальция  $CaCO_3$  (известняком). С точки зрения экономической составляющей, известь является более дорогим реагентом, однако ее использование позволяет вдвое сократить расход реагента, снизить расход электроэнергии на приготовление суспензии и орошение абсорбера [3].

**Результаты исследований.** Для минимизации затрат на реализацию и повышение экологической эффективности сероочистки генерирующих установок в рамках данного исследования предлагается следующее решение.

Дымовые газы из топочного котла проходят очистку от золы в электрофилт্রে, а затем дымососом подаются в полый форсуночный абсорбер. Форсунки для распыла суспензии расположены на нескольких ярусах. Очищаемые газы поступают в нижнюю часть абсорбера, где происходит их нейтрализация известняковой суспензией. Перед удалением из его верхней части производится подача известкового молока, что обеспечивает доочистку отходящих газов. Такое техническое решение позволит многократно повысить эффективность процесса десульфуризации, тем самым обеспечивая высокую экологичность процесса и минимизацию затрат на его реализацию.

Значение pH поглотительной суспензии при использовании мокрых известняковых технологий десульфуризации обычно не превышает 4,5. Это приводит к снижению эффективности процесса очистки газов. Кроме известных способов повышения производительности аппаратов сероочистки [4, 5], по нашему мнению, более эффективным решением является применение на

верхнем (последнем) ярусе орошения более активного сорбента – известкового молока. Это позволит увеличить активность сорбента в  $n$  раз:

$$n = \frac{10^{-pH[CaCO_3]}}{10^{-pH[Ca(OH)_2]}} = \frac{10^{-4,5}}{10^{-12}} = 3,16 \cdot 10^7, \quad (2)$$

где  $pH[CaCO_3]$  – активность водородных ионов при использовании в качестве сорбента известняка;

$pH[Ca(OH)_2]$  – активность водородных ионов при использовании в качестве сорбента известкового молока.

Установлено, что одним из способов повышения эффективности процесса десульфуризации является изменение дисперсности сорбента, в частности, известняка. При высокой степени измельчения известняка дисперсность системы увеличивается, следовательно, его растворимость возрастает, что приводит к сокращению количества неиспользованного известняка.

В табл. 1 представлены экспериментальные данные, позволяющие установить зависимость между степенью использования сорбента и активностью водородных ионов поглотительной суспензии, а их графическая интерпретация представлена на рис. 1.

Таблица 1

**Экспериментальные данные для установления зависимости между активностью ионов водорода в поглотительном растворе и степенью использованного сорбента**

Значение pH поглотительного раствора	Эффективность десульфуризации, $\alpha$ , %	Активность ионов водорода, $a_H \cdot 10^6$	Доля неиспользования сорбента, $1 - \alpha$
5,75	96	2	0,04
6,0	90	1	0,1
6,17	80	0,68	0,2
6,20	78	0,63	0,22
6,33	65	0,47	0,35

Аналитическая зависимость для определения эффективности процесса десульфуризации в данном случае имеет вид:

$$\eta_{SO_2} = 1 - \frac{0,105}{C^{1,59}}, \quad (3)$$

где  $C$  – концентрация ионов водорода в поглотительном растворе, мкмоль/дм<sup>3</sup>.

Основным фактором, обеспечивающим высокую эффективность процесса десульфуризации, является pH суспензии. Для поддержания необходимого значения pH в нее вводят двуосновные кислоты (адипиновая, щавелевая или

винная кислоты, мочевины, тиосульфата натрия, триэталонамина). Использование данных добавок в процессах газоочистки позволяет минимизировать колебания pH при изменении концентрации сернистого ангидрида и сократить образование отложений в аппаратах газоочистки.

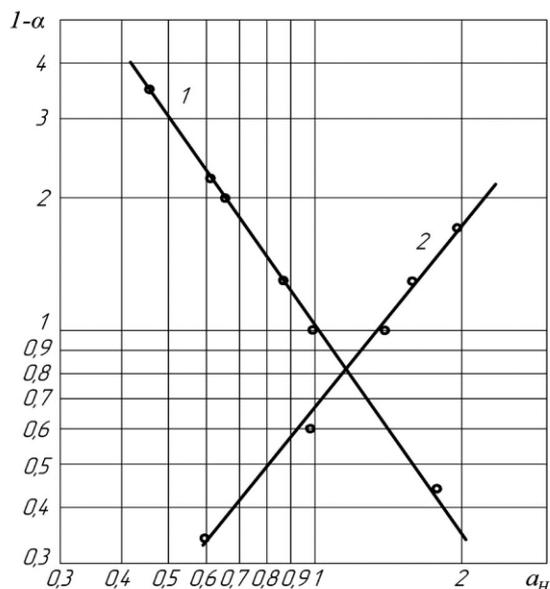


Рис. 1. Влияние активности водородных ионов на процессы улавливания диоксида серы из дымовых газов и использование сорбента:  
1 – степень неиспользования известняка;  
2 – доля непоглощенного диоксида серы

Экспериментальные данные, подтверждающие данные выкладки, представлены в табл. 2, а их графическая интерпретация представлена на рис. 1.

Таблица 2

Экспериментальные данные для установления зависимости между активностью ионов водорода в поглотительном растворе и эффективностью сероочистки

Значение pH поглотительного раствора	Эффективность десульфуризации, α, %	Активность ионов водорода, $a_H \cdot 10^6$	Доля неиспользования известняка, $1 - \alpha$
6,2	96	0,60	0,035
6,0	94	1,0	0,06
5,86	90	1,38	0,1
5,8	87	1,58	0,13
5,7	83	1,995	0,17

Эффективность очистки дымовых газов от диоксида серы будет выражена следующей аналитической зависимостью:

$$\eta_{SO_2} = 1 - 0,065 \cdot C^{1,378}, \quad (4)$$

где  $C$  – концентрация ионов водорода в поглотительном растворе, мкмоль/дм<sup>3</sup>.

При реализации предложенного технического решения эффективность десульфуризации может быть обеспечена за счет увеличения pH и щелочности жидких фаз, изменения количества буферных добавок (присадок), а также изменения концентрации сульфатов в растворе.

**Выводы.** 1. Для повышения эффективности процесса десульфуризации дымовых газов от диоксида серы обосновано использование двух реагентов с орошением скруббера известняком на первых ярусах и промывочным раствором известкового молока на последних ярусах орошения.

2. Получены аналитические зависимости влияния активности водородных ионов на процессы улавливания диоксида серы из дымовых газов и использование сорбента.

3. При сжигании на ТЭС углей газовой группы значительно увеличивается эмиссия диоксида серы, что требует внедрения более эффективной системы очистки дымовых газов.

### Литература

1. Высоцкий С.П. Выбор направлений снижения эмиссии углекислого газа на отечественных ТЭС / С.П. Высоцкий // Вести Автомобильно-дорожного института. – 2010. – № 2 (11). – С. 145–149.
2. Vlassopoulos Th. Present condition of flue gas cleaning at thermal power stations / Th. Vlassopoulos, S. Vysotskij // Сбірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2008. – № 81. – С. 363–375.
3. Дариенко О.Л. Повышение эффективности десульфуризации дымовых газов известковым молоком на основе анолита / О.Л. Дариенко // Инженерный вестник Дона. – 2016 – № 1. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3499>.
4. Z.-Y., Ji. Wet flue gas desulfurization process: phase equilibrium of a quaternary system at various temperatures / Ji Z.-Y., Yuan J.-S., Wang J., Li L.-M., Song B.-H., Wang Z.-Y. // Chemical Engineering and Technology. – 2013. – Vol. 36. – № 8. – pp. 1359–1364.
5. Y.-H., Lin. The mechanism of coal gas desulfurization by iron oxide sorbents // Lin Y.-H., Chen Y.-C., Chu H. // Chemosphere. – 2015. Vol. 121. – pp. 62–67.

### References

1. Vysockij S.P. Vybora napravlenij snizhenija jemissii uglekislogo gaza na otechestvennyh TJeS / S.P. Vysockij // Vesti Avtomobil'no-dorozhnogo instituta. – 2010. – № 2 (11). – S. 145–149.
2. Vlassopoulos Th. Present condition of flue gas cleaning at thermal power stations / Th. Vlassopoulos, S. Vysotskij // Sbirnik nakuovih prac' Lugans'kogo nacional'nogo agrarnogo universitetu. Serija: Tehnichni nauki. – Lugans'k: Vidavnictvo LNAU, 2008. – № 81. – S. 363–375.
3. Darienko O.L. Povyshenie jeffektivnosti desul'furizacii dymovyh gazov izvestkovym molokom na osnove anolita / O.L. Darienko // Inzhenernyj vestnik Dona. – 2016 – № 1. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3499>.

4. Z.-Y., Ji. Wet flue gas desulfurization process: phase equilibrium of a quaternary system at various temperatures / Ji Z.-Y., Yuan J.-S., Wang J., Li L.-M., Song B.-H., Wang Z.-Y. // Chemical Engineering and Technology. – 2013. – Vol. 36. – № 8. – pp. 1359–1364.

5. Y.-H., Lin. The mechanism of coal gas desulfurization by iron oxide sorbents // Lin Y.-H., Chen Y.-C., Chu H. // Chemosphere. – 2015. Vol. 121. – pp. 62–67.

**Vysotskij Sergey, Darienko Oksana**

#### **INFLUENCE OF ACTIVITY OF HYDROGEN IONS OF ABSORPTION SOLUTIONS ON THE PROCESSES OF DESULPHURIZATION OF FLUE GASES**

*The article analyzes the prospects for the use of coals of a gas group in domestic thermal power plants, which will entail an increase in the emission of sulfur dioxide. A technical solution for increasing the efficiency of the desulfurization process is proposed. Analytical dependences of the influence of the activity of hydrogen ions on the process of removal of sulfur dioxide from flue gases and the use of a sorbent are obtained.*

**Key words:** *desulphurization, sulfur dioxide, thermal power plant, sorbent, hydrogen index, absorber*

**Vysotsky Sergey Pavlovich** Doctor of Technical Sciences, Professor, Head. Chair "Technospheric Security" of the State Educational Institution of Higher Professional Education "Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture"

**Высоцкий Сергей Павлович** д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Техносферная безопасность» Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры».

**Даренко Оксана Леонидовна** ассистент кафедры «Экология и безопасность жизнедеятельности».

**Darienko Oksana** assistant of the chair «Ecology and Life Safety».

**Рецензент: Дрозд Г.Я.** доктор технических наук, профессор Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени В. Даля.

*Статья подана 21.08.2017*

УДК 622.51: 628.33

## ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШАХТНЫХ ВОД В ОБОРОТНЫХ ЦИКЛАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Гулько С.Е.

### FEATURES OF USING MINE WATER IN REVOLVING CYCLES OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

Gulko S.E.

*Рассмотрены особенности накопобразования при использовании шахтных вод в качестве теплоносителя. Приведены аналитические зависимости влияния щелочности воды на размер кристаллов. Установлено, что цинк обеспечивает увеличение индукционного периода и может предотвратить накопобразование.*

**Ключевые слова:** *накопобразование, шахтные воды, индукционный период, применение присадок.*

**Существующее положение.** Уничтожение и деградация естественных экосистем на суше и в водной среде привели к быстрому сокращению биоразнообразия и тотальному загрязнению среды обитания атмосферы и водных ресурсов. Это создало угрозу существованию человека. В буквальном смысле в отдельных областях планеты нечем дышать, нечего пить и нечего есть.

Человечество во второй половине XX века обратило, наконец, внимание на окружающую среду и экологические проблемы, связанные с ее загрязнением.

До недавнего времени считалось, что острота этих проблем связана с отдельными регионами и не затрагивает экономику и условия жизни целых стран. Однако условия жизнедеятельности отдельных стран, регионов, особенно имеющих высокий уровень экологической нагрузки на окружающую среду, показали острую необходимость решения экологических проблем в этих регионах. К таким регионам относится Донбасс. Здесь сосредоточена высокая концентрация различных предприятий: энергетических, металлургических, коксохимических, химических и шахт, которые оказывают большое влияние на деградацию окружающей среды.

Можно отметить некоторые важные особенности эксплуатации и неблагоприятного действия на окружающую среду (ОС) указанных предприятий: если предприятия 4-х первых отраслей промышленности после вывода их из

эксплуатации почти прекращают свое воздействие на ОС, то шахты даже после прекращения добычи угля требуют откачки высокоминерализованных вод. В противном случае это приводит к повышению уровня грунтовых вод, что создает угрозу разрушения строительных конструкций и сооружений, заболачиванию и деградации территорий и пр. Откачка шахтных вод из многочисленных шахт региона приводит к загрязнению поверхностных вод немногочисленных небольших рек, не отличающихся большим дебитом. Это приводит к тому, что эти реки и речушки превращены в сточные каналы.

Во второй половине прошлого века замечательный ученый Н.В. Тимофеев-Ресовский сформулировал четыре важнейших для жизни на планете и существования человечества постулата: во-первых, биосфера имеет свои собственные законы, и их нарушение грозит нам ответом; во-вторых, биота (живое вещество) управляет биосферой (определяет все химические взаимодействия в ней), осуществляет биотическую регуляцию окружающей среды; в-третьих, биота построила свою окружающую среду и вместе с ней образует биосферу; в-четвертых, человечество должно исследовать, знать и строго соблюдать законы биосферы [1].

Загрязняя поверхностные и подземные воды рек, мы не просто исключаем возможность их использования для питьевых целей и хозяйственной деятельности (полив сельскохозяйственных угодий и применение для многообразных промышленных целей), а нарушаем законы биосферы и получим негативный ответ, если не сразу, то не в столь отдаленном будущем.

**Целью настоящего исследования** является определение возможности использования шахтных вод в промышленных установках, прежде всего в качестве теплоносителя

**Изложение основного материала исследований.** В энергетике, металлургической и химической промышленности огромные объемы

поверхностных вод используются в качестве теплоносителя – для отвода тепла в установках, применяемых в технологических процессах. Например, на Луганской ТЭС для отвода тепла в конденсаторах турбин забирается вода из Северского Донца, однако объема этого источника недостаточно, и используется дополнительно обратная вода из трех водохранилищ.

В этом случае шахтные воды могут вытеснить широкоиспользуемые пресные воды, что позволяет существенно снизить дефицит пресных вод на Донбассе. Применение минерализованных шахтных вод как альтернативы пресным водам при получении деминерализованной воды рассмотрено в [2].

Основной проблемой при использовании обратной воды является предотвращение накипеобразования и коррозионных процессов в циркуляционных системах.

Основным накипеобразующим компонентом при использовании шахтных вод в качестве теплоносителя является карбонат кальция  $\text{CaCO}_3$ . Последний может существовать в виде трех кристаллических модификаций: витерита, арагонита и кальцита. Кроме указанных основных форм карбоната кальция, существует аморфный, гексагидратный карбонат кальция моногидрокальцит. Образование той или иной формы зависит от температуры, щелочности раствора, условий перемешивания и наличия зародышей кристаллизации.

Образование в растворе определенной формы влияет на условия накипеобразования. Мелкие кристаллы отталкиваются от теплопередающей поверхности за счет сил термофореза, а крупные кристаллы отлагаются на поверхностях теплопередачи за счет сил адгезии. Характерный вид кристаллов, полученный нами в экспериментальных условиях, показан на рис. 1.

Как видно из представленных данных, при образовании накипи наименее предпочтительными являются кристаллы арагонита, которые имеют объемную, игольчатую разветвленную структуру, обладающую, соответственно, наибольшим термическим сопротивлением.

Интенсивность образования отложений зависит от произведения растворимости «ПР» для отдельных форм накипи. Полученные значения «ПР» для различных модификаций накипи следующие:

$$\text{для витерита } \text{ПР}_в = \exp\left(\frac{500}{T-523}\right); \quad (1)$$

$$\text{для арагонита } \text{ПР}_а = \exp\left(\frac{769}{T-577}\right); \quad (2)$$

$$\text{для кальцита } \text{ПР}_к = \exp\left(\frac{909}{T-611}\right). \quad (3)$$

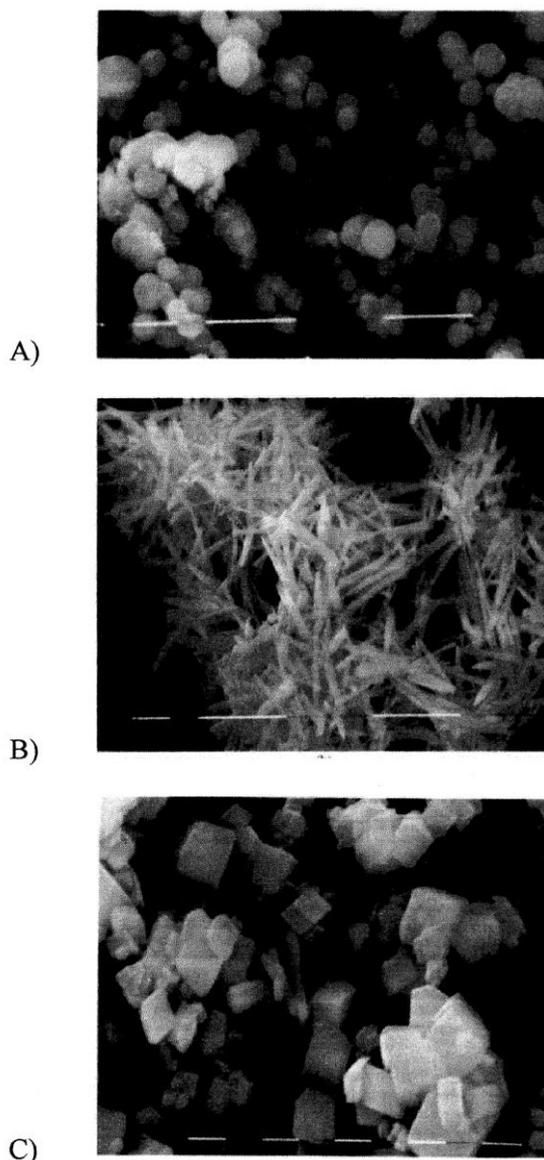


Рис. 1. Характерный вид кристаллов витерита (А), арагонита (В) и кальцита (С) (масштаб – 10 лкм)

На размер образующихся кристаллов влияет гидрокарбонатная щелочность воды. Критической величиной щелочности является величина  $7 \text{ мг-экв/дм}^3$ , при которой образующиеся кристаллы имеют максимальный размер.

На рис. 2 показано влияние щелочности воды на соотношение размеров кристаллов. Аналитическое выражение зависимости имеет следующий вид:

$$\left(\frac{\delta}{\delta_{\max}} = \frac{1}{1 + \varepsilon^{-2.13(\text{щ}-5.47)}}\right), \quad (4)$$

где  $\delta$ ,  $\delta_{\max}$  – соответственно, текущий и максимальный размеры кристаллов.

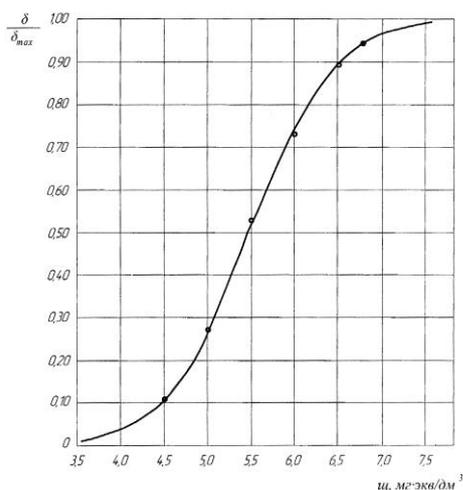


Рис. 2. Зависимость соотношения размеров кристаллов от гидрокарбонатной щелочности воды

$$\left( \frac{\delta}{\delta_{max}} = \frac{1}{1 + \varepsilon^{-2.13(\text{щ}-5,47)}} \right)$$

Условия накипеобразования зависят также от индукционного (латентного) периода кристаллизации отдельных кристаллов [3]. При индукционном периоде кристаллизации, превышающем время нахождения раствора в теплообменном аппарате, накипеобразование не происходит. С этой точки зрения предпочтительным является использование теплообменников с ограниченным временем нагрева жидкости. Например, время нагрева в поверхностных теплообменниках меньше по сравнению с нагревом в водогрейных котлах в несколько раз.

Индукционный период, кроме факторов, рассмотренных в [3], зависит даже от микроколичеств некоторых элементов. На рис. 3 показано влияние соотношения концентраций кальция и цинка на индукционный период. Как видно из представленных данных, увеличение концентрации цинка в 4 раза увеличивает индукционный период кристаллизации в 3 раза.

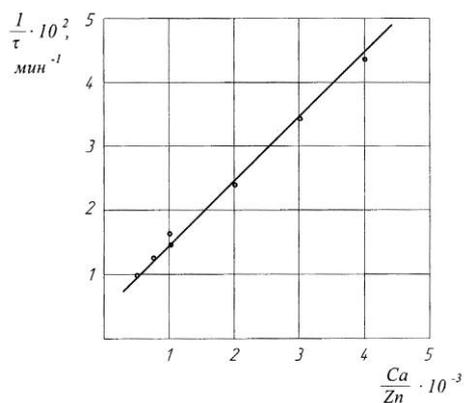


Рис. 3. Влияние соотношения Ca/Zn на индукционный период кристаллизации карбоната кальция

### Выводы

1. Рассмотрены особенности накипеобразования при использовании шахтных вод в качестве теплоносителя.
2. Приведены аналитические зависимости влияния щелочности воды на размер кристаллов при образовании накипи.
3. Наименее благоприятной формой кристаллов при кристаллизации накипи на теплопередающих поверхностях являются кристаллы арагонита.
4. Применение присадок таких элементов, как цинк обеспечивает увеличение индукционного периода и может предотвратить накипеобразование.

### Литература

1. Лосев К.С. Миры и заблуждения в экологии [Текст]: книга / К.С. Лосев. - М.: Научный мир, 2011. - 221 с.
2. Высоцкий С.П. Очистка, кондиционирование и использование вод повышенной минерализации [Текст]: монография / С.П. Высоцкий, С.Е. Гулько. - Донецк: Изд-во Каштан, 2014. - 316 с.
3. Высоцкий С.П. Кристаллизация карбоната кальция в оборотных системах водопользования [Текст] // С.П. Высоцкий, С.Е. Гулько. // Вода: химия и экология. - 2016 - № 1. - С. 69-75.

### References

1. Losev, K.S. Miry` i zabluzhdeniia v e`kologii [Tekst]: kniga/ K.S. Losev. - M.: Nauchny`i mir, 2011. - 221 s.
2. Vy`sotckii`, S.P. Ochistka, kondicionirovanie i ispol`zovanie vod povu`shennoi` mineralizatsii [Tekst]: monografiia /S.P. Vy`sotckii`, S.E. Gul`ko. - Donetsk: Izd-vo Kashtan, 2014. - 316 s.
3. Vy`sotckii`, S.P. Kristallizatsiia karbonata kal`tsiia v oborotny`kh sistemakh vodopol`zovaniia [Tekst]/S.P. Vy`sotckii`, S.E. Gul`ko. // Voda: himiia i e`kologiia. - 2016 - № 1. - S. 69-75.

Gulko S. E.

### FEATURES OF USE OF MINE WATERS IN REVOLVING CYCLES OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

*The features of scaling are considered when using mine water as a coolant. Analytical dependences of the effect of water alkalinity on crystal size are presented. It was found that zinc provides an increase in the induction period and can prevent scale formation.*

**Key words:** Scaling, mine water, induction period, application of additives.

**Гулько Сергей Евгеньевич** кандидат технических наук, директор Государственного Учреждения «Донгипрошахт».

**E-mail:** dgsh@dgsh.donetsk.ua

**Gulko Sergey Evgenievich** candidate of Technical Sciences Director of the State Institution "Dongiproshakt"/

**E-mail:** dgsh@dgsh.donetsk.ua

**Рецензент: Андрийчук Н.Д.** д.т.н., проф., директор института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства.

УДК 502/504

## ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ПРЕСНОВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ

Игнатов О.Р., Власова А.Ю.

## ECOLOGICAL NORMING OF POLLUTION IN FRESHWATER OBJECTS

Ignatov O.R., Vlasova A.Y.

*В работе рассмотрена возможность использования величин концентрации азота и фосфора в водных объектах в качестве критерия их экологического состояния.*

**Ключевые слова:** нормирование, первичная продукция, пресноводная экосистема, азот, фосфор.

К одному из критериев, регулирующих уровень загрязнения составляющих биосферу, относится предельно допустимая концентрация (ПДК) токсикантов в почве, воде и воздухе. Однако методология установления ПДК такова, что этот показатель отражает реакцию организма человека на степень загрязнения окружающей его среды. К недостаткам этого критерия можно отнести тот факт, что он не отражает состояние всей экосистемы в целом.

Функционирование любой экосистемы обеспечивается постоянным притоком энергии и ее преобразованием внутри экосистемы. Таким образом поддерживается жизнедеятельность организмов и круговорот веществ в экосистемах.

Потерянная в цепях питания энергия может быть восполнена только поступлением новых ее порций. Поэтому в экосистемах не может быть круговорота энергии, аналогичного круговороту веществ. Экосистема функционирует только за счет направленного потока энергии (постоянного поступления ее извне) в виде солнечного излучения или готовых запасов органического вещества.

В разных типах экосистем мощность потоков энергии через пищевые и цепи разложения различна. В водных сообществах большая часть энергии, фиксированной одноклеточными водорослями, поступает к питающимся фитопланктоном животным и далее — к хищникам, и значительно меньшая включается в цепи разложения.

Водная экосистема (как и любая другая) включает три функционирующих группы организмов: продуценты, консументы, редуценты. Эти три группы живых организмов обеспечивают

направленный поток энергии. Процессы самоочищения в водных экосистемах обеспечиваются организмами третьей группы – редуцентами. Продуценты – организмы, создающие биомассу в процессе реакции фотосинтеза за счет минеральных веществ.

Биомасса является источником энергии для консументов, которые формируют свою биомассу за счет организмов – продуцентов. В основе стабильного функционирования экосистем и динамики развития биоценоза лежит поток энергии через пищевые цепи. И точкой отсчета такого потока может быть величина биомассы, которая вырабатывается продуцентами. Такая продукция, образованная в процессе реакции фотосинтеза за вычетом энергии, затраченной на дыхание растений, представляет первичную продукцию нетто. В табл. 1 приведены сравнительные величины первичной продукции нетто для различных экосистем.

Таблица 1

Удельная величина биомассы

Типы экосистем	Площадь, млн км <sup>2</sup>	Суммарная первичная продукция нетто, млрд т/год	кг/м <sup>2</sup>
Влажные тропические леса	17,0	37,4	45,0
Саванны	15,0	13,5	4
Тундра и горы	8,0	1,1	0,6
Озера и реки	2,0	0,5	0,02
Открытый океан	332,0	41,5	0,03

Для роста и производства первичной продукции водным растениям необходимы микроэлементы. К таким микроэлементам относятся азот, кальций, фосфор, калий, сера и ряд других. Эти элементы не действуют независимо друг от друга, что усложняет исследования влияния их концентраций на формирование первичной продукции. Длительными исследованиями установлено, что значимыми

элементами, лимитирующими формирования первичной продукции, являются азот и фосфор (рис. 1) [2].

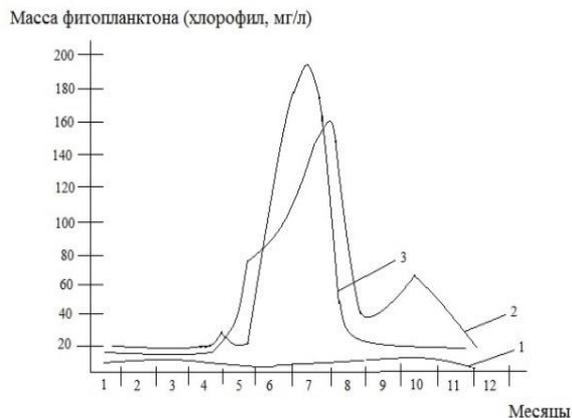


Рис. 1. Изменение биомассы фитопланктона для пресноводных водоемов с разной степенью «удобренности» фосфором и азотом: 1 - водоём в природном состоянии; 2 - озеро обогащалось азотом и фосфором в течение 4-х лет; 3 - озеро обогащалось азотом и фосфором в течение 5-и лет

Исследования проводились на природных озерах в западном Онтарио. В одно из озёр в течение пяти лет ежегодно вносили азот и фосфор в количестве 0,48 грамма и 6,29 грамма на 1 м<sup>2</sup> поверхности соответственно. Максимальная глубина озера 13 метров.

В подобных исследованиях было установлено, что фосфор играет решающую роль в образовании биомассы фитопланктона в пресноводных водоемах. Результаты таких исследований представлены на графике (рис. 2) [3].

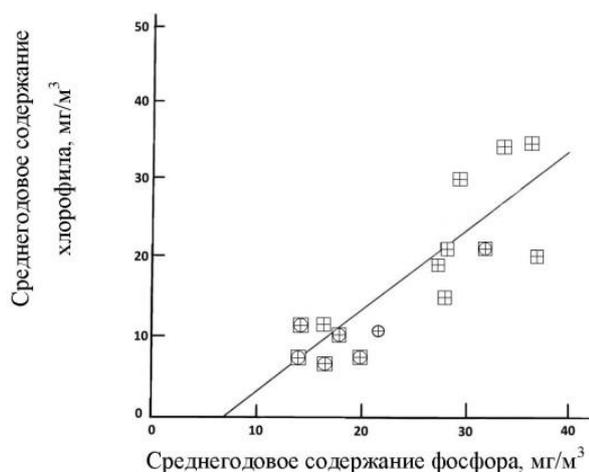


Рис 2. Зависимость содержания фосфора от величины биомассы фитопланктона в экспериментальных озерах западного Онтарио

Опасность попадания биогенных элементов в пресноводные водоемы заключается в том, что их

чрезмерное количество способствует увеличению биомассы водорослей и может привести к структурным изменениям биоценоза экосистем. Часто такое загрязнение приводит к «цветению» воды и эвтрофикации водоема. Антропогенное загрязнение природных пресноводных водоемов осуществляется попаданием в них сточных промышленных вод, содержащих среди прочих такие элементы, как фосфор и азот. Эти элементы могут попадать в водоемы вследствие их смыва с поверхности пахотных земель дождевыми и тальными водами.

Анализ результатов проведенных исследований показывает, что содержание таких биогенных элементов, как азот и фосфор существенно влияет на формирование первичной продукции нетто в пресноводных экосистемах. Характер изменения биомассы фитопланктона в зависимости от концентрации этих биогенных элементов в водных объектах позволяет считать их содержание информативным параметром, характеризующим интенсивность выработки первичной продукции нетто в пресноводных экосистемах. Полученные результаты могут быть использованы при разработке критериев нормирования загрязнений пресноводных экосистем.

### Литература

1. Whittaker R.H. Communities and Ecosystems, 2-d ed. Macmillan, New York, 1975.
2. Schindler D. W., and E. J. FEE. Experimental Lakes area: Whole- lake experiments in eutrophication. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 31: 937-953, 1974.
3. Schindler D. W. Evidution of phosphorus limitation in lakes. Science 195: 260- 262, 1977.

### References

1. Whittaker R.H. Communities and Ecosystems, 2-d ed. Macmillan, New York, 1975.
2. Schindler D. W., and E. J. FEE. Experimental Lakes area: Whole- lake experiments in eutrophication. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 31: 937-953, 1974.
3. Schindler D. W. Evidution of phosphorus limitation in lakes. Science 195: 260- 262, 1977.

### Ignatov O.R., Vlasova A.Y. ECOLOGICAL NORMING OF POLLUTION IN FRESHWATER OBJECTS

The possibility of using the concentrations of nitrogen and phosphorus in water bodies as a criterion of their ecological state is considered in the work.

**Key words:** rationing, primary production, freshwater ecosystem, nitrogen, phosphorus.

**Игнатов Олег Романович** - к.т.н., доцент факультета Естественных наук, кафедра экологии Луганского национального университета имени Владимира Даля.

**Власова Александра Юрьевна** – студентка шестого курса факультета Естественных наук, кафедра

экологии Луганского национального университета имени Владимира Даля.

**Ignatov Oleg Romanovich** Candidate of Science, Associate Professor of the Faculty of Natural Sciences, Department of Ecology of Lugansk National University named after Vladimir Dahl.

**Vlasova Alexandra Yuryevna** 6th year student of the Faculty of Natural Sciences, Department of Ecology, Luhansk National University named after Vladimir Dahl.

**Рецензент: Дрозд Г.Я.** д.т.н., проф. Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени В. Даля.

*Статья подана 06.09.2017*

УДК 69.05

## УТИЛИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Скоробогатова К.А., Дрозд Г.Я.

## UTILIZATION OF CONSTRUCTION WASTE

Skorobogatova KA, Drozd G.Ya.

*В статье поднята проблема создания в Донбассе специализированного центра по переработке строительных отходов во вторичные материалы и вовлечения их в хозяйственный оборот.*

**Ключевые слова:** утилизация, переработка, строительные материалы, вторичное сырье.

В настоящее время проблема накопления строительных отходов является одной из важнейших задач дальнейшего развития городов и промышленности. Повсеместное ухудшение экологической обстановки ставит вопрос: как можно использовать отходы строительства и строительного производства? Особенно остро данный вопрос

касается реалий Донбасса, где вследствие военных действий разрушено и повреждено около 30 тыс. (ДНР), 20 тыс. (ЛНР) жилых зданий, сотни промышленных объектов и около 1000 км дорог. В настоящее время ремонт дорог в ДНР производится довольно интенсивно. Подсчетов объемов накопления строительного мусора ведомствами не ведётся, части разрушенных зданий и старое асфальтовое покрытие просто складывают возле свалок ТБО (рис. 1).

Использование переработанных строительных отходов позволит, с одной стороны, значительно уменьшить территории под складирование мусора, с другой снизить расходы на новое строительство.



Рис. 1. Свалки строительного мусора на терриконе закрытой шахты №11 на Смолянке, ДНР

В мировой практике строительные отходы подвергаются переработке уже несколько десятков лет. В странах Европы объёмы переработки строительных отходов достигают 95%. В 1978 году была создана Европейская Ассоциация по сносу «EDA» (European Demolition Association). Данная организация помимо подсчета количества строительных отходов, также участвует в обмене опытом по переработке строительного мусора, а также в совершенствовании законодательства и создания стандартов касающихся удаления, хранения и утилизации строительных отходов. В

Российской Федерации перерабатывается не более трети всех строительных отходов. В Японии же был построен остров Юмемошима площадью 1,52 м<sup>2</sup> из переработанных строительных отходов и ТБО. Сейчас на острове расположены спортивный парк, музеи, оранжерея [1].

Весьма важно всячески способствовать и поддерживать процесс введения переработки строительных отходов на этапе законодательства. Тенденции увеличения площади территорий, занятых под полигоны складирования строительных отходов и ТБО, предостерегают о том, что

необходимо вводить налогообложение и административную ответственность за пренебрежение к переработке материалов. В некоторых Европейских странах подобные меры приняты давно. Например, в Нидерландах более 13 лет вывоз строительных отходов, подлежащих вторичной переработке, запрещён. В Великобритании же введён налог в размере 1,6 фунта стерлингов (120 рос. руб) за каждую тонну природных заполнителей бетона. В Канаде и Соединённых Штатах Америки складирование строительных отходов на полигонах обходится в разы дороже их переработки. В ряде стран для своза строительных отходов на полигон необходимо иметь официальные доказательства невозможности их переработки. Поэтому многим компаниям гораздо выгоднее наладить переработку строительных отходов, чем вывозить их на свалки.

Для промышленных предприятий переработка строительных отходов – это не только уменьшение статьи расходов, но также повышение промышленного процесса. Рециклинг строительных отходов на территории строительных площадок не только решает вопрос вывоза и утилизации, но и даёт возможность использовать строительные отходы в новом строительстве, а также для устройства временных сооружений, дорожек. Некоторые строительные отходы, полученные после демонтажа старых зданий, стало возможно дробить с помощью специальных машин прямо на строительных площадках. Например, железобетонные сооружения предварительно нарезаются на небольшие куски гидромолотом или гидрожницами, а затем перерабатываются на дробильных установках. Существуют мобильные комплексы для переработки, сепарации, промывки

бетонных и кирпичных отходов с производительностью до 450 т вторичной продукции в час [3].

Необходимо отметить, что переработанные строительные материалы обладают низкой стоимостью и не имеют достаточно высокого качества, как у «новых» материалов. Несмотря на это, такое вторичное сырьё, как стекло, пластик, старый асфальт, гипсокартон, железобетон после переработки имеет достаточный спектр применения, чтобы отдать предпочтение рециклингу, а не складированию на полигонах.

Новые методы и технологии позволяют использовать вторичные строительные материалы весьма широко. Дроблёный кирпич, бетон, старое асфальтовое покрытие после дробления можно использовать в дорожном строительстве для ремонта и временных дорог. Отходы резины и пластика также измельчают, а затем под воздействием высоких температур плавят и смешивают. В дальнейшем полученный агломерат возможно использовать в производстве полимерпесчаной продукции.

Наиболее распространённым вторичным материалом является щебень, получаемый после дробления таких строительных материалов как кирпич, бетон, ракушечник, шлаковые и пенобетонные блоки (рис.2). Предварительно строительный мусор сортируют, очищают от посторонних материалов. Технология производства вторичного щебня аналогична производству гранитного щебня. В некоторых случаях вторичным щебнем возможно заменить гранитный, при этом стоимость производства гранитного щебня в два раза выше.



Рис. 2. Средний морфологический состав строительных отходов

В тех случаях, когда требуется высокая прочность, вторичный щебень изготавливается из одного бетона. Получаемый вторичный щебень не только обладает высокой прочностью, долговечностью и износостойкостью, но и является недорогим строительным материалом [5].

Проблема переработки строительного мусора является задачей, которую необходимо решать на государственном уровне. В настоящее время в законе Донецкой Народной Республики «Об отходах производства и потребления» не регламентировано, каким образом необходимо обращаться с отходами реконструкции, демонтажа при капитальном ремонте зданий и сооружений. О необходимости переработки и последующего вторичного использования также не упоминается. Тем не менее проблема образования стихийных свалок строительного мусора становится всё более актуальной. Компании, которые первыми озадачатся демонтажем и переработкой строительных отходов, вполне могут занять значительную нишу на рынке вторичных строительных материалов.

#### Выводы

1. Для повышения экологической безопасности и эффективного использования вторичных ресурсов в Донбассе необходимо создание специальной отрасли по переработке строительных отходов.

2. Для осуществления данного проекта предстоит решить ряд организационных вопросов: создать специализированный центр, задачами которого являются осуществление инвентаризации отходов и осуществление всех этапов их сбора, транспортировки, сортировки, переработки и вовлечения в хозяйственный оборот.

#### Литература

1. <https://en.wikipedia.org/wiki/Yumenoshima>  
<http://www.europeandemolition.org/>
2. [http://atagos.com.ua/art/stroitelnye\\_otkhody/](http://atagos.com.ua/art/stroitelnye_otkhody/)
3. <http://vtorothodi.ru/pererabotka/stroitelnyj-musor>
4. <http://www.nevasm.ru/stati/stroitelnye-materialy/vtoraya-zhizn-stroitelного-musora-ili-primenenie-vtorichного-shhebnya.html>
5. <https://frankensstein.livejournal.com/442351.html>
6. Об отходах производства и потребления: Закон Донецкой Народной Республики № 82-ІНС от 09.10.2015 – 41 с.

#### References

1. <https://en.wikipedia.org/wiki/Yumenoshima>

<http://www.europeandemolition.org/>

2. [http://atagos.com.ua/art/stroitelnye\\_otkhody/](http://atagos.com.ua/art/stroitelnye_otkhody/)
3. <http://vtorothodi.ru/pererabotka/stroitelnyj-musor>
4. <http://www.nevasm.ru/stati/stroitelnye-materialy/vtoraya-zhizn-stroitelного-musora-ili-primenenie-vtorichного-shhebnya.html>
5. <https://frankensstein.livejournal.com/442351.html>
6. Ob othodah proizvodstva i potrebleniya: Zakon Donetskoy Narodnoy Respubliki № 82-ІНС от 09.10.2015 – 41 s.

**Skorobogatova K. A., Drozd G. Y.**

#### UTILIZATION OF CONSTRUCTION WASTE

*The article raises the problem of creating in the Donbass a specialized center for processing construction waste in secondary materials and involving them in economic circulation.*

*Key words: utilization, processing, building materials, secondary raw materials*

**Дрозд Геннадий Яковлевич**, д.т.н., профессор кафедры «Городское и промышленное строительство» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля; г. Луганск.

**E-mail:** drozd.g@mail.ru

**Тел.:** +38 (050) 925 94 18.

**Drozd Gennadiy Jacob**, d.t.s., professor of department «City and industrial building» of Institute of building, architecture and housing of communal economy of the Lugansk national university of the name of Vladimir Dahl, Lugansk.

**Скоробогатова Карина Андреевна**, аспирант кафедры «Городское строительство и хозяйство» Донбасской национальной академии строительства и архитектуры; г. Макеевка.

**Тел.:** +380991956095

**Skorobogatova Karina Andreevna**, post-graduate student of the Department of Urban Construction and Economy of the Donbas National Academy of Construction and Architecture; city Makeevka.

**Тел.:** +380991956095

**Рецензент: Андрийчук Н.Д.** д.т.н., проф., директор института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства.

*Статья подана 06.09.2017*

УДК 691.33

## ВТОРИЧНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕКЛОБОЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сороканич С.В.

## SECONDARY USE OF GLASS IN THE PRODUCTION OF BUILDING MATERIALS

Sorokanich S.V.

*Статья посвящена проблемам утилизации и вторичному использованию стеклобоя. С экологической точки зрения, стеклобой – трудно– утилизируемый отход. Наиболее простым и доступным вариантом вторичного использования стеклобоя является производство строительных материалов. Выполнен анализ количества отходов производства стекла и стеклобоя в составе складированных на полигонах твердых бытовых отходов (ТБО). Актуальность темы исследования определяется его направленностью на разработку ресурсосберегающей технологии производства эффективных строительных материалов с использованием техногенного сырья и рационального использования многотоннажных отходов.*

**Ключевые слова:** цементная паста, добавки, бетон, отходы, стеклобой, прочность, вяжущее, тонкость помола.

### Введение

Производство строительных материалов – одна из энергоемких и материалоемких отраслей промышленности. Одним из направлений снижения энергетических затрат на производство материалов является широкое вовлечение твердых бытовых отходов (ТБО). В настоящее время более 25 млрд тонн отходов занимают 130 тысяч гектаров черноземов, а также отравляют воду, почву, воздух [1]. Экологические проблемы, имеющие в настоящее время глобальный характер, возникают преимущественно вследствие неконтролируемого воздействия человечества на окружающую среду. В связи с постоянным совершенствованием и интенсификацией технологий возрастает количество складированных на полигонах твердых бытовых отходов (ТБО). Это позволяет говорить о том, что полигоны ТБО по уровню отрицательного воздействия на окружающую среду занимают одно из первых мест среди отраслей народного хозяйства. Кроме того, ряд компонентов ТБО потенциально могут быть вторично использованы, но этого не происходит вследствие несовершенства существующих технологий. Это приводит к

дополнительному извлечению полезных ископаемых даже в тех случаях, когда такое сырье может быть заменено на определенные компоненты ТБО [3].

В полной мере проблема негативного воздействия на окружающую среду относится к такому компоненту ТБО, как стеклобой. Наряду с совершенствованием технологий переработки ТБО необходимо отметить, что стеклобой до сих пор остается одним из наиболее трудноутилизируемых компонентов. Несмотря на невысокий класс опасности стеклобоя, его количество, складированное в окружающей среде, вследствие сложности утилизации продолжает расти. Кроме того, производство стекла как материала требует существенных материальных и энергетических затрат, поэтому представляется нецелесообразным. Надо учитывать и сопутствующую нагрузку на окружающую среду в тех случаях, когда имеется возможность использовать стеклобой, вместо производства стекла.

Установлено, что использование промышленных отходов позволяет покрыть до 40% потребности строительства в сырьевых ресурсах. Применение промышленных отходов позволяет [4,2] на 10...30 % снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с производством их из природного сырья, экономия капитальных вложений достигает 35...50 %.

В связи с изложенным актуальное значение приобретает вопрос разработки состава вяжущего на основе стеклобоя, способного набирать прочность в нормальных температурно-влажностных условиях.

**Актуальность темы** исследования определяется его направленностью на разработку ресурсосберегающей технологии производства эффективных строительных материалов с использованием техногенного сырья и повышение технических характеристик изделий, рациональным использованием многотоннажных отходов.

**Целью работы** является определение возможности использования стеклобоя в качестве

добавки и вяжущего в изготовлении цементных растворов и бетонов.

**Методика исследования**

В основу работы, раскрывающей потенциальные возможности утилизации техногенных стекол, было положено теоретическое положение о том, что стеклобой в тонкодисперсном состоянии обладает вяжущими свойствами и способен образовывать прочный строительный материал.

Стеклобой – бой стекла, образующийся при производстве и использовании стеклянных изделий и листового стекла. Стеклянный порошок, получаемый из отходов тарного и оконного стекла, имеет насыпную плотность – 1600 кг/м<sup>3</sup>. Перед использованием бой стекла подвергается мойке, дроблению и помолу. Основу техногенных стекол составляет аморфный кремнезем (табл. 1).

Химический состав боя стекла, %

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O
72,5	2,5	2,5	7	15,5

Таблица 1

**Результаты исследований**

В ходе экспериментальных исследований оптимизированы составы сырьевых смесей, содержащих тонкомолотый бой стекла.

Результаты экспериментальных исследований подтвердили возможность и целесообразность применения стеклобоя для производства растворов и бетонов.

Составы с добавкой и заменой части цемента тонкомолотым стеклобоем характеризуются высокими показателями по прочности. Они представлены на рис. 1.

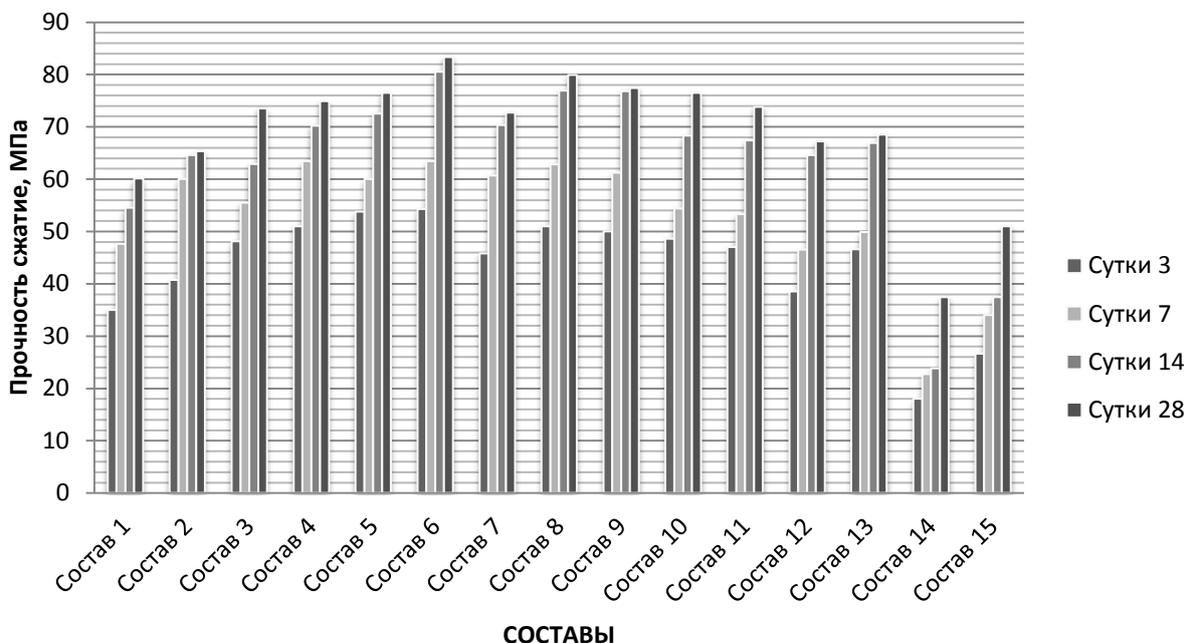


Рис. 1 Прочность в зависимости от состава образцов

**Выводы**

Результаты научных исследований, технологические решения свидетельствуют о технической возможности, экологической целесообразности и экономической эффективности использования стеклобоя в производстве строительных материалов.

**Литература**

1. Галецький Л.С. Техногенні родовища – нове нетрадиційне джерело мінеральної сировини в Україні //Л.С. Галецький, У.З. Науменко, А.Д. Пилипчук // Екологія довкілля та забезпечення життєдіяльності. – 2002. – № 5-6. – С. 77 – 81.

2. Ицкович С.М. Технология заполнителей бетона / С.М. Ицкович, Л.Д. Чумаков, Ю.М. Баженов.-М.: «Высшая школа», 1991. – 272 с.

3. Ханов Н.С. О некоторых проблемах производства и использования пенобетона / Н.С. Ханов // Строительные материалы. – 2008. – №6. – С. 31 – 32.

4. Дворкин О.Л. Строительные материалы из отходов промышленности: Учебно-справочное пособие / Л.И.Дворкин, О.Л.Дворкин. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 368 с.

**References**

1. Halets'kyu L.S. Tekhnohenni rodovyshcha – nove netradytsiynе dzhерelo mineral'noyi syrovyny v Ukrayini /L.S. Halets'kyu, U.Z. Naumenko, A.D. Pylypchuk // Ekolohiya dovkillya ta zabezpechennya zhyttyedyal'nosti. – 2002. – № 5-6. – S. 77 – 81.

2. Itskovich S.M. Tekhnologiya zapolniteley betona / S.M. Itskovich, L.D. Chumakov, YU.M. Bazhenov.-M.: «Vysshaya shkola», 1991. – 272 s.

3. Khanov, N.S. O nekotorykh problemakh proizvodstva i ispol'zovaniya penobetona / N.S. Khanov // Stroitel'nyye materialy. – 2008. – №6. – S. 31 – 32.

4. Dvorkin, O.L. Stroitel'nyye materialy iz otkhodov promyshlennosti: Uchebno-spravochnoye posobiye / L.I.Dvorkin, O.L.Dvorkin. – Rostov n/D: Feniks, 2007. – 368 s.

**Sorokanich S. V.**

#### **SECONDARY USE OF CULLET IN THE PRODUCTION OF BUILDING MATERIALS**

*This article is devoted to problems of utilization and recycling of cullet. From an ecological point of view cullet is a difficult recyclable waste. The simplest and most affordable option for recycling cullet is the production of building materials. The analysis of the amount of waste from the production of glass and cullet in the composition of solid household waste (MSW) stored at the landfills has been performed. The relevance of the research topic is determined by its focus on the development of resource-saving*

*technologies for the production of efficient building materials using technogenic raw materials and rational use of large-tonnage waste*

**Key words:** *cement paste, additives, concrete, waste, cullet, strength, binder, fineness of grinding.*

**Сороканич Станислав Васильевич** – ст. преп., ГОУ ЛНР Луганский национальный аграрный университет, г. Луганск.

**E-mail:** stas.sorokanich.82@mail.ru

**Sorokanich Stanislav Vasilyevich** – art. Prep, GOU LNR Lugansk National Agricultural University, Lugansk.

**E-mail:** stas.sorokanich.82@mail.ru

**Рецензент: Гусенцова Я.А.** доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Технология и организация строительного производства» Луганского национального аграрного университета.

*Статья подана 13.09.2017*

УДК 621.876.063

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ КАНАТНОГО ГРЕЙФЕРА В ПРОЦЕССЕ ЗАЧЕРПЫВАНИЯ МАТЕРИАЛА

Шевченко Н.А.

## THE RESEARCH OF WORK OF ROPE GRAB DURING SCOOPING MATERIAL

Shevchenko N.A.

*В статье рассматривается совместная работа канатного грейфера и привода механизма замыкания, образующих механическую систему «грейфер-двигатель». Это позволило раскрыть статическую неопределенность грейфера и учесть важное свойство автоматического саморегулирования процесса зачерпывания, присущее канатному грейферу. Разработана математическая модель процесса зачерпывания материала двухчелюстным канатным грейфером в виде дифференциальных уравнений Лагранжа движения механической системы с учетом параметров грейфера, свойств сыпучего материала, характеристик привода механизма замыкания, которая в достаточной степени отражает реальную картину этого процесса. Выполнены расчеты траектории движения челюсти грейфера в материале, зачерпывающей способности грейфера и текущих значений усилия в замыкающем канате, которые подтверждены результатами экспериментальных исследований.*

**Ключевые слова:** грейфер, привод, математическая модель, зачерпывающая способность, усилие в замыкающем канате.

**Введение.** Одним из основных средств в решении комплексной механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных и складских работ с сыпучими материалами во всех отраслях народного хозяйства являются грейферы. В целом, как в стране, так и за рубежом грейферными механизмами обрабатываются миллиарды тонн насыпных материалов. Поэтому вопросы исследования работы и совершенствования конструкций грейферов, повышения их производительности имеют важное научное и практическое значение.

Основными задачами теории канатного грейфера, по мнению большинства авторов [1, 2, 3], являются:

1. Определение траектории, описываемой кромкой челюсти в материале (так называемой "кривой зачерпывания").

2. Нахождение действительной зачерпывающей способности грейфера, которая определяет производительность грейферного крана.

3. Определение текущих значения усилия в замыкающем канате грейфера, что определяет энергоемкость процесса зачерпывания.

Грейфер – один из немногих рабочих органов, не имеющих жесткой кинематической связи с силовым приводом. Он связан с замыкающим барабаном гибким канатом. Его траектория в сыпучем материале определяется не кинематикой силового привода, а соотношением сил внедрения от веса элементов грейфера и усилия в замыкающем канате и сил сопротивления зачерпыванию сыпучего материала.

Решение этих задач по известным методикам [1, 2] затрудняет статическая неопределенность грейфера, а также невозможность в этих методиках учесть важное свойство автоматического саморегулирования процесса зачерпывания, присущее практически только канатному грейферу. Чтобы обойти эти вопросы, авторы использовали различные искусственные приемы, упрощающие физическую картину процесса зачерпывания и делающие решения условными.

В статье предлагается решение поставленных в п. 1, 2 и 3 задач с учетом реальной физической картины процесса зачерпывания материала грейфером.

**Изложение основных материалов.** Для расчета траектории движения челюстей в материале и нахождения зачерпывающей способности грейфера по заданным его конструктивным параметрам и свойствам зачерпываемого материала будем рассматривать совместную работу грейфера с приводом механизма замыкания, образующих механическую систему «грейфер-двигатель», которая будет иметь три степени свободы. Расчетная схема такой системы приведена на рис.1. Так как система симметрична, будем рассматривать равновесие правой половины грейфера.



“затвердевает”, то есть ее масса перестает изменяться [4].

Выполнив операции дифференцирования кинетической  $T$  и потенциальной  $\Pi$  энергий системы по обобщенным координатам и скоростям согласно (1), получим, с учетом обобщенных сил, систему двух дифференциальных уравнений механической системы относительно искомых функций  $\theta, h, z$ . Для замкнутости системы к упомянутым уравнениям следует присоединить уравнение кинематической связи (2) :

$$A_1 \ddot{\theta} + A_2 \cdot \ddot{h} + A_3 \cdot \ddot{z} + A_4 \dot{\theta}^2 = A_5 + Q_\theta ;$$

$$B_1 \ddot{\theta} + B_2 \cdot \ddot{h} + B_3 \cdot \ddot{z} + B_4 \dot{\theta}^2 = B_5 + Q_h ; \quad (3)$$

$$\dot{z} = \dot{\theta} \cdot (n-1) \cdot M + \dot{h}.$$

Коэффициенты  $A_1, B_1, \dots, A_5, B_5$  зависят от параметров грейфера, характеристик двигателя и привода механизма замыкания, физикомеханических свойств зачерпываемого материала.

Усилие в замыкающем канате определяется из общего уравнения динамики, составленного для приведенной массы механизма замыкания:

$$S = P - m_6 \ddot{z}.$$

В качестве объекта исследования принят двухчелюстной канатный грейфер объемом  $1,5 \text{ м}^3$ . Зачерпываемый материал - песок.

Решение системы дифференциальных уравнений (3) выполнено численными методами с применением компьютера понижением порядка уравнений до первого. Некоторые результаты решения представлены на рис. 2–4. На рис.3 показан график работы двигателя механизма замыкания грейфера при зачерпывании материала.

Участок AC – разгон двигателя, участок CB – работа двигателя при зачерпывании материала, когда нагрузка на двигатель растет от нуля до номинального значения (расчетные зависимости).

Погрешность определения площади между кривой зачерпывания и осями координат (рис.4), а следовательно, и зачерпывающей способности, расчетным и экспериментальным путем составляет 9%, что для работы с сыпучими материалами допустимо. Расчетные и экспериментальные значения усилия в замыкающем канате (рис. 2) отличаются незначительно.

**Выводы.** 1. Разработана математическая модель процесса зачерпывания материала канатным грейфером с учетом его параметров, свойств сыпучего материала, характеристик привода

механизма замыкания, которая в достаточной степени отражает реальную картину этого процесса.

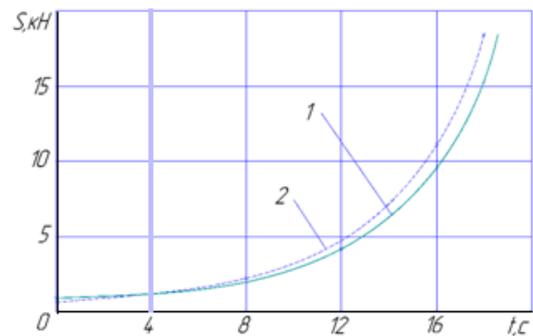


Рис.2. Теоретический 1и экспериментальный 2 графики усилия в замыкающем канате: t-текущее время процесса зачерпывания

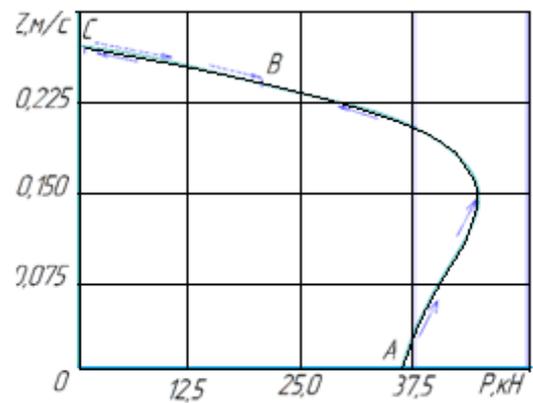


Рис.3.Работа двигателя механизма замыкания в периоды: разгона (участок AC) и зачерпывания материала (участок CB) (расчетные зависимости)

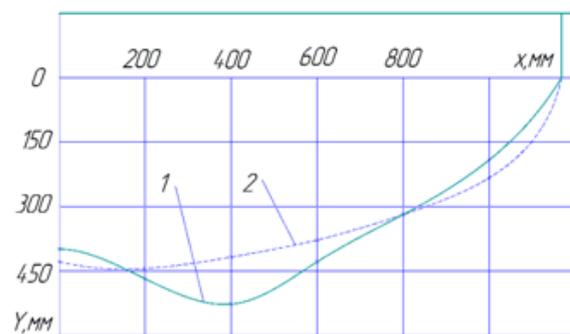


Рис. 4. Теоретическая 1и экспериментальная 2 кривые зачерпывания

2. В результате решения дифференциальных уравнений движения механической системы «грейфер-двигатель» получены текущие значения основных величин, характеризующих процесс зачерпывания материала грейфером, которые представлены графическим материалом и

подтверждены результатами экспериментальных исследований.

3. Предложенная методика позволяет на этапе проектирования и расчета грейфера определить его зачерпывающую способность и характер изменения усилия в замыкающем канате в процессе зачерпывания. Эти параметры определяют основные характеристики грейферного крана - его производительность и энергоемкость процесса грейферования.

#### Л и т е р а т у р а

1. Александров М.П. Грузоподъемные машины: Учебник для вузов.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана - Высшая школа, 2000. -552с.
2. Таубер Б.А. Грейферные механизмы.- М.: Машгиз,1985.- 270с.
3. Грейферные механизмы. Борис Славин 0.000 ISBN: 978-3-8484-8124-8 .Год издания: 2012 Издательство: LAP LAMBERT Academic Publishing .- 304 с.
4. Бессонов А.П. Основы динамики машин с переменной массой звеньев. - М.: Наука,1967.-279с.

#### R e f e r e n c e s

1. Aleksandrov M.P. Gruzopodemnyemashiny: Uchebnikdljavuzov.-M.: Izd-vo MGTJ im. Baumana-Vysshajashkola, 2000,- 552 s.
2. Tauber B.A. Greiferrymexanizmy. – M.:Mashgiz, 1985. – 270 s.
3. Greiferrymexanizmy. Boris Slavin 0.000 ISBN: 978-3-8484-8124-8. God izdaniya:2012Izdatelstvo: LAP LAMBERT Academic Publishing. – 304 s.
4. Bessonov A.P. Osnovydinamikimascin s peremennomimassoizvenev.- M.:Nauka, 1967. – 279 s.

**Shevchenko N.A.**

#### THE RESEARCH OF WORK OF ROPEGRAB DURING SCOOPING MATERIAL

*The article considers the joint work of rope grab bucket and lock drive that form the mechanical “grab-drive” system. This lets to describe the static indeterminacy of the grab, and takes into consideration the most important aspect that is characteristic of the grab bucket – namely the automatic self-regulation of the ladling process. The mathematical model of the scooping process performed by the rope grab clamshell bucket has been developed according to Lagrange mechanical system movement differential equations in accordance to the grab bucket parameters, as well as bulk material properties, and lock system parameter characteristics, that represents the full scope process in itself. The calculations of the grab movement in the bulk material, the scooping ability of the grab, and the current force in the closing rope were performed. The latter have been proved by the laboratory experiments.*

**Keywords:** grab buckets, drive, mathematical model, grabbing ability, the force in the closing rope.

**Шевченко Николай Александрович** доцент кафедры «Подъемно транспортная техника» Луганского национального университета имени Владимира Даля.  
**E-mail:** lugu\_ptt@mail.ru

**Nikolay Shevchenko**, the reader of the “Lifting transport equipment” chair, Volodymyr Dahl Lugansk National University.  
**E-mail:** lugu\_ptt@mail.ru

**Рецензент:** *Андрійчук Н.Д.* д.т.н., проф., директор института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства.

*Статья подана 9.09.2017*

УДК 624.073

## УСИЛЕНИЕ ПЕРЕКРЫТИЯ КРУПНОПАНЕЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА ПО 121 СЕРИИ

Псюк В.В., Псюк М.Ю.

## STRENGTHENING THE OVERLAPPING OF A LARGE PANEL HOUSING FOR 121 SERIES

Psyuk V.V., Psyuk M.Yu.

*Приведены результаты обследования технического состояния конструкций многоэтажных жилых зданий по 121 серии. Разработан способ усиления панелей перекрытия над подвалом для жилых зданий по 121 серии.*

*Ключевые слова:* панель перекрытия, прогибы, дефекты, арматура, усиление.

В процессе эксплуатации жилых зданий их техническое состояние меняется, происходит накопление дефектов и повреждений, что в свою очередь приводит к снижению несущей способности отдельных конструктивных элементов и здания в целом.

Данная работа посвящена оценке технического состояния несущих конструкций 9-и этажных крупнопанельных жилых зданий по 121 серии [4]. Это серия массового строительства, по которой построены целые районы в Алчевске и других городах Луганского региона. С течением времени в результате ненадлежащей эксплуатации здания, отсутствия текущего и капитального ремонтов в здании появились дефекты различного рода. В результате обследования здания данной серии в городе Алчевске и других городах Луганского региона установлено, что наряду с дефектами, появившимися в результате эксплуатации здания, также имеются дефекты, возникшие при его возведении и из-за недостатков конструктивного решения отдельных несущих элементов. Совокупность данных факторов приводит к неудовлетворительному состоянию отдельных несущих конструкций жилых зданий по данной серии, что выражается в разрушении отдельных элементов, значительных прогибах конструкции, то есть конструктивные элементы и здание в целом не соответствуют требованиям по надежной эксплуатации.

Целью работы являлись определение технического состояния строительных конструкций жилых зданий по 121 серии [4] и разработка мероприятий по восстановлению их несущей

способности. В рамках поставленной цели было выполнено:

- 1) оценка существующих дефектов здания;
- 2) разработка рекомендаций по устранению выявленных дефектов для обеспечения безаварийной эксплуатации конструкций в соответствии с действующими нормативными документами.

Работы по обследованию и определению технического состояния строительных конструкций проводилась в ряде жилых домов, расположенных в городах Алчевске и Перевальске.

Необходимость в проведении работ возникла в связи с аварийным состоянием панелей перекрытия над подвалом в пределах расположения ряда квартир на первом этаже.

Обследование конструкций и оценка технического состояния включали в себя следующие работы:

- натурные обследования конструкций, установление повреждений и деформаций несущих и ограждающих конструкций;
- анализ дефектов и повреждений, оценку технического состояния обследуемых строительных конструкций;
- подготовку заключения о техническом состоянии строительных конструкций;
- разработку рекомендаций по восстановлению эксплуатационных свойств строительных конструкций.

Планировочное решение первого этажа крупнопанельного 9-и этажного здания приведено на рис. 1.

Оценка состояния железобетонной конструкции плиты покрытия над подвалом производилась на основании её визуального и визуально-инструментального обследования в целях установления опасности обрушения конструкций, т.е. степени её критического состояния и возможности дальнейшего использования конструкций панели перекрытия при её усилении.



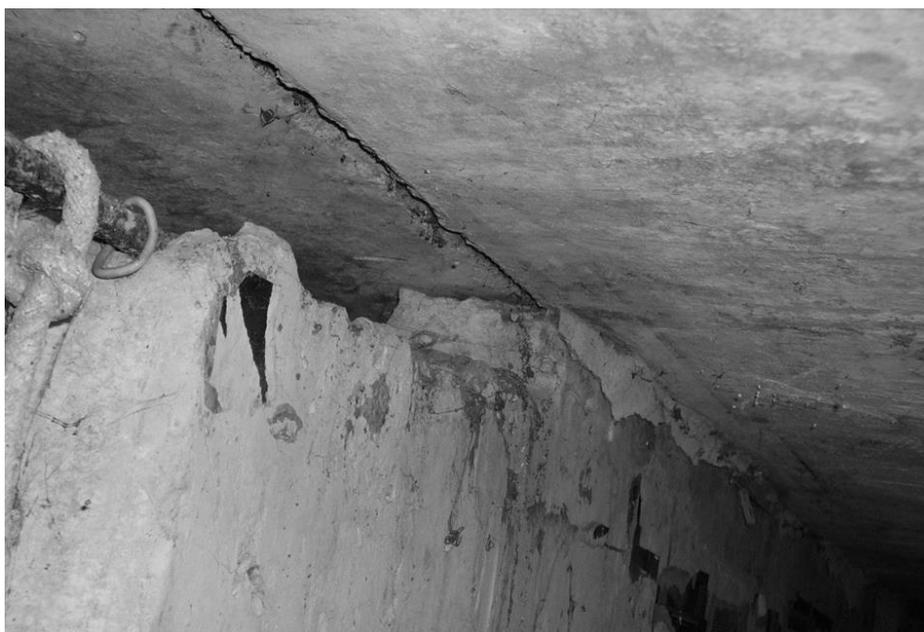


Рис. 2. Отсутствие опирания панели перекрытия над подвалом с несущей стеной

Сущность данного метода заключается в разгрузке панели перекрытия путем подведения под них разгружающих балок. Расчетная схема принята как балка на двух опорах вдоль короткой стороны и загружена равномерно-распределенной нагрузкой. Сечение балок определяется по максимальному изгибающему моменту. Балки расставляют с равным шагом и крепят к стеновым панелям подвала.

Вторым этапом является наращивание толщины панели перекрытия мелкозернистым бетоном сверху. Для устранения дефектов плиты

укладывают сетки армирования с анкерным закреплением её к плите и производят бетонирование с выравниванием поверхности.

При определении нагрузки для расчета разгружающих балок учитывается собственный вес конструкции существующей плиты, собственный вес балок усиления, собственный вес наращиваемой части плиты и полезная нагрузка.

В общем виде усиление конструкции панели покрытия над подвалом представлен на рис. 3.

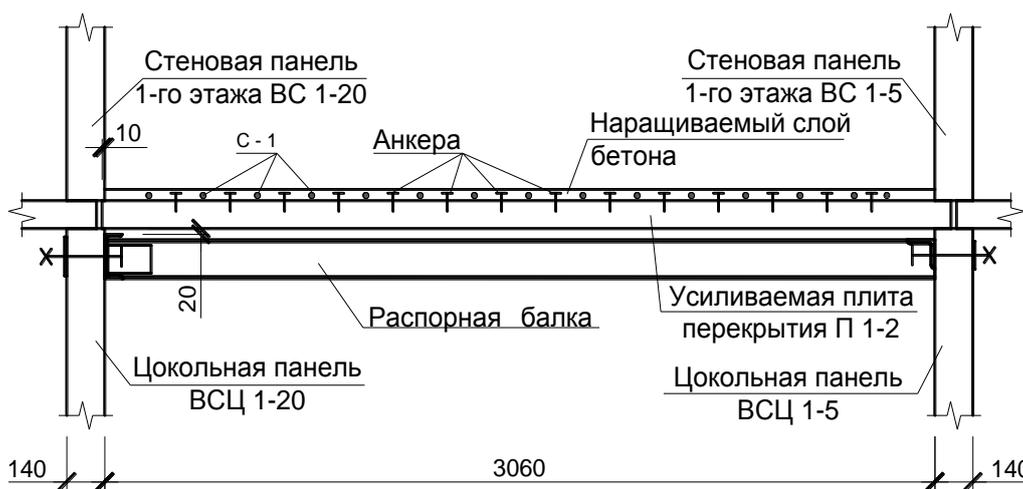


Рис. 3. Усиление панели покрытия над подвалом в общем виде

**Выводы и рекомендации**

Усиление железобетонных конструкций панелей перекрытия жилых зданий по 121 серии для восстановления их несущей способности рекомендуется производить комбинированным способом. Данный способ включает в себя

устройство разгружающих конструкций в виде отдельных распределительных балок, подведенных под усиливаемую панель перекрытия и работающих с ней совместно, и увеличением сечений элементов путем одностороннего наращивания железобетоном.

Обязательным условием при восстановлении поврежденных элементов бетонированием для обеспечения надежного сцепления нового бетона со старым является применение анкеров или шпонок, а также соблюдение требований по технологии усиления железобетонных конструкций.

### Литература

1. ДБН В.1.2-2:2006. Система обеспечения надежности и безопасности строительных объектов. Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования [Текст]. – Введ. 2007-01-01. – К.: Минстрой Украины, 2006. – 60 с.
2. ДСТУ Б В.1.2-3:2006. Система обеспечения надежности и безопасности строительных объектов. Прогнбы и перемещения. Требования проектирования. – Введено впервые (с аннулированием в Украине раздела 10 СНиП 2.01.07-85); Введ. 01.01.2007. – К.: Госстрой Украины, 2006. – 10 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016. Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану/ Мінрегіон України. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 45 с.
4. Серия 121. Крупнопанельные жилые дома и блок-секции. Часть 1-Архитектурно-строительные чертежи выше отм. 0.000 / Госстрой УССР, ГПИ «Ворошиловградгражданпроект», 1984. – 42 л.
5. СОУ ЖКГ 75.11-35077234.0015:2009. Правила визначення фізичного зносу житлових будинків / Стандарт житлово-комунального господарства України. – К.: ЖКГ України, 2009. – 49 с.

### References

1. DBN V.1.2-2:2006. Sistema obespecheniya nadezhnosti i bezopasnosti stroitel'nykh ob'yektov. Nagruzki i vozdeystviya. Normy proyektirovaniya [Tekst]. – Vved. 2007-01-01. – K.: Minstroy Ukrainy, 2006. – 60 s.
2. DSTU B V.1.2-3:2006. Sistema obespecheniya nadezhnosti i bezopasnosti stroitel'nykh ob'yektov. Prohiby i peremeshchenniya. Trebovaniya proyektirovaniya. – Vvedeno vpervye (s annulirovaniyem v Ukraine razdela 10 SNiP 2.01.07-85); Vved. 01.01.2007. – K.: Gosstroy Ukrainy, 2006. – 10 s.
3. DSTU-N B V.1.2-18:2016. Nastanova shchodo obstezhennya budivel' i sporud dlya vyznachennya ta otsinky yikh tekhnichnoho stanu/ Minrehion Ukrainy. – K.: DP «UkrNDNTS», 2017. – 45 s.
4. Seriya 121. Krupnpanel'nyye zhilye doma i blok-sektsii. Chast' 1-Arkhiturno-stroitel'nyye chertezhi vyshе

otm. 0.000 / Gosstroy USSR, GPI «Voroshilovgradgrazhdanproyekt», 1984. – 42l.

5. SOU ZHK-H 75.11-35077234.0015:2009. Pravyla vyznachennya fizychnoho znosu zhytlovykh budynkiv / Standart zhytlovo-komunal noho hospodarstva Ukrainy. – K.: ZHK-H Ukrainy, 2009. – 49 s.

**Psyuk V.V., Panasenko A.A., Psyuk M.Yu., Ruzhnikova A.E.**

### STRENGTHENING THE OVERLAPPING OF A LARGE PANEL HOUSING FOR 121 SERIES

*The results of the technical condition of survey designs multi-storey residential buildings on 121 series. It developed a method of increasing slab above the basement for residential buildings on 121 series.*

**Key words:** overlapping panel, deflections, defects, reinforcement, reinforcement.

**Псюк Виктор Васильевич** кандидат технических наук, доцент, исполняющий обязанности заведующего кафедры «Строительные конструкции» Донбасского государственного технического университета.

**E-mail:** psuk@rambler.ru

**Psyuk Viktor Vasilyevich** Candidate of Technical Sciences (Ph.D), docent, acting Head of the Department "Building Constructions" of the Donbass State Technical University.

**E-mail:** psuk@rambler.ru

**Псюк Марина Юрьевна** аспирант кафедры «Строительные конструкции» Донбасского государственного

**Psyuk Marina Yuryevna** Post-graduate student of the department "Building Constructions" of the Donbass State Technical University.

**Рецензент: Хвортова Марина Юрьевна**, к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Городское и промышленное строительство» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля; г. Луганск.

Статья подана 06.09.2017

УДК 621.311.182

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПЫЛЕ – И СЕРООЧИСТКИ ГАЗОВ В ПОЛЫХ СКРУББЕРАХ

Высоцкий С.П.

### THE MODEL OF DUST AND SULFUR DIOXIDE

### CLEANING IN CORELESS ABSORBEEES

Vysotsky S.P.

*Представлено математическое описание гидродинамических и массообменных элементарных событий процесса серо- и пылеулавливания в полых скрубберах. Эти события объединены в математическую модель через общую формулу эффективности очистки газов от диоксида серы и пыли, полученную в соответствии с блок-схемой, разработанной на основе вероятностного метода моделирования*

**Ключевые слова:** математическая модель, пыльный скруббер, молекулы  $SO_2$ , капля, пылинка, газожидкостный поток, вероятность событий, эффективность очистки.

**Введение.** В нашей работе [1] ранее уже описана вероятностная блок-схема процесса сероочистки промышленных газов в полых и насадочных скрубберах. На её основании получена общая формула расчёта эффективности работы газопылеуловителя. Для создания математической модели необходимо каждое элементарное вероятностное событие, протекающее в разных аппаратах, выразить в математической форме через закономерности физических процессов (событий).

В основу создания математической модели процесса воздуха очистки газов от загрязнений в полых скрубберах положен вероятностный метод моделирования массообменных процессов. Суть метода состоит в предварительном расчленении исследуемого процесса на отдельные сравнительно простые стадии (события), которые описываются несколькими одновременно и по-разному действующими зависимыми и независимыми между собой силами. Каждое событие раскрывается с помощью известных или специально вновь разработанных математических формул через влияющие на эффективность процесса параметры. Отдельные события объединяются между собой по законам вероятностей, в результате чего получается вероятностная блок-схема интерпретации процесса в целом. После подстановки вместо отдельных вероятностей получается искомая математическая модель.

Массообменный процесс между каплями воды и молекулами  $SO_2$  были разделены на ряд последовательных условно зависимых событий, описанных в работах [3,4]. Эти события положены в основу математического моделирования процесса улавливания пыли распылённой жидкостью с использованием вероятностного метода.

**Постановка проблемы.** В математическом виде эффективность газопылеочистки в полых скрубберах была представлена в виде:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{m.B} \cdot r_o = r_v \cdot r_c \cdot r_{y\delta} \cdot r_z \cdot (1 - r_{исп}) \cdot r_o \quad (1)$$

Для эффективного улавливания движущихся молекул и пыли диспергированной жидкостью необходимо выполнение пяти совместных последовательных условно-зависимых событий, а именно: геометрическая встреча молекул на пути своего движения с каплей  $r_v$ , их соприкосновение с каплями  $r_c$ , удержание пылинок каплей  $r_{y\delta}$ , захват молекул  $SO_2$  с поглощением их каплями  $r_z$ , испарение образовавшихся самых мелких конгломератов «капля-молекулы  $SO_2$ -пылинки»  $r_{исп}$ .

Каждое из событий происходит с определённой вероятностью и влияет на совершение последующих. Эти события описываются теоретическими формулами, которые учитывают технологические, конструктивные и эксплуатационные параметры процесса. При их объединении через общую вероятностную эффективность сероочистки (1) получается математическая модель процесса в целом. С помощью такой модели можно в дальнейшем оптимизировать наиболее важные параметры режима работы как на стадии проектирования, так и в процессе эксплуатации газопылеочистных установок.

Вероятностный метод упрощает математическую интерпретацию сложных процессов, позволяет одновременно учесть

параллельное и последовательное влияние различных факторов на эффективность серопылеулавливания в скрубберах и облегчает оптимизацию процесса [3].

#### Изложение основного материала

Первое событие – это встреча молекул с каплей  $r_{в}$ . Вероятность такой встречи зависит от инерционных  $r_{в.и}$ , турбулентных и диффузионных сил  $r_{в.т.д}$ :

$$r_{в} = r_{в.и} + r_{в.т.д}. \quad (2)$$

Если зону эффективного контакта пылинок с каплями в скруббере по его высоте разделить на условные слои  $n_{сл}$ , толщина которых равна среднему диаметру капли, то вероятность встречи за счёт сил инерции с учётом вероятности  $r_{в.и-i_{сл}}$  по каждому отдельному слою определится по формуле:

$$r_{в.и} = 1 - (1 - r_{в.и-i_{сл}})^{n_{сл}}, \quad (3)$$

где

$$r_{в.и-i_{сл}} = \frac{\sum S_{к.и_{сл}}}{S_2}. \quad (4)$$

Здесь  $S_2$  - площадь сечения скруббера, м<sup>2</sup>.

Суммарная площадь перекрытия  $i$ -го слоя определяется формулой:

$$\sum S_{к.и_{сл}} = \frac{\pi(D_{к.и} + d_{н.сп})^2}{4} \cdot N_{к.и_{сл}} \quad (5)$$

где  $D_{к.и}$  – диаметр каплей  $i$ -й фракции;  $d_{н.сп}$  – средний диаметр пылинки;  $N_{к.и_{сл}}$  – количество каплей  $i$ -й фракции в слое.

После подстановки в формулу (4) конечных выражений для каждой величины получим вероятность встречи пылинки с каплей в слое за время  $\tau_{сл}$

$$r_{в.и-i_{сл}} = \frac{1,5 \cdot (D_{к.и} + d_{н.сп})^2 \cdot m_{ж} \cdot \tau_{сл}}{S_2 \cdot \rho_{ж} \cdot D_{к.и}^3}. \quad (6)$$

Вероятность встречи пылинки с каплей за счёт турбулентных и диффузионных сил определяется как

$$r_{в.т.э} = \frac{V_{в.т.э}}{V}, \quad (7)$$

где  $V_{в.т.э}$  – объём газопылевого потока вокруг капель, в котором действуют турбулентные и

электростатические силы, м<sup>2</sup>;  $V$  – общий объём пылевого потока, м<sup>3</sup>.

С учётом вышеизложенного вероятность встречи капли и пылинки в определится по формуле

$$r_{в} = 1 - \prod_{i=1}^{n_{сл}} (1 - r_{в.и}) = 1 - [1 - (r_{в.и} + r_{в.т.э})]^{n_{сл}}. \quad (8)$$

Второе событие – соприкосновение пылинок и молекула газа с каплями возможно только в случае, когда силы инерции и адгезии (турбулентные и диффузионные) превышают силы аэродинамического воздействия при обтекании потоком частиц, которые попали в зону встречи.

$$r_{с} = r_{с.и} + r_{с.т.э}. \quad (9)$$

Значение  $r_{с.и}$  полностью определяется законом Стокса и может быть рассчитано уравнением Ленгмюра [27]:

$$r_{с.и} = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \frac{Stk_{ij}^2}{(Stk_{ij} + 0,125)^2} m_i \cdot n_j \quad (10)$$

где  $M, N$  – количество фракций капель и пыли;  $m_i, n_j$  – массовая доля капель и пылинок каждой фракции;  $Stk_{ij}$  – критерий Стокса определится из [27] по формуле

$$Stk_{ij} = \frac{\rho_n \cdot d_{н.сп}^2 \cdot (\bar{v}_n - \bar{v}_{к.сп.и})}{18 \cdot D_{к.сп.и} \cdot \mu_2}. \quad (11)$$

Третье событие – удержание пылинки на поверхности капли возможно только в случае, когда адгезионные силы превышают силы аэродинамического действия потока на каплю с пылинкой. Вероятность этого события определится отношением массы удерживаемых пылинок к общей массе пылинок в потоке

$$r_{y\delta} = \frac{M_{н.y\delta}}{M_n} = \frac{\sum_{j=d_{н.max}}^{j=0} d_{н.y\delta}^3 \cdot n_j}{\sum_{j=0}^{\infty} d_{н.j}^3 \cdot n_j}, \quad (12)$$

где  $d_{н.max}$  – максимальный диаметр пылинок и наверняка молекул газа, удерживаемых каплями  $i$ -го размера, м. Значение  $d_{н.max}$  определяется из условия, чтобы сила тяжести пылинок и возможно

молекул была равна или превышала силу лобового сопротивления капли, по формуле:

$$d_{n_{maxj}} \leq 0,116 \frac{Re^{0,7}}{\rho_n \cdot (\bar{v}_n - \bar{v}_{к.сп})^2} \frac{\sigma_{ж.г.д} (1 + \cos \Theta_0)^2}{\sin \Theta_0 (1 - \cos \Theta_0)}, \text{ м} \quad (13)$$

где  $\sigma_{ж.г.д}$  – поверхностное натяжение на границе раздела жидкость-газ через время  $\tau_{ад}$ , Дж/м<sup>2</sup>;  $\Theta_0$  – динамический краевой угол смачивания, град.

Вывод формулы (13), расчёт, а также выбор параметров  $\sigma_{ж.г.д}$ ,  $\Theta_0$  детально расписаны в [25].

Четвёртое событие – это захват пылинок и молекул газа каплями. При его выполнении происходит полное смачивание пылинки и абсорбция молекул, погружение последней в глубь капли и освобождение поверхности капли для улавливания следующих пылинок. Условием эффективного захвата каплями путём проникновения пылинок в жидкость является превышение силы инерции над силами поверхностного натяжения улавливающего раствора (воды). Вероятность этого события определяется отношением массы захваченных пылинок к общей массе пылинок в потоке и рассчитывается по формуле:

$$r_3 = \frac{M_{n.3}}{M_n} = \frac{\sum_{j=d_{n.3}^{min}}^{\infty} d_{n.3j}^3 \cdot n_j}{\sum_{j=0}^{\infty} d_{nj}^3 \cdot n_j} \quad (14)$$

Минимальный радиус пылинок, захватываемых каплями за счёт сил инерции и адгезии, определяется выражением:

$$d_{n.3min} \geq \frac{12\sigma_{ж.г.дi} \cdot (1 - \cos \Theta_{0i})}{\rho_n \cdot (\bar{v}_n - \bar{v}_{к.спi})^2}. \quad (15)$$

Общую вероятность захвата  $r_3$  фактически необходимо принимать большую, если получается по формуле (15), так как степень покрытия капель пылинками  $K_{ni}$  в большинстве случаев меньше единицы. Исходя из этого:

$$r_3 = r_{3.u} + (1 - r_{3.u}) \left(1 - \sum_{i=1}^M K_{ni} \cdot m_i\right). \quad (16)$$

Степень покрытия  $K_{ni}$  рассчитывается по формуле:

$$K_{ni} = \frac{K \cdot S \cdot v \cdot D_{ki} \cdot \rho_{ж}}{4d_n \cdot \rho_n \cdot m_{ж.ф}}, \quad (17)$$

где  $K$  – концентрация пыли или поглощающего газа в потоке, кг/м<sup>3</sup>;  $d_n$  – средний размер пылинок или частиц газа, мкм;  $m_{ж.ф}$  – фактический расход жидкости, кг/с.

Для молекул газа вероятность их абсорбции будет зависеть от движущей силы за счёт добавок соответствующих химреагентов в распыляемую жидкость.

В качестве реагентов поглотителей для очистки газов от диоксида серы в мировой практике используют: суспензию известняка в мокрой известняковой технологии, суспензию извести в полусухой технологии, раствор сульфита натрия в процессе Веллман-Лорд и раствор аммиака в процессе Аммонекс (7). Активность поглощающих диоксид серы компонентов существенно отличается. Так, при очистке газового потока известняковой суспензией РН поглотительный раствор составляет в среднем 4, а при очистке суспензией извести РН составляет 12. Соответственно, активность поглотителя во втором случае больше в 100 млн. раз. Соответственно, низкое диффузионное сопротивление уменьшает время сорбции и обеспечивает возможность осуществления процесса десульфуризации в прямоточном режиме. Для мокрой известняковой технологии, учитывая более высокое диффузионное сопротивление захвата молекул диоксида серы каплями сорбента и необходимость времени на растворение известняка в слабом растворе сернистой кислоты, возникает требование применения более длительного контакта частиц поглотителя с поглощаемым газом. При этом используется противоточный режим и несколько ярусов орошения в скруббере.

В тех случаях, когда  $K_n \leq 1$ , полный захват

пылинок каплей необязателен. Поэтому  $r_3$  можно принимать равной единице.

При больших концентрациях сорбируемых компонентов в газовом потоке степень покрытия может превышать единицу. Тогда общая вероятность захвата относительно формуле (15)

будет менее чем  $r_{3.u}$ .

Фактический расход жидкости будет равен:

$$m_{ж.ф} = m_{ф} \cdot n_{ф}, \quad (16)$$

где  $m_{ф}$  – расход одной форсунки, кг/с;  $n_{ф}$  – число форсунок. Здесь

$$m_{ф} = \frac{\pi \cdot D_c^2 \cdot \rho_{ж}}{4} \mu_{ф} \sqrt{\frac{2P}{\rho_{ж}}}, \quad (17)$$

где  $D_c$  – диаметр сопла, мм;  $\mu_\phi$  – коэффициент расхода форсунки, доли;  $P$  – давление жидкости на выходе из форсунки, Па.

Пятое событие – это возможное испарение жидкой фазы конгломератов «капля с SO<sub>2</sub>-пылинка»  $r_{исп}$ , после чего SO<sub>2</sub> и пылинка окажутся не уловленными. Из-за кратковременного (сотые доли секунды) пребывания в скруббере испариться успевают лишь самые малые капли (диаметром менее 10 мкм), но они несут на себе молекулы серы и самые малые пылинки. Вследствие этого события эффективность очистки может оказаться менее требуемой. Для уменьшения и даже исключения испарения необходимо устанавливать утилизаторы теплоты для снижения температуры газа перед скруббером или, что экономически невыгодно, увеличивать расход воды. Значение вероятности испарения капель определяется по формуле:

$$r_3 = \frac{M_{к.исп}}{M_k} = \frac{\sum_{j=d_{н.зmin}}^{\infty} D_{к.исп.маx,j}^3 \cdot n_j}{\sum_{j=0}^{\infty} D_{к,j}^3 \cdot n_j} \quad (19)$$

где

$$d_{к.исп.маx} = \sqrt{\frac{12\mu P_{н.п}(1-\phi)^*}{\rho_{ж} R(273+t)^*}} \cdot \frac{l}{\sqrt{*(0,22+0,0015 \cdot t)10^{-4} [1 + \beta \sqrt{Re^3 Sc}]^{V_{к.сп}}}} \quad (20)$$

Использованные в формуле (20) параметры:

$\mu$  – молекулярная масса жидкости (для воды  $\mu=0,018$  кг/моль);  $P_{н.п}$  – давление насыщенных паров, Па;

Далее расчет ведется по известным методикам [6, 7]. Затем определяется эффективность газоочистки от SO<sub>2</sub>, которая сравнивается с требуемой, т.е. должно быть  $\Xi > \Xi_{тр}$ .

Полученная математическая модель является базовой, на основе которой будут продолжены разработки с целью создания комплексной программы оптимизации параметров работы полых скрубберов, где будут учтены не только конструктивные размеры аппарата, но и физико-химические параметры очищаемого газа, а также капель улавливающей жидкости добавок химреагентов для поглощения SO<sub>2</sub>.

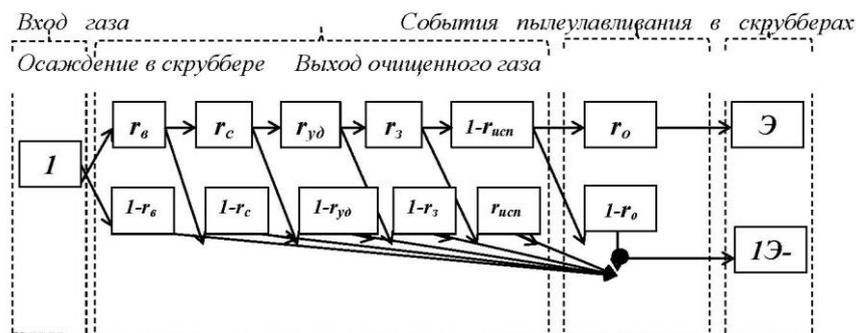


Рис.1. Вероятностная блок-схема описания процесса сероочистки в полых скрубберах

### Литература

1. Физико-химические основы пылеподавления и предупреждения взрывов угольной пыли / В.И. Саранчук, В.Н. Качан, В.В. Рекун и др. - Киев: Наук. думка. -1984. – 216 с.
2. Фукс Н.А. Испарение и рост капель в газообразной среде. -М.: Изд-во АН СССР.-1958.-162 с.
3. Качан В.Н. Оптимизация параметров обеспыливания воздуха и предупреждения взрывов пыли в угольных шахтах: Автореф. дис. докт. техн. наук.-Макеевка. -1996.- 46с.
4. Темеровский Б.З. Очистка газов в чёрной металлургии. – Днепропетровск.- Проминь. -1971.-91 с.
5. Качан В.Н. Оптимизация параметров обеспыливания воздуха и предупреждения взрывов пыли в угольных шахтах: Диссертация соискателя доктора технических наук. - Макеевка. - 1996.-411 с.
6. Качан В.Н., Акинина А.Г. Теоретические основы очистки воздуха. - Макеевка: ДонГАСА, 2001.-130 с.

7. Высоцкий С.П., Качан В.Н. Вероятностная блок-схема моделирования процесса очистки газов от SO<sub>2</sub> в полых скрубберах/ Тула,-2017.-7с.

### References

1. Fiziko-khimicheskiye osnovy pylepodavleniya i preduprezhdeniya vzryvov ugol'noy pyli / V.I. Saranchuk, V.N. Kachan, V.V. Rekun i dr.-Kiyev: Nauk. dumka. -1984. – 216 s.
2. Fuks N.A. Isparenie i rost kapel' v gazoobraznoy srede. -M.: Izd-vo AN SSSR.-1958.-162 s.
3. Kachan V.N. Optimizatsiya parametrov obespylivaniya vozdukhа i preduprezhdeniya vzryvov pyli v ugol'nykh shakhtakh: Avtoref. dis. dokt. tekhn. nauk.-Makeyevka. -1996.- 46s.
4. Temerovskiy B.Z. Ochistka gazov v chornoy metallurgii. – Dnepropetrovsk.- Promin'. -1971.-91 s.
5. Kachan V.N. Optimizatsiya parametrov obespylivaniya vozdukhа i preduprezhdeniya vzryvov pyli v

ugol'nykh shakhtakh: Dissertatsiya soiskatelya doktora tekhnicheskikh nauk. - Makeyevka. - 1996.-411 s.

6. Kachan V.N., Akinina A.G. Teoreticheskiye osnovy ochestki vozdukh. - Makeyevka: DonGASA, 2001.-130 s.

7. Vysotskiy S.P., Kachan V.N. Veroyatnostnaya blok-skHEMA modelirovaniya protsessa ochestki gazov ot SO<sub>2</sub> v polykh skrubberakh/ Tula,-2017.-7s.

**Vysotsky S.P., Kachan V.N.**

#### **THE MODEL OF DUST AND SULFUR DIOXIDE CLEANING IN CORELESS ABSORBERS**

*The mathematical description of hydrodynamic and mass-exchange elementary events of the process of sulfur and dust collection in hollow scrubbers is presented. These events are combined into a mathematical model through a general formula for the efficiency of gas purification from sulfur dioxide and dust, obtained in accordance with a block diagram developed on the basis of the probabilistic method of modeling.*

**Key words:** *mathematical model, hollow scrubber, SO<sub>2</sub> molecules, drop, dust, gas-liquid flow, event probability, cleaning efficiency.*

**Высоцкий Сергей Павлович** д.т.н., профессор, Зав. кафедрой «Техносферная безопасность» Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры».  
**E-mail:** sp.vysotsky@gmail.com.

**Vysotsky Sergey Pavlovich** Doctor of Technical Sciences, Professor, Head. Chair "Technospheric Security" of the State Educational Institution of Higher Professional Education "Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture".

**E-mail:** sp.vysotsky@gmail.com.

**Рецензент:** *Дрозд Г.Я.* доктор технических наук, профессор Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени В. Даля.

*Статья подана 11.08.2017*

УДК 69.003.658.012

## МЕТОДИКА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕКТОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Родыгина М.М., Пармонова А.В.

## METHOD OF QUANTITATIVE ASSESSMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF OBJECTS OF INDUSTRIAL PURPOSE

Rodygina M.M., Paramonova A.V.

Целью работы является разработка методики количественной оценки технического состояния строительных конструкций. Это позволит усовершенствовать организационное решение по эксплуатации производственных объектов, повысит достоверность результатов проводимых технических осмотров.

**Ключевые слова:** техническое состояние, аварийное состояние, износ основных фондов, степень поврежденности объекта, разрушающий фактор, надежность объекта.

**Введение.** Строительные конструкции зданий и сооружений различного назначения, в том числе промышленного, находятся в сложном взаимодействии с окружающей средой и подвергаются воздействию многочисленных факторов, в первую очередь, механических и физико-химических, в результате чего происходит их постепенный износ и последующее разрушение. Существующая система надзора за состоянием строительных конструкций не позволяет досконально проследить процесс старения конструкций.

**Изложение основного материала.** Надежность объекта – это его способность в заданных пределах сохранять во времени параметры, определяющие его эксплуатационную пригодность. На стадии проектирования надежность обеспечивается применением коэффициентов запаса при расчетах каждого параметра, а на стадии возведения – соблюдением требований проекта, в том числе использованием высококачественных материалов и применением заданной технологии выполнения работ.

С точки зрения проектных решений надежность вводимого в эксплуатацию здания или сооружения должна быть 100%. В ходе эксплуатации надежность во времени снижается, состояние объекта становится непригодным, при этом в интервале 100% происходит постепенное

снижение надежности и накопление поврежденности (рис. 1).

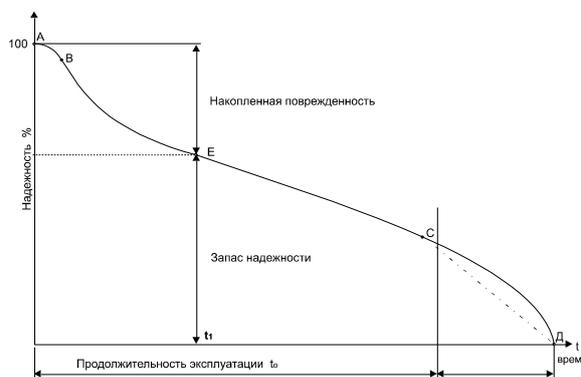


Рис.1. Кривая снижения эксплуатационной пригодности в условиях нормальной эксплуатации

Кривая снижения эксплуатационной пригодности объекта ABCD условно привязана к продолжительности эксплуатации  $t_0$ . При нормальных условиях в отсутствие воздействий, вызывающих разрушения, эксплуатация завершается гораздо раньше точки Д (минимального значения надежности). По достижении такой критической надежности необходимо проведение реновации, после чего эксплуатация может быть возобновлена.

Кривая ABCD имеет три различных по характеру участка:

AB – соответствует периоду первоначального накопления дефектов и повреждений повышенной интенсивности.

BC – соответствует основному периоду работы и характеризуется медленным разрушением материала.

CD – соответствует периоду интенсивного накопления дефектов и повреждений ослабленного материала.

В зависимости от степени проявления разрушающего фактора сохраняющийся запас надежности может определяться любой точкой на участке  $RД'$ ; при этом точка  $Д'$  и ее окрестности соответствуют произошедшей аварии. Если степень проявления разрушающего фактора невелика и точка  $Р'$  не выходит за пределы ремонтпригодности, то после ремонтно-восстановительных работ дальнейшее эксплуатационных характеристик объекта описывается участком кривой  $Р'СД$  (рис. 2).

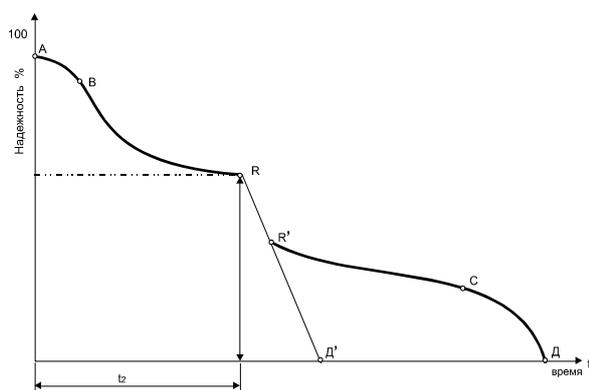


Рис. 2. Кривая снижения эксплуатационной пригодности в условиях действия разрушающего фактора

Запишем дифференциальное уравнение скорости снижения надежности во времени:

$$\frac{dH}{dt} = -kH, \tag{1}$$

где  $k$  – постоянная, характеризующая относительную скорость изменения надежности  $H$  во времени. Решив дифференциальное уравнение, считая  $H$  и  $t$  – текущими значениями надежности и продолжительности эксплуатации, а  $H_0$  и  $t_0$  – начальными ( $t_0 = 0$ ) получим:

$$H = H_0 e^{-kt}. \tag{2}$$

Таким образом, надежность здания изменяется в зависимости от продолжительности его эксплуатации по экспоненциальному закону. Так как надежность  $H$  и поврежденность  $E$  дополняют друг друга до 100%, то в относительных величинах имеем:

$$(1 - E) = e^{-kt}, \tag{3}$$

а также формулу вычисления постоянной поврежденности при фиксированной продолжительности эксплуатации:

$$k = \frac{-\ln(1 - E)}{t}, \tag{4}$$

Единым оценочным показателем качества  $g$ -ой конструкции  $i$ -го вида является степень его поврежденности  $E_{ir}$ . Числовое значение  $E_{ir}$  зависит от характера выявленных при осмотре дефектов и повреждений. Абсолютно неповрежденной бездефектной конструкции присваивается  $E_{ir} = 0$ . Для конструкций, имеющих дефекты и (или) повреждения, отклонения от проектных решений, допущенные при установке, монтаже или возникшие в ходе их эксплуатации,  $E_{ir} > 0$  определяется по системе правил с учетом характера нарушений.

**Результаты исследований.** Принимается, что аварийное состояние конструкции (четвертая категория технического состояния) наступает при потере 18% технической надежности. Тогда область сохранения эксплуатационных характеристик конструкции располагается в интервале поврежденности  $0 < E < 0,18$ , а категориям технического состояния могут быть присвоены следующие интервальные количественные оценки поврежденности:

- 1 категория  $0 < E < 0,06$ ;
- 2 категория  $0,06 < E < 0,12$ ;
- 3 категория  $0,12 < E < 0,18$ ;
- 4 категория  $0,18 < E < 0,24$ .

Поврежденность объекта в целом определяется техническим состоянием его строительных конструкций и в случае аварийного или предаварийного состояния хотя бы одной из них квалифицируется соответственно (третья или четвертая категория). При работоспособном состоянии конструкции оценка поврежденности объекта должна выполняться по совокупности выявленных дефектов и повреждений конструкций с учетом влияния каждой из них на прочность, устойчивость объекта (значимость конструкции).

Общая оценка поврежденности объекта  $E$  рассчитывается из соотношения:

$$E = \frac{\sum_i \sum_r E_{ir} A_{ir}}{\sum_r A_{ir} n_i}, \tag{5}$$

где,  $E$  – общая поврежденность объекта,

$E_{ir}$  – степень поврежденности  $g$ -ой конструкции  $i$ -го вида;

$A_{ir}$  – значимость, приписываемая данной конструкции, определяется экспертно по десятибалльной шкале в зависимости от вида конструкции, ее места и роли в конструктивной схеме объекта, а также от степени ее поврежденности;

$n_i$  – количество конструкций, шт.

**Вывод.** Установление принадлежности объекта к одной из категорий, выдача заключений о его эксплуатационных характеристиках на момент осмотра и прогнозирование их динамики, формирование общих и частных рекомендаций по условиям дальнейшей эксплуатации составляет

содержание задачи количественной оценки состояния объекта.

Изложенный подход положен в основу разработанной методики оценки сроков старения объектов различного назначения/

### Литература

1. Диагностика и прогнозирование технического состояния авиационного оборудования, /под редакцией Синдеева И.М./ М. Транспорт, 1984.

2. Проценко К.І. "Попередження аварійного стану промислових та цивільних об'єктів і споруд". – Перша Всеукраїнська науково-технічна конференція "Аварії на будівлях і спорудах та їх попередження". Збірник матеріалів. – Київ, 1997. – 265 с.

3. Регіональна програма «Реконструкція, модернізація, капітальний ремонт житлових будинків перших масових серій на період 2000 - 2005 рр., Донбаський НДПТІБВ, Луганськ, 2000.

4. Реконструкция зданий и сооружений, / под ред. Шагина А. Л.: М. Высшая школа, 1991.

5. Руководство по проведению паспортизации зданий и сооружений и техническому надзору на предприятиях. - Луганск, 2001.

### References

1. Diagnostika i prognozirovaniye tekhnicheskogo sostoyaniya aviatsionnogo oborudovaniya, /pod redaktsiyey Sindeyeva I.M./ M. Transport, 1984.

2. Protsenko K.I. "Poperedzhennya avariynogo stanu promislovikh ta tsi-vil'nikh ob'ektiv i sporud". – Persha Vseukraïns'ka naukova-tekhnichna konferentsiya "Avarii na budivlyakh i sporudakh ta ikh poperedzhennya". Zbirnik materialiv. – Kiïv, 1997. – 265 s.

3. Regional'na programa «Rekonstruktsiya, modernizatsiya, kapital'niy. remont zhitloviikh budinkiv pershiikh masovikh seriï na period 2000 - 2005 rr., Donbas'kiy NDPTIBV, Lugans'k, 2000.

4. Rekonstruktsiya zdaniy i sooruzheniy, / pod red. Shagina A. L.: M. Vysshaya shkola, 1991.

5. Rukovodstvo po provedeniyu pasportizatsii zdaniy i sooruzheniy i tekhnicheskomu nadzoru na predpriyatiyakh. - Lugansk, 2001.

**Rodygina M. M., Paramonova A. V.**

### METHOD OF QUANTITATIVE ASSESSMENT OF TECHNICAL CONDITION OF OBJECTS OF INDUSTRIAL PURPOSE

*The purpose of this work is to develop a methodology for quantifying the technical condition of building structures. This will improve the organizational solution for the operation of production facilities, increase the reliability of the results of technical inspections.*

**Key words:** technical condition, emergency condition, depreciation of fixed assets, degree of damage to the facility, destructive factor, reliability of the facility.

**Родыгина Мария Михайловна** кандидат технических наук, доцент, заведующая кафедры ТОСП ГОУ ЛНР ЛНАУ.

**Rodygina Maria Mikhailovna** Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department of technology and organization of construction LPR Lugansk National Agrarian University.

**Парамонова Анастасия Владимировна** студент ГОУ ЛНР ЛНАУ.

**Paramonova Anastasia Vladimirovna** Student LPR Lugansk National Agrarian University.

**Рецензент: Гусенцова Я.А.** доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Технология и организация строительного производства» Луганского национального аграрного университета.

*Статья подана 01.09.2017*

УДК 93/94

## НАЛОГИ И ПОВИННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ДОНБАССА В КОНТЕКСТЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В РОССИЙСКОЙ ИМПЕРИИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XIX – НАЧАЛЕ XX В.: ИСТОРИОГРАФИЯ ПРОБЛЕМЫ

Скоков А. С.

## TAXES AND DUTIES OF THE POPULATION OF THE DONBASS IN THE CONTEXT OF SOCIAL AND ECONOMIC TRANSFORMATIONS IN THE RUSSIAN EMPIRE IN THE SECOND HALF OF THE XIX - THE BEGINNING OF THE XX CENTURY: THE HISTORIOGRAPHY OF THE PROBLEM

Skokov A. S.

*В статье анализируется историография налогов и повинностей населения Донбасса второй половины XIX — начала XX века. Отмечены основные труды по данной проблематике дореволюционного, советского и современного этапов, проведен их критический анализ.*

**Ключевые слова:** историография, налоги, повинности, социально-экономические преобразования, Донбасс.

Сегодня, когда наше общество находится в состоянии коренного переосмысления самих основ своего жизнеустройства при постоянной нехватке бюджетных средств, особую актуальность приобретает изучение вопросов истории теории и практики налогообложения и их влияния на социально-экономические процессы в чрезвычайно непростых экономических и внешнеполитических условиях.

К середине XIX в. назрела очевидная необходимость коренной реформы налоговой системы Российской империи. Поражение в Крымской войне выявило опасную тенденцию запаздывающего развития России по сравнению с ее реальными и потенциальными геополитическими соперниками. Переход к капиталистическим отношениям требовал притока ресурсов, социально-политические преобразования требовали реформирования устаревших патриархальных податей и появления принципиально новых видов налогообложения.

Целью данной статьи является краткий историографический обзор исследований, посвященных налогам и повинностям населения Донбасса в контексте социально-экономических преобразований второй половины XIX – начала XX вв.

В отечественной и зарубежной историографии отсутствуют комплексные исследования, специально посвященные вопросам налогов и повинностей населения Донбасса в рассматриваемый период, но это не значит, что отдельные аспекты проблем налогообложения и их влияния на социально-экономические преобразования как Российской империи в целом, так и Донбасса в частности не рассматривались и не исследовались.

Проблема изучения налогов и повинностей населения Российской империи периода буржуазных реформ привлекала внимание историков, финансистов, юристов и представителей других наук с самого начала проведения Великой Крестьянской реформы.

В трудах отечественных экономистов второй половины XIX — начала XX вв. подробно рассматриваются бюджетные и фискальные системы местного самоуправления и впервые ставится вопрос об экономической и социальной самостоятельности местных органов самоуправления [1; 15].

Спецификой отечественной историографии дореволюционного периода является преобладание в исследовании рассматриваемой проблематики работ ученых-экономистов: В. Лебедев, О. Головачев, М. Алексеенко, С. Иловайский, И. Янжул, которые в своих работах особое внимание уделяли проблемам местного налогообложения [3; 8].

После начала проведения буржуазных реформ 60 – 70 – х гг. XIX в. возникла насущная проблема выкупных платежей, которые взимались с основного и наиболее многочисленного податного сословия Российской империи – крестьянства.

Выкупные платежи крестьян были критически освещены в работах П. П. Мигулина и А. Е. Лолицкого, доказавших, что долг за землю был погашен крестьянским сословием задолго до фактической отмены выкупных платежей [16]. Специалист в отрасли финансов и финансового права П. Кованько пришел к выводу, что «тяжесть выкупных платежей происходила от того, что при выкупе земли в стоимость её включена была и рабочая сила крестьян» [9; 9]. В труде С. И. Иловайского «Косвенное налогообложение в теории и практике» проанализировано значение косвенных налогов в экономике разных стран, в том числе и Российской империи, в которой значение косвенных налогов было особенно велико [7].

Первым отечественным опытом, в котором рассматривался вопрос о налогообложении на местах стала книга профессора Юридического факультета Императорского Санкт-Петербургского университета В. А. Лебедева «Местные налоги. Опыт исследования теории и практики местного обложения», вышедшая в 1886 г. [11]. В работе исследуются функции и задачи местного самоуправления, источники их финансирования, пределы финансовой власти местного самоуправления; подчеркивается, что правильный строй местных финансов возможен только при достаточном развитии в обществе и законодательстве идеи самоуправления. Ученый отмечал, что «...существование местного самоуправления, с его потребностями и вытекающей отсюда обязанностью добывать себе средства для удовлетворения оных, порождает ряд прав по отношению к местным финансам, которые можем назвать в общей их совокупности – финансовую власть самоуправления» [11; 34].

В советский период вопросы налоговой политики рассматривались в работах Н. П. Ерошкина, А. П. Погребинского, К. Н. Плотникова и др., которые в своих исследованиях занимались вопросами истории финансов, изучения истории государственных учреждений [23; 2].

В работе Н. П. Ерошкина «Очерки истории государственных учреждений дореволюционной России» помимо изложения истории возникновения высших органов управления Российской империи проанализирован процесс управления окраинными землями Российского государства [5]. А.П. Погребинский опубликовал первую в советской литературе обобщающую работу по истории финансов дореволюционной России XIX - начала XX века [22]. Работа построена в историческом плане, исследованы основные этапы развития государственных финансов, прослежена их взаимосвязь с социально-экономическим развитием страны.

На современном этапе вопросы влияния налогов и повинностей на социально-экономическое развитие различных земель Российской империи привлекает внимание целого ряда специалистов. В

работах Д. Б. Рязанцева анализируются историко-правовые аспекты налоговой системы России во второй половине XIX-начале XX века и делается вывод о том, что «к концу XIX в. налоговая система Российской империи находилась в состоянии перехода на новый уровень экономических отношений, построенный на подоходно-имущественных началах. Российская налоговая система обеспечивала достаточный объем прогрессирующих поступлений в бюджет, необходимых для финансовой стабильности государства» [23; 7]. М. К. Шацилло рассматривает эволюцию налоговой системы России в XIX в. и делает важный вывод о преобладании косвенных налогов в формировании бюджета Российской империи рассматриваемого периода [26].

Вопрос формирования этноструктуры Донбасса в контексте социально-экономических преобразований края в пореформенный период исследуется в диссертации Н. П. Пашиной. В работе рассматривается влияние аграрных и промышленных миграций пореформенного периода на тенденции и динамику этноструктуры Донбасса. С точки зрения сегодняшней этнополитики дан анализ межэтническим отношениям в 1861 – 1900 гг., рассмотрена национальная политика Российской империи в Донбассе, показана роль этих процессов в сегодняшней межэтнической ситуации в регионе [20]. А. В. Перепелицын рассматривает налоги, повинности и платежи крестьянских хозяйств Центрального Черноземья в пореформенный период и делает вывод, что «высокое налогообложение относилось к числу факторов, тормозивших развитие крестьянского хозяйства. Для уплаты налогов крестьяне принуждались продавать произведенную продукцию, прежде всего хлеб и нерабочий скот, не дожидаясь выгодных цен, утрачивая часть продовольственного и семенного фонда. Тяжесть налагаемых на крестьян налогов и повинностей заключалась в «несоответствии размеров податей платежным средствам населения» [21; 35].

В работах Б. Н. Миронова рассматривается жизненный уровень населения Российской империи в XIX- начале XX в., в частности, исследованы доходы, налоги и повинности населения. В исследовании подводятся итоги оригинальных работ по исторической антропометрии России XIX - начале XX в., которые основаны на солидной информационной базе: индивидуальные данные о росте 97,7 тыс. новобранцев, 114,2 тыс. рабочих, а также суммарные сведения обо всех 10,2 млн новобранцев, призванных в 1874 – 1914 гг. [15; 84].

И.В. Архипкин исследует становление и развитие налогового обеспечения местного самоуправления в России XIX-XX вв. Исследователь подчеркивает, что в течение второй половины девятнадцатого и первой трети двадцатого столетий в России органы местного самоуправления опирались на традиции, сходные с

широко применяемыми в современной налоговой практике развитых стран принципами разграничения налоговых доходов центрального и местных бюджетов и самокупаемости систем местного управления [1; 31].

Этапы эволюции системы местных налогов и сборов в России XIX–XX в. были проанализированы в работе А. Е. Куранова [10].

В поле зрения А. И. Берестового находится налоговая политика российского правительства в малороссийских губерниях во второй половине XIX– начале XX в. Исследуются налоги, денежные и натуральные повинности малороссийского крестьянства Российской империи, формы и методы налогообложения, функционирование налогового аппарата в малороссийской деревне, акцентируется внимание на эволюции социально-экономической и общественно-политической мысли в Российской империи касательно системы налогообложения в конце XIX– начале XX в. [3].

В статье А. Н. Мошкина и Е. П. Белоножко рассмотрены правительственные проекты совершенствования налогообложения торговли и промышленности, влияние предпринимательской организации Съезды горнопромышленников Юга России на характер и размер налогов. Отмечено, что «несмотря на неоднократные предложения Съездов горнопромышленников Юга России о введении подоходного налога, основной (патентный и билетный) и дополнительный промысловые налоги составили ту систему налогообложения торгово-промышленной деятельности, которая в своих главных чертах просуществовала до Первой мировой войны. Тем самым в России была введена лишь частичная подоходная система налогообложения». Эти процессы предопределили отставание российского налогового законодательства от западноевропейского и сыграли свою негативную роль в возникших позднее социально-экономических трудностях [17].

Некоторые данные о налогообложении в угольной и металлургической промышленности Донбасса во второй половине XIX– начале XX в. приведены в статье Л. В. Борбачевой и Л. А. Рощиной. Приводятся сведения о протекционистской политике царского правительства, выразившейся в повышении налогов на европейский уголь. На уголь, ввозимый в Россию по Азовскому и Черному морям, вводился налог по 2 коп. золотом, по западным портам – 1,5 коп. и в портах Балтийского моря – по 5 коп. с пуда. А в 1886 г. налог был увеличен до 3 коп. с пуда в портах Азовского и Черного морей. Данные меры позволяли отечественным товарам конкурировать с иностранной продукцией [4].

Основные источники формирования городских бюджетов во второй половине XIX в. рассмотрены в статье Ю.А. Никитина. На основании архивного материала и опубликованных источников рассмотрен один из аспектов городского

самоуправления в Российской империи во второй половине XIX в., рассматривается вопрос формирования городских бюджетов отдельных украинских губерний, входивших в состав Российской империи, в том числе Харьковской. Уделено внимание постоянным и случайным источникам денежных поступлений в городскую казну, показана роль оценочного сбора с недвижимого имущества, налога с торговых и промышленных документов и других основных налогов в формировании городских бюджетов. Рассмотрена связь между уровнем экономического развития городов и наполняемостью городских бюджетов [18].

В статье П.А. Истомина рассматриваются социально-политические основания установления налогов в Российском государстве с X до конца XIX века. Отмечены тенденции к их увеличению и оказанию народом сопротивления по их сборам. Отмечены как положительные траты налогов, направленные на расширение границ государства, так и злоупотребления со стороны сборщиков налогов. Приведены важные данные о валовом доходе городов Европейской России: в 1870 г. они составили 19 574 тыс. рублей, при тенденции к увеличению доходов в 1884 г. были равны 46 665 тыс. руб. Расходы за это время возросли с 18 774 тыс. рублей до 46 137 тыс. рублей [8].

Постоянная повинность населения Российской империи рассмотрена в диссертации Л. Е. Яковлевой. Отмечается, что в XVIII – XIX вв. натуральные повинности имели широкое распространение, на с переходом к денежному хозяйству и с развитием государственных и местных финансов они постепенно утрачивали свое значение. Указывается, что вопрос о натуральных повинностях в руководящих органах Российской империи долгое время составлял предмет постоянных дискуссий вплоть до начала XX в. Считалось, что для сельского населения, не имеющего денежных средств, легче и удобнее исполнять повинности натурой, чем уплачивать денежные сборы. Особое внимание уделено характеристике Положения 1874 г. «О преобразовании воинской квартирной повинности» и его влиянию на расквартирование армии, дана сравнительная оценка законодательства данного периода, выявлены формы устройства квартирной повинности в пореформенной России. Отмечается, что лишь с начала 1880-х гг. XIX в. правительство окончательно отказалось от расквартирования армии среди населения и обратилось к интенсивному строительству казарм в наиболее важных стратегических регионах. Однако только к началу XX в. правительство сумело полностью перевести армию на казарменное расположение [27].

Диссертация А. Х. Маргулова рассматривает основание и развитие городов и промышленных поселений региона. Исследователь проследил

закономерности формирования населенных пунктов Донбасса, изменения жизненного уровня его жителей [13].

В исследовании В. Б. Молчанова «Донбасс в системе социально-демографических и экономических процессов (XIX - начало XX вв.) затронут широкий аспект вопросов, среди которых процесс заселения края, этнодемографический состав населения, развитие рыночных отношений в сельском хозяйстве, развитие промышленности, рост городов на территории Донбасса. Отмечается, что технический переворот в Донбассе, в отличие от основной территории Российской империи, осуществлялся гораздо более быстрыми темпами. Несмотря на ряд характерных для украинских историков спорных положений, в частности, о территориальной принадлежности земель Донбасса в исторической ретроспективе и на современном этапе, в работе собраны ценные обобщающие данные о национальном составе населения, урбанизационных процессах и промышленном перевороте на территории Донбасса [19].

Таким образом, отдельные аспекты налогообложения и повинностей населения Российской империи в целом и Донбасса в частности нашли свое отражение в целом ряде работ исторического, экономического, юридического и других направлений общественно-политической мысли, начиная с конца XIX в. и заканчивая современностью. Спецификой данной проблематики является наличие среди исследователей большого количества представителей других наук, таких как экономика и юриспруденция.

В работах ученых XIX - начала XX в. вопросы налогообложения занимали достаточно весомое место, освещая ряд проблем: тяжесть налогообложения, пропорциональность разделения налогового бремени среди различных слоев населения, необходимость введения подоходного налогообложения и т. д.

Современный период отмечен рядом работ, которые раскрывают отдельные аспекты вопроса влияния налогообложения на социально-экономические преобразования периода реформ и контрреформ второй половины XIX - начала XX в. В то же время отмечается отсутствие специального исследования по данной проблематике, что диктует необходимость дальнейшего исследования рассматриваемой проблемы.

### Литература

- Архипкин И., Караваева И. Зарождение отечественной теории местных финансов // Вестник института экономики РАН. — 2011. № 3. — С. 273 – 283.
- Архипкин И.В. Становление и развитие налогового обеспечения местного самоуправления в России XIX-XX вв.: Автореф. дис. д-ра. экон. наук. Москва, 2008. — 51 с.
- Берестовий А. І. Податкова політика російського царату в українському селі у другій половині XIX - на початку XX ст.: історичний аспект: Автореф. дис. канд. істор. н. — Черкаси, 2011. — 26 с.

- Борбачева Л. В., Рощина Л. А. Развитие угольной и металлургической промышленности Донбасса во втор. пол. XIX - начале XX ст. в цифрах и фактах // Журнал исторических, политологических и международных исследований. — 2017. № 2 (61). — С. 9 – 15.

- Ерошкин Н.П. Очерки истории государственных учреждений дореволюционной России. — МО: Государственное учебно-педагогическое издательство министерства Просвещения РСФСР, 1960. — 396 с.

- Захаров В. Н., Петров Ю. А., Шацкило М. К. История налогов в России IX - начало XX в. — М., 2006.— 296 с.

- Иловайский, С.И. Косвенное налогообложение в теории и практике / С.И. Иловайский. — Одесса, 1892.

- Истомин П. А. Социально-политические основания установления и реализации ответственности за уклонение от уплаты налогов в дореволюционной России // Вестник Ставропольского государственного университета. — 2010. № 70, 2010. — С. 96 – 101.

- Кравцова Е. С. Модернизация налоговой системы России: 1885-1917 гг.: Автореф. докторской диссертации по истории.— Курск, 2010. — 51 с.

- Куранов А. Е. Этапы эволюции системы местных налогов и сборов в России :XIX-XX в.в.: Автореф. дис. канд. экон. наук.— Курск, 2003. - 18 с.

- Лебедев В. А. Местные налоги. Опыт исследования теории и практики местного обложения.— СПб., 1886.

- Леоненко П. М. П. Л. Кованько: сторінки яскравого життя // Вчені зап. Київ. екон. ун-ту. — 2006.

- Маргулов А. Х. Урбанізація Донбасу у 1861 – 1917 роках. дис. к. і. н. – Донецьк, 2005.

- Мигулин П. П. Аграрный вопрос. – Харьков, 1906. — 172 с.

- Миронов Б. Н. Жизненный уровень населения России в XIX - начале XX в. // Вестник Санкт – Петербургского университета. — 2009. Вып. 1. — С. 84 – 147.

- Мигулин П. П., Лосицкий А. Е. Выкупная операция. — СПб, 1906. — 156 с.

- Мошкин А. Н., Белоножко Е. П. Съезды горнопромышленников Юга России и торгово-промышленное налогообложение в пореформенной России в 80–90-е годы XIX в. // Вестник Челябинского государственного университета. — 2009. № 32 (170). — История. Вып. 35. — С. 55-58.

- Никитин Ю. А. основные источники формирования городских бюджетов во второй половине XIX века (на примере Полтавской, Харьковской и Черниговской губерний). Бьлые годы.— 2013.— № 1 (27).— С. 26-33.

- Молчанов В. Б. Донбас у системі соціально-демографічних та економічних процесів (XIX– початок XX ст.): Інститут історії України НАН України, 2015. — 106 с.

- Пашина Н. П. Формування етноструктури Донбасу в контексті соціально-економічних перетворень краю пореформеного періоду (1861 – 1900 рр.) : Автореферат дис.. канд. істор. н. — К., 1997. — 24 с.

- Перепелицын А. В. Налоги, повинности и платежи крестьянских хозяйств Центрального черноземья в пореформенный период // Научные ведомости. — 2008. — № 1 (41). — С. 29-35.

- Погребинский А. П. Очерки истории финансов дореволюционной России (XIX- XX вв.). — М. Госфиниздат, 1954. — 267 с.

- Рязанцев Д. Б. Налоговая система России во второй половине XIX - начале XX века (историко- правовой аспект): Автореф. дис. на соискание ученой степени кандидата юридических наук. — Нижний Новгород, 2004. — 24 с.

24. Салина Н. В. Разработка проблем местного налогообложения в Санкт-Петербургском университете во второй половине XIX - начале XX в. // Вестник СПбГУ. — Сер. 5, 2010. Вып. 1. — С. 102 – 112.

25. Голушкин А. В. История налогов в России. М.: «Юрист», 2001. — 432 с.

26. Шацилло М. К. Эволюция налоговой системы России в XIX в. — М.: РОССПЭН, 2003. — С. 345 – 383.

27. Яковлева Л. Е. Развитие постоянной повинности в России в XVIII-XIX вв.: автореф. дис. к. истор. н. — Саратов, 2008.

### References

1. Arhipkin I., Karavaeva I. Zaroždenie otečestvennoj teorii mestnyh finansov // Vestnik instituta ekonomiki RAN. — 2011. № 3. — S. 273 – 283.

2. Arhipkin I.V. Stanovlenie i razvitie nalogovogo obespečeniâ mestnogo samoupravleniâ v Rossii XIX-XX vv.: Avtoref. dis. d-ra. ěkon. nauk. Moskva, 2008. — 51 s.

3. Berestovij A. I. Podatkova politika rosijs'kogo caratu v ukraïns'komu seli u drugij polovini XIX - na počatku XX st.: istoričnij aspekt: Avtoref. dis. kand. istor. n. — Čerkasi, 2011. — 26 s.

4. Borbačeva L. V., Rošina L. A. Razvitie ugol'noj i metallurgičeskoj promyšlennosti Donbassa vo vtor. pol. XIX - načale XX st. v cifrah i faktah // Žurnal istoričeskikh, politologičeskikh i meždunarodnyh issledovanii. — 2017. № 2 (61). — S. 9 – 15.

5. Eroškin N.P. Očerki istorii gosudarstvennyh učreždenij dorevolücionnoj Rossii. — MO: Gosudarstvennoe učebno-pedagogičeskoe izdatel'stvo ministerstva Prosvešeniâ RSFSR, 1960. — 396 s.

6. Zaharov V. N., Petrov Ū. A., Šacillo M. K. Istoriâ nalogov v Rossii IX - načalo XX v. — M., 2006. — 296 s.

7. Ilovajskij, S.I. Kosvennoe nalogoobloženie v teorii i praktike / S.I. Ilovajskij. — Odessa, 1892.

8. Istomin P. A. Social'no-političeskie osnovaniâ ustanovleniâ i realizacii otvetstvennosti za uklozenie ot uplaty nalogov v dorevolücionnoj Rossii // Vestnik Stavropol'skogo gosudarstvennogo universiteta. — 2010. № 70, 2010. — S. 96 – 101.

9. Kravcova E. S. Modernizaciâ nalogovoj sistemy Rossii: 1885-1917 gg.: Avtoref. doktorskoj dissertacii po istorii. — Kursk, 2010. — 51 s.

10. Kuranov A. E. Ėtapy ěvolücii sistemy mestnyh nalogov i sborov v Rossii :XIX-XX v.v.: Avtoref. dis. kand. ěkonom. nauk. — Kursk, 2003. - 18 s.

11. Lebedev V. A. Mestnye nalogi. Opyt issledovaniâ teorii i praktiki mestnogo obloženiâ. — SPb., 1886.

12. Leonenko P. M. P. L. Kovan'ko: storinki âskravogo žittâ // Včeni zap. Kiïv. ěkon. un-tu. — 2006.

13. Margulov A. H. Urbanizaciâ Donbasu u 1861 – 1917 rokah. dis. k. i. n. – Donec'k, 2005.

14. Migulin P. P. Agrarnyj vopros. – Har'kov, 1906. — 172 s.

15. Mironov B. N. Žiznennyj uroven' naseleniâ Rossii v XIX - načale XX v. // Vestnik Sankt – Peterburgskogo universiteta. — 2009. Vyp. 1. — S. 84 – 147.

16. Migulin P. P., Losickij A. E. Vykupnaâ operaciâ. — SPb, 1906. — 156 s.

17. Moškin A. N., Belonožko E. P. S"ezdy gornopromyšlennikov Ūga Rossii i torgovo-promyšlennoe nalogoobloženie v poreformennoj Rossii v 80–90-e gody XIX v. // Vestnik Čelâbinskogo gosudarstvennogo universiteta. — 2009. № 32 (170). — Istoriâ. Vyp. 35. — S. 55-58.

18. Nikitin Ū. A. osnovnye istočniki formirovaniâ gorodskih būdžetov vo vtoroj polovine XIX veka (na primere Poltavskolj, Har'kovskoj i Černigovskoj gubernij). Bylye gody.— 2013.— № 1 (27).— S. 26-33.

19. Molčanov V. B. Donbas u sistemi social'no-demografičnyh ta ěkonomičnyh procesiv (XIX– počatok XX st.): Institut istorii Ukraïni NAN Ukraïni, 2015. — 106 s.

20. Pašina N. P. Formuvannâ etnostrukturi Donbasu v konteksti social'no-ěkonomičnyh peretvoren' kraju poreformenogo periodu (1861 – 1900 rr.) : Avtoreferat dis., kand. istor. n. — K., 1997. — 24 s.

21. Perepelicyн A. V. Nalogi, povinnosti i plateži krest'ânskikh hazâjstv Central'nogo černozem'â v poreformennyj period // Naučnye vedomosti. — 2008. — № 1 (41). — S. 29-35.

22. Pogrebinskij A. P. Očerki istorii finansov dorevolücionnoj Rossii (XIX- XX vv.). — M. Gosfinizdat, 1954. — 267 s.

23. Râzancev D. B. Nalogovaâ sistema Rossii vo vtoroj polovine XIX - načale XX veka (istoriko- pravovoj aspekt): Avtoref. dis. na soiskanie učenoj stepeni kandidata ūridičeskikh nauk. — Nižnij Novgorod, 2004. — 24 s.

24. Salina N. V. Razrabotka problem mestnogo nalogoobloženiâ v Sankt-Peterburgskom universitete vo vtoroj polovine XIX - načale XX v. // Vestnik SPbGU. — Ser. 5, 2010. Vyp. 1. — С. 102 – 112.

25. Tolkuškin A. V. Istoriâ nalogov v Rossii. M.: «Ūrist», 2001. — 432 s.

26. Šacillo M. K. Ėvolüciâ nalogovoj sistemy Rossii v XIX v. — M.: ROSSPЭN, 2003. — S. 345 – 383.

27. Ūkovleva L. E. Razvitie postojnoj povinnosti v Rossii v XVIII-XIX vv.: avtoref. dis. k. istor. n. — Saratov, 2008.

### Skokov A. S.

#### TAXES AND DUTIES OF THE POPULATION OF THE DONBAS IN THE CONTEXT OF SOCIAL AND ECONOMIC TRANSFORMATIONS IN THE SECOND HALF OF THE XIX – THE BEGINNING OF THE XX CENTURY: THE HISTORIOGRAPHY OF THE PROBLEM

*The article analyzes the historiography of taxes and duties of the population of the Donbas of the second half of the XIX - the beginning of the XX century. The main works on this problematic of the pre-revolutionary, Soviet and modern stages were noted, and their critical analysis was carried out.*

**Key words:** historiography, taxes, duties, Donbas.

**Скоков Антон Сергеевич** ст. преп. кафедры отечественной и всеобщей истории ГОУ ВПО «Луганский национальный университет имени Владимира Даля».

**E-mail:** sckockov.anton@yandex.ru

**Skokov Anton** senior lecturer department of Domestic and General History of the Luhansk National University named after Vladimir Dal.

**E-mail:** sckockov.anton@yandex.ru

**Рецензент:** *Шелюто В. М.*, д. филос. н., проф., директор института гуманитарных наук и социально-политических технологий ГОУ ВПО «Луганский национальный университет имени Владимира Даля».

*Статья подана 28.09.2017*

УДК 697.32

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Пилавов М.В., Гапонов А.В., Андрийчук К.Н.

### INVESTIGATION OF THERMAL TRANSMISSION THROUGH THE BUILDING CONSTRUCTIONS OF BUILDINGS UNDER NON-STATIONARY OPERATION MODES

Manolis V. Pilavo, Aleksandr V. Haponov, Konstantin N. Andriyчук

*В работе рассмотрены зависимости колебаний теплового потока через ограждающие конструкции зданий и температуры воздуха в помещениях в зависимости от воздействия внешних факторов при нестационарном режиме. Приведены расчетные зависимости для их учета в теплотехнических расчетах строительных конструкций.*

**Ключевые слова:** теплопередача, нестационарный режим, температура, влажность, строительные материалы, характеристики, теплоемкость

С учетом современных требований к энергосбережению актуальными являются вопросы совершенствования всех технологических процессов и инженерных систем, связанных с потреблением энергии, повышением экологической безопасности.

При таких обстоятельствах экономичность, надежность и долговечность отопительно – вентиляционных систем, способов и методов их регулирования приобретает первостепенное значение [5].

Для автоматизации систем воздушного отопления и вентиляции требуется определение статических и динамических свойств, которые реализуются в их моделях. Построение математических моделей объектов может производиться аналитическим или экспериментальным методом [1, 9].

В большинстве случаев первым и определяющим этапом исследований характеристик вентиляционных систем и систем воздушного отопления является разработка их математических моделей, на основе которых может быть выполнена оптимизация конструктивных, технико-экономических параметров, обоснованно выбрана система регулирования и т.д. Проведенные исследования, показали, что для многих практических случаев время выравнивания температуры воздуха в помещении (с учетом процессов перемешивания) на порядок меньше времени инерционности передачи тепла через ограждения здания, что позволяет рассматривать объект регулирования как систему с сосредоточенными параметрами и описывать ее

характеристики обыкновенными дифференциальными уравнениями [5, 6, 8].

**Целью работы** является повышение технико-экономической эффективности систем вентиляции и воздушного отопления за счет усовершенствования методик расчета теплотехнических характеристик ограждающих конструкций зданий при нестационарном тепловом режиме.

#### **Материалы и результаты исследований.**

Теплопередача при стационарном тепловом потоке предполагает постоянство температурных условий снаружи и внутри помещения. В действительности температура внутреннего и наружного воздуха ограждающих конструкций не остается постоянной. Достигая за определенный промежуток времени максимальной или минимальной величины, она периодически меняется, что вызывает изменение и теплового потока. Теплопередача в таких условиях носит название теплопередачи стационарных тепловых условиях [3, 7].

Изменения температуры могут возникать: 1) в результате смены холодных и теплых масс наружного воздуха в зимнее время в течение одних или нескольких суток; 2) при периодическом отоплении зданий; 3) под воздействием солнечной радиации летом. Такие периодические воздействия вызывают изменений температуры внутренней поверхности ограждения, что может привести зимой к созданию условий конденсации влаги, а летом - к повышению температуры внутреннего воздуха помещения. Эти обстоятельства должны учитываться в теплотехнических расчетах ограждений, для чего необходимо рассмотреть процесс теплопередачи в нестационарных условиях, а также проявляющиеся при этом свойства материалов и конструкций ограждения [2, 4, 10].

Предположим, что через толщу ограждения проходит нестационарный тепловой поток, величина которого меняется во времени по закону синуса с периодом колебания  $\tau$  и амплитудой  $A_0$  (рис. 1).

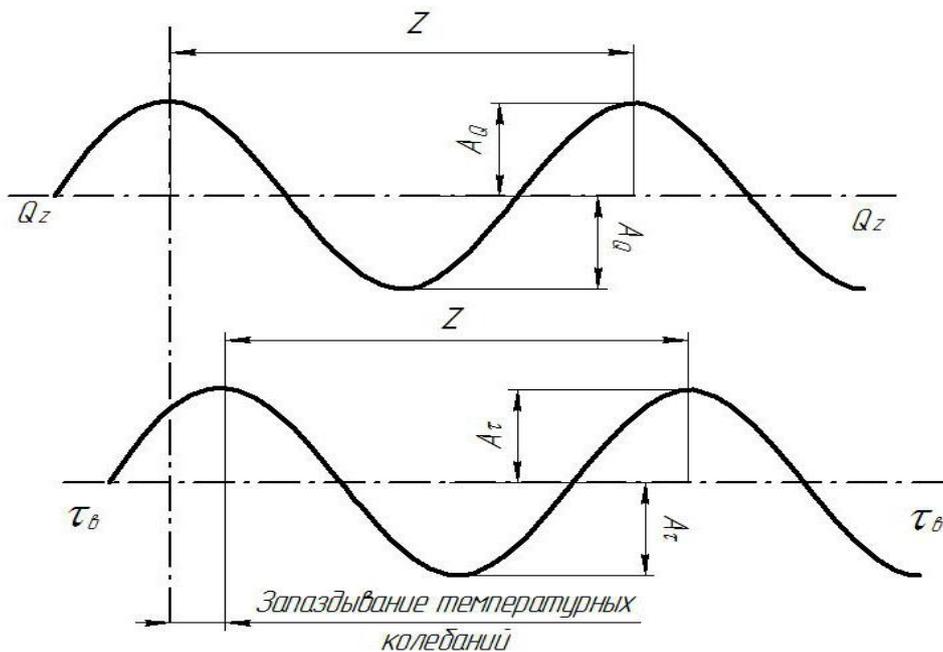


Рис. 1. Схема колебаний теплового потока и температуры внутренней поверхности ограждения

Изменение величины потока, проходящего через ограждение, вызывает, в свою очередь, колебания температуры на внутренней его поверхности, которые также имеют синусоидальный характер с амплитудой  $A_\tau$  и такой же период, но с некоторым запаздыванием во времени. Отношение величины амплитуды колебания теплового потока  $A_Q$  к величине амплитуды колебания температуры на внутренней поверхности ограждения  $A_\tau$  называется коэффициентом теплоусвоения внутренней поверхности ограждения  $Y_b$ , который определяется по формуле

$$Y_b = \frac{A_Q}{A_\tau} \tag{1}$$

Коэффициент теплоусвоения внутренней поверхности зависит от периода колебаний теплового потока  $z$  и от теплотехнических свойств самого ограждения. Величина  $Y_b$  представляет собой максимальное изменение амплитуды колебания теплового потока, воспринимаемого внутренней поверхностью ограждения при амплитуде колебания температуры, равной  $1^\circ\text{C}$ .

Если ограждение большой толщины состоит из однородного материала, то теплоусвоение его внутренней поверхности при постоянном периоде колебаний зависит только от физических свойств материала

$$S = 10,5 \sqrt{\frac{\lambda \rho c}{z}} \tag{2}$$

При периоде колебания теплового потока 24 ч формула примет вид

$$S_{24} = 2,1 \sqrt{\lambda \rho c} \tag{3}$$

Из этих формул видно, что величина коэффициента теплоусвоения материала зависит от периода колебания теплового потока и от таких физических свойств материала.

Наглядно свойство теплоусвоения материала можно представить следующим образом. Если приложить одновременно обе руки к двум поверхностям из бетона и дерева (например, сосны), имеющим одинаковую температуру, то первая будет восприниматься как более холодная. Это ощущение вызывается тем, что бетонная поверхность более интенсивно отбирает (усваивает) тепло от руки, чем деревянная, так как бетон имеет больший коэффициент теплоусвоения.

Величина коэффициента теплоусвоения материалов слоев при периоде 24 часа с учетом условий эксплуатации ограждений А или Б определяется по формуле

$$S_{24} = 0,51 \sqrt{\lambda \rho_\omega c_\omega} \tag{4}$$

где:  $\lambda$  - коэффициент теплопроводности, Вт/м К;  
 $c_\omega$  - удельная теплоемкость материала кДж/кг К;

$\rho_\omega$  - объемная масса кг/м<sup>3</sup>.

Величина  $c_\omega$  определяется по формуле

$$c_{\omega} = \frac{c_0 + 0,01\omega}{1 + 0,01\omega}, \quad (5)$$

где:  $c_0$  - удельная теплоемкость сухого материала;

$\omega$  - весовая влажность материала.

Объемную массу  $\rho_{\omega}$  можно найти из выражения

$$\rho_{\omega} = \rho_0 \left( 1 + \frac{\omega}{100} \right), \quad (6)$$

где  $\rho_0$  - объемная масса сухого материала.

Таким образом, теплоусвоение является важным свойством материала, которое следует учитывать при проектировании ограждений.

Колебания температуры на внутренней поверхности ограждения вызывают колебания температуры в его толще. По мере удаления от внутренней поверхности амплитуда колебания температуры в толще уменьшается и, следовательно, температурные волны затухают (рис. 2). Количество таких волн определяет собой свойство ограждения, которое получило название *характеристики тепловой инерции*. Величина ее безразмерна и для однородного ограждения определяется по формуле

$$D = R S, \quad (7)$$

где  $D$  - характеристика тепловой инерции;

$R$  - термическое сопротивление толщи ограждения, Вт/м<sup>2</sup>К.

Характеристика тепловой инерции учитывается при определении расчетной температуры наружного воздуха в формуле требуемого сопротивления теплопередаче. По ее величине устанавливается степень массивности ограждающих конструкций [4].

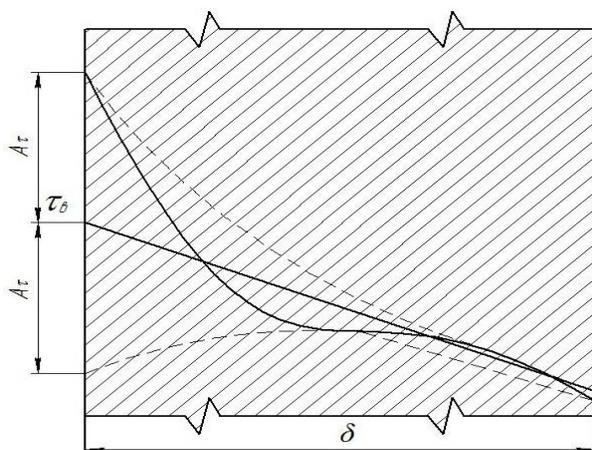


Рис. 2. Схема колебаний температуры в толще ограждения

Периодические изменения температуры наружного воздуха, а также неравномерная

теплотдача систем отопления вызывают колебания температуры внутренней поверхности ограждения, что неблагоприятно сказывается и на состоянии этой поверхности, и на обеспечении нормальных температурных условий воздушной среды помещения.

В зависимости от конструктивного решения ограждения обладают различной способностью противодействовать колебанию температуры на внутренней поверхности. Свойство конструкции сохранять относительное постоянство температуры внутренней поверхности при периодическом изменении проходящего через нее теплового потока называется *теплоустойчивостью ограждения*.

Одним из элементов зданий, с которым человек имеет непосредственный контакт, является пол. Полы определяют тепловой комфорт помещений, поэтому их теплотехнические характеристики не должны нарушать нормального режима терморегуляции.

Теплотехнические свойства полов оцениваются по величине приведенного коэффициента тепловой активности пола  $B_n$ , который рассчитывается по формуле

$$B_n = 0,31B_2 + 0,41B_6 + 0,28B_{12}, \quad (8)$$

где:  $B_2$ ,  $B_6$ ,  $B_{12}$  - эквивалентный коэффициент тепловой активности пола при продолжительности непрерывного контакта ноги с полом 2; 6 и 12 мин (0,033; 0,1 и 0,2 ч).

Величина приведенного коэффициента тепловой активности пола сравнивается с требуемой, которая принимается в зависимости от назначения помещения и группы пола по [3, 4].

Коэффициенты  $B_2$ ,  $B_6$ ,  $B_{12}$  определяются с учетом расположения нижней границы активного слоя, вовлекаемого в теплообмен с ногой. Активным называется слой материала, влияние теплотехнических свойств которого на величину количества поглощенного тепла составляет 95% общего воздействия.

При облучении поверхности ограждения солнцем тепло частично поглощается, а частично отражается от нее. Способность поверхности поглощать солнечное тепло характеризуется коэффициентом поглощения солнечной радиации  $\rho$ , который представляет собой отношение количества тепла, поглощенного поверхностью, к количеству тепла, падающего на нее (рис. 3).

Под действием солнечной радиации и температуры наружного воздуха поверхность ограждения нагревается, в результате чего от нее происходит теплоотдача конвекцией и излучением. Часть тепла проникает через толщу ограждения к внутренней поверхности.

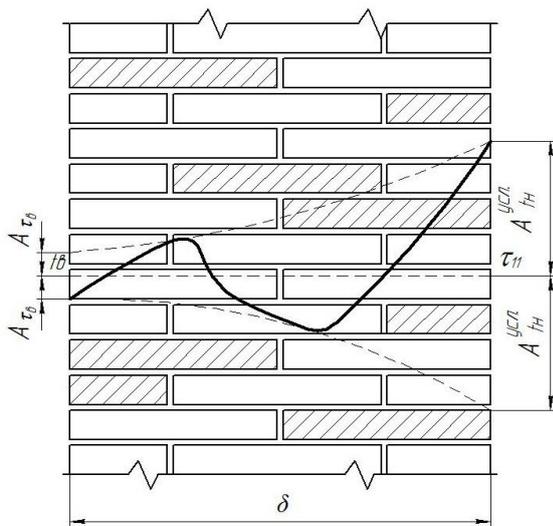


Рис. 3. Схема затухания колебаний условной наружной температуры в толще ограждения

Для упрощения теплотехнических расчетов, связанных со сложным воздействием температуры наружного воздуха и солнечной радиации, введено

понятие условной наружной температуры  $t_n^{усл}$ , определяемой по формуле

$$t_n^{усл} = t_n + \frac{\rho I_{cp}}{\alpha_n}, \tag{9}$$

где  $I_{cp}$  - среднее суточное значение суммарной солнечной радиации за июль, поступающей на наружную поверхность ограждения [2, 4]. Условная наружная температура вследствие суточного изменения температуры воздуха и солнечной радиации периодически меняется и характеризуется амплитудой колебаний условной температуры

наружного воздуха  $A_{\tau_n}^{усл}$ , которая устанавливается из выражения

$$A_{\tau_n}^{усл} = \frac{\rho(I_{\text{макс}} - I_{cp})}{\alpha_n} + A_{\tau_n}, \tag{10}$$

где  $I_{\text{макс}}$ ,  $I_{cp}$  - максимальное и среднее суточное значение суммарной солнечной радиации за июль;

$A_{\tau_n}$  - максимальная амплитуда колебания температуры наружного воздуха в июле.

Колебания условной температуры в толще ограждения постепенно затухают и на внутренней поверхности становятся минимальными (рис. 3). Воздействие солнечной радиации на ограждение оценивается по величине амплитуды колебания температуры на его внутренней поверхности  $A_{\tau_n}$ , которая определяется по следующей формуле

$$A_{\tau_n} = \frac{A_{\tau_0}^{усл}}{\nu}, \tag{11}$$

где  $\nu$  - величина затухания колебаний температуры наружного воздуха в ограждающей конструкции.

**Выводы.**

Проведенные исследования касаются широкого класса систем воздушного отопления и вентиляции помещений, которые могут быть представлены в виде объекта с сосредоточенными параметрами. В большинстве практических случаев это требование выполняется, иначе необходимо использовать математическую модель процесса теплообмена в виде дифференциальных уравнений в частных производных, что значительно осложняет анализ динамических характеристик и выбор регулятора.

Полученные расчетные зависимости позволяют уточнить результаты расчетов теплового баланса в помещениях, повысить экономичность отопительно-вентиляционных систем.

**Литература**

1. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха / Е.С. Бондарь, А.С. Гордиенко, В. А. Михайлив [и др.] – К. : Аванпост-Прим, 2005. – 560 с.
2. Ананьев В.А. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика / В. А. Ананьев, Л. Д. Балуева, А. Д. Гальперин и др. – М.: Евроклимат, изво «Ариана», 2000. – 416 с.
3. Андрийчук Н. Д. Термодинамика для иженеров-строителей / Н.Д. Андрийчук, Е.А. Иващенко, А.А. Коваленко, В. И. Соколов. – Луганск: Издательство СНУ им. В. Даля, 2005. – 304 с.
4. Богословский, В. Н. Строительная теплофизика / В. Н. Богословский.– М.: Высшая школа, 1982. – 415 с.
5. Гусенцова Я.А. Оптимизация технико-экономических характеристик вентиляционных систем / Я.А. Гусенцова, К.Н. Андрийчук, Н. Д. Андрийчук.- Луганск: Издательство СНУ им. В. Даля, 2005. – 52 с.
6. Гусенцова, Я. А. Системы вентиляции: Моделирование, оптимизация / Я. А. Гусенцова, К. Н. Андрийчук, А. А. Коваленко и др. - Луганск: издательство СНУ им В. Даля, 2005. – 192 с.
7. Димніч А.Х. Теплопровідність. / А.Х. Димніч, О.А. Троянівський. – Донецьк, Норд-Прес, 2004. – 370 с.
8. Скистард Хакон. Вытесняющая вентиляция в непроизводственных зданиях / Хакон Скистард, Элизабет Мудт, Питер Нильсен и др.- АВОК-ПРЕСС, 2003. – 100 с.
9. Fitzner K. Displacement Ventilation and Cooled Ceilings, Results of Laboratory Tests and Practical Installations Proc. Indoor Air / K. Fitzner. –Nagoya, 1996.
10. Landerheinecke Klaus. Termodynamica für ingenieure / Klaus Landerheinecke, Peter Gany, Eugen Satter.– Vieveqes Fashbüsher Der Technik, 2003. – 336p.

**References**

1. Automation of ventilation and air conditioning systems / ES S. Bondar, A. S. Gordienko, V. A. Mihaliv [and others] - K.: Avapost-Prim, 2005. - 560 p.

2. Ananyev VA Ventilation and air-conditioning systems. Theory and practice / VA Ananiev, LD Balueva, AD Galperin and others - M.: Euroclimate, Ariane, 2000. - 416 p.

3. Andriychuk, ND Thermodynamics for construction engineers / ND Andriychuk, EA Ivashchenko, AA Kovalenko, VI Sokolov. - Lugansk: Publishing house SNU them. V. Dalia, 2005. - 304 p.

4. Bogoslovsky, VN Construction Thermophysics / VN Bogoslovsky. - Moscow: Higher School, 1982. - 415 p.

5. Gusentsova, Ya. A. Optimization of technical and economic characteristics of ventilation systems / YA Gusentsova, KN Andriychuk, ND Andriychuk. - Lugansk: Publishing house SNU them. In Dalia, 2005. - 52 p.

6. Gusentsova, Ya. A. Ventilation systems: Modeling, optimization / Ya. A. Gusentsova, KN Andriychuk, AA Kovalenko and others - Lugansk: publishing house of SNU by V. Dal, 2005. - 192 s.

7. Dimnich, A. Kh. Teploprovidnist. / A. Kh. Dimnich, OA Troyanivsky. - Donetsk, Nord-Pres, 2004. - 370 p.

8. Skystard, Hakon. Displacement ventilation in non-production buildings / Hakon Skistard, Elizabeth Mudt, Peter Nielsen, etc. - ABOK-PRESS, 2003. - 100 p.

9. Fitzner, K. Displacement Ventilation and Cooled Ceilings, Results of Laboratory Tests and Practical Installations Proc. Indoor Air / K. Fitzner. - Nagoya, 1996.

10. Landerheinecke, Klaus. Thermodynamic für ingenieure / Klaus Landerheinecke, Peter Gany, Eugen Satter.- Vieveqes Fashbüsher Der Technik, 2003. - 336p.

**Manolis V. Pilavo, Aleksandr V. Haponov, Konstantin N. Andriychuk**

#### **INVESTIGATION OF THERMAL TRANSMISSION THROUGH THE BUILDING CONSTRUCTIONS OF BUILDINGS UNDER NON-STATIONARY OPERATION MODES**

*This paper describes the oscillations of the heat flow through the fencing structures of building's walls and air temperature in premises depending on the external impacts in the transient were presented. Checking accounts for thermal calculations in building constructions are given.*

**Key words:** heat transfer, transient, temperature, humidity, heat digestibility

**Пилавов Манолис Васильевич** кандидат технических наук, доцент, кафедра Вентиляции, теплогазо- и водоснабжения Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства.  
**E-mail:** isaigkh@yandex.ru

**Manolis V. Pilavov**, Candidate of technical Sciences, associate Professor Department of Ventilation, heat, gas and water supply, Institute of construction, architecture and housing-communal Economy  
**E-mail:** isaigkh@yandex.ru

**Гапонов Александр Вячеславович** кандидат технических наук, доцент. Кафедра Городского строительства и хозяйства институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства  
**Тел.:** 0957327513  
**E-mail:** isaigkh.gsh@yandex.ru

**Aleksandr V. Haponov**, Candidate of technical Sciences, associate Professor Department of Department of Urban Construction and Economy, Institute of construction, architecture and housing-communal Economy.

**Андрійчук Константин Николаевич** кандидат технических наук, доцент. Кафедра Вентиляции, теплогазо- и водоснабжения институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства  
**E-mail:** isaigkh@yandex.ru

**Konstantin N. Andriychuk**, Candidate of technical Sciences, associate Professor Department of Department of Urban Construction and Economy, Institute of construction, architecture and housing-communal Economy

**Рецензент: Гусенцова Я.А.** доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Технология и организация строительного производства» Луганского национального аграрного университета.

*Статья подана 5.09.2017*

УДК 666.973.6

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ГАЗОБЕТОННОЙ СМЕСИ

Скачко Н. А.

### MODERNIZATION OF AERATED CONCRETE MIXES

Skachko N. A.

*Проведена сравнительная характеристика газобетона и известково-золевого цемента.*

*На основании анализа предлагается изменить состав газобетонной смеси с целью экологической утилизации зольных отходов угольной продукции котельных.*

**Ключевые слова:** газобетон, известково-золевого цемент, цемент, зола, изоль-цемент.

**Введение.** Программа капитального строительства, осуществляемая в нашей республике, должна быть обеспечена эффективными строительными материалами, для выпуска которых создана соответствующая индустриальная база. Промышленность строительных материалов играет важную роль в создании материально-технической базы, обеспечении дальнейшего роста материального и культурного уровня жизни людей, успешной и своевременной реализации программы строительных работ. Объем выпуска строительных материалов и изделий в значительной мере определяет экономический потенциал республики, а от темпов роста их выпуска зависят масштабы капитального строительства, его экономичность и технический уровень.

Строительными вяжущими веществами называются порошкообразные материалы, образующие при смешивании с водой пластичную удобообрабатываемую массу, со временем затвердевающую в прочное камневидное тело.

Почти все минеральные вяжущие вещества получают путем грубого и тонкого измельчения исходных материалов и полупродуктов с последующей термической обработкой. В этих условиях протекают разнообразные физико-химические процессы, обеспечивающие получение продукта с требуемыми свойствами.

Газобетон – это один из видов ячеистых бетонов (наряду с пенобетоном и газопенобетоном), представляющий собой искусственный камень с равномерно распределенными по всему объему сферическими порами диаметром 1-3 мм. Качество газобетона определяет равномерность распределения, равномерность объема и закрытость пор.

Основными компонентами этого материала являются цемент, кварцевый песок и алюминиевая пудра, также возможно добавление гипса и извести. Сюда могут входить и промышленные отходы, такие как, например, зола и шлаки.

Известково-золевого цемент представляет собой продукт теснейшего смешения заводским путем порошкообразной гашеной извести с предварительно измолотой в тонкий порошок сухой золой каменного угля, полученной при сгорании их на колосниковых решетках или же путем совместного перемола сухой гашеной извести с неизмельченной золой.

Вышеизложенное определение рассматриваемого вяжущего вещества имеет в виду использование золы главным образом многозольных видов топлива, а именно угля в качестве замены его на цемент, входящий в состав компонентов производства газобетона.

Известково-золевого цемент, сокращенно называемый изоль-цементом, в случае производства на основе золы угля изучен на основании испытаний нескольких партий продукта, выработанного в заводских условиях. Получаемое вяжущее вещество, учитывая довольно значительные количества золы угля, сжигаемого на колосниковых решетках, и принимая во внимание, что с качественной стороны оно не уступает роман-цементу, заслуживает несомненного внимания.

В то же время газобетон хорошо поддается обработке простейшими инструментами: пилится, сверлится, строгается. В него легко забиваются гвозди, скобы. Со временем газобетон становится тверже и тверже. Не горит, так как состоит только из минеральных компонентов. Газобетон экологически безопасен, по естественной радиоактивности благополучнее железобетона и тяжелого бетона, так как плотность материала меньше.

Номенклатура изделий газобетон как материал обладает следующими свойствами:

- прочный, но легкий;
- не горит, не гниет и не боится сырости;

- теплоудерживающий (работает как аккумулятор тепла);

- экологичный (не содержит вредных для здоровья веществ);

- удерживает благоприятный микроклимат в помещениях (дышащий материал);

Низкая плотность как у сухой сосны (500 кг/м<sup>3</sup>), что в 5 раз меньше, чем у обычного бетона, и в 3 раза меньше, чем у кирпича;

- прочность при сжатии, достаточная (1-10 МПа) для несущих стен 2-х и 3-этажных зданий. Прирост прочности за первые сутки достигает 50%;

- водопоглощение на уровне обычного кирпича, менее 20 %;

- сорбционная влажность до 5 %;

- морозостойкость более 75 циклов, что в 2 раза больше, чем у кирпича;

- теплопроводность (0,1 Вт/м<sup>3</sup>) в 2 раза ниже чем у сухой сосны, в 15 раз меньше чем у обычного бетона и в 8 раз ниже, чем у кирпича;

- звукоизоляция стены в 300 мм соответствует 60 дБ;

- огнестойкость оценена при длительном воздействии открытого огня в течение 4 часов, что гораздо больше, чем у обычного бетона и тем более у кирпича;

- легко обрабатывается простыми инструментами, пилится, гвоздится;

- экологически безопасен, что определяется безопасными традиционными компонентами и подтверждается гигиеническим сертификатом.

Каменные угли представляют собой теснейшую физическую смесь, состоящую главным образом из глинистого вещества, имеющего состав и свойства глин, приближающихся к огнеупорным, и из органических горючих веществ. В зависимости от района добычи и использования отдельных пластов угля состав его золы довольно значительно колеблется, но в общем характер минеральной части остается одним и тем же.

Минеральная часть золы представляет собой как бы глину, иногда довольно огнеупорную. Отсюда становится понятным, что в данном случае имеется в виду зола, полученная сжиганием именно на колосниковых решетках, т. е. при сравнительно невысоких температурах, когда зола мало или неполностью еще спекается. В этих случаях зола представляет собой в сущности прокаленную при довольно высоких температурах глину, обладающую свойствами кислой гидравлической добавки и хотя содержащую примеси несгоревшего угля, но способную затвердевать в смеси с известью.

Содержание в смеси гашеной извести в зависимости от состава золы колеблется от 20 до 50%. Удельный вес порошка изоль-цемента лежит в пределах 2,4—2,8. Цвет порошка находится всецело в зависимости от присутствия невыгоревшего углерода и получается поэтому темносерым, иногда с бурым оттенком.

Испытание на равномерность изменения объема изоль-цемент должен выдерживать как при горячей пробе, так и при хранении лепешек в воде.

Начало схватывания не позднее 5 час. и конец не позднее 24 час. Помол должен быть возможно тонкий, и во всяком случае при допуске более примитивных мельниц в малом производстве остатки на ситах 900 и 4900 отверстий на м<sup>2</sup> не должны превышать соответственно 5 и 50%.

Погружение образцов в воду производится в возрасте 7 дней.

Изоль-цемент представляет собой медленно схватывающееся и медленно твердеющее вяжущее вещество с невысокими показателями механической прочности, но превосходящими, однако, таковые для роман-цемента.

**Вывод:** При замене цемента на изоль-цемент получается такой же газобетон, с такими же свойствами. С экологической точки зрения, предложенный нами модернизированный газобетонный состав смеси является одним из этапов утилизации зольных отходов угольной продукции котельных.

### Л и т е р а т у р а

1. Елфимов А.И. Концепция развития производства и рынков стеновых материалов в рамках среднесрочной программы социального и экономического развития Российской Федерации / А.И. Елфимов // Строительные материалы. - 1998. - №6. - С.2-3.

2. Хихлуха Л.В. – Ресурсосбережение при строительстве и реконструкции жилья / Л.В. Хихлуха // Строительные материалы. - 1995. - №5. - С.2-3.

3. Завадский В.Ф. – Производство стеновых материалов и изделий / В.Ф. Завадский, А.Ф. Косач // Учебное пособие. - Новосибирск. НГАСУ. - 2000. – 168 с.

4. Электронный ресурс – Forumhouse – (<https://www.forumhouse.ru/articles/house/3117>)

5. Электронный ресурс – Стройотдел (<http://www.stroyotd.ru/izvestkovo-zolnyiy-tsement.html>)

6. Электронный ресурс – Панельное и крупноблочное строительство Технологии работы с бетонами – ([http://betonotech.ru/stroitech/prompanel1\\_\(25\).htm](http://betonotech.ru/stroitech/prompanel1_(25).htm))

### R e f e r e n c e s

1. Alfimov A.I. The concept of the development of production and markets of wall materials in the framework of the medium-term program of social and economic development of the Russian Federation / A.I. Elfimov // Building Materials. - 1998. - №6. - С.2-3.

2. Khikhluha L.V. - Resource saving in the construction and reconstruction of housing / L.V. Khikhluha // Building Materials. - 1995. - № 5. - С.2-3.

3. Zavadsky V.F. - Manufacture of wall materials and products / V.F. Zavadsky, A.F. Kosach // Textbook. - Novosibirsk. NGASU. - 2000. - 168s.

4. An electronic resource - Forumhouse - (<https://www.forumhouse.ru/articles/house/3117>)

5. Electronic resource - Stroyotdel - (<http://www.stroyotd.ru/izvestkovo-zolnyiy-tsement.html>)

6. Electronic resource - Panel and large-block construction Technologies of work with concrete - ([http://betonotech.ru/stroitech/prompanel1\\_\(25\).htm](http://betonotech.ru/stroitech/prompanel1_(25).htm)).

**Skachko N.A.**

**MODERNIZATION OF AERATED CONCRETE MIXES**

*A comparative characteristic of aerated concrete and lime-ash cement was carried out.*

*Based on the analysis it is proposed to change the composition of the aerated concrete mix for the purpose of ecological utilization of ash waste products of coal boiler production.*

**Key words:** aerated concrete, lime-ash cement, cement, ash, isole-cement.

**Скачко Николай Александрович**, старший преподаватель кафедры «Городское строительство и хозяйство» Института строительства, архитектуры и

жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени Владимира Даля, г. Луганск.

**E-mail:** skachco\_nikolaie@mail.ru

**Skachko Nikolay Alexandrovich**, Senior Lecturer of the Department of Urban Construction and Economy of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the Luhansk National University named after Vladimir Dal, Lugansk.

**E-mail:** skachco\_nikolaie@mail.ru

**Рецензент: Ремень В.И.** к.т.н., доц., заместитель директора по научной работе института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени В. Даля.

*Статья подана 4.09.2017*

УДК 624.01.001:624.15:622.693.26 08.05.12:

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВНО-МГНОВЕННОГО МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦИИ ГРУНТОВ, ОБЛАДАЮЩИХ ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Иванова М.С., Шабельникова Д.С., Шабельников С. И.

## DEFINITION OF A CONDITIONAL-INSTANT MODULE OF DEFORMATION OF SOILS WITH RHEOLOGICAL PROPERTIES

Ivanova MS, Shabelnikova DS, Shabelnikov SI

*Работа посвящена исследованию грунтов в сложных инженерно-геологических условиях и возможности определения условно-мгновенного модуля деформации, влияющего на расчетные параметры при проектировании монолитных фундаментов зданий, расположенных в стесненных городских условиях.*

**Ключевые слова:** структурно-неустойчивые грунты, условно-мгновенный модуль деформации, способ испытания, стесненные условия

Актуальность исследований заключена в усовершенствовании методики определения параметра ползучести условно-мгновенного модуля деформации грунтового массива, времени его стабилизации.

Проблема строительства в стесненных городских условиях продолжает оставаться актуальной из-за отсутствия достоверных данных, влияющих на устойчивость структурно-неустойчивых грунтов [1-7].

Целью исследований является решение проблемы повышения достоверности получаемых параметров, входящих в состав расчетных формул, усовершенствование методологии испытаний структурно-неустойчивых грунтов, находящихся под нагрузкой в котлованах, шурфах для оценки несущей способности неоднородных грунтов, возможность использования исследуемых грунтовых условий под застройку сооружений, располагаемых в стесненных условиях. Достигалась поставленная цель опытным путем, в лабораторных и полевых условиях.

Задача исследований состояла в создании научной базы для разработки новых и совершенствования существующих методов и технологий испытаний, а также в оценке влияния напряженного состояния грунтовой массы и их деформационных свойств.

Существующие способы испытания позволяют получать результаты лишь в первой фазе работы грунта на линейном участке [1-4]. В последующих

фазах работы грунта на нелинейном участке используется способ визуальных наблюдений. При этом применяется комплекс трудоемких и длительных ручных операций. Новый вариант способен прогнозировать осадку путем введения блока математического аппарата, входящего в состав мобильного комплекса [5, 6].

Объектом исследования представлены грунты, которые предназначены под застройку сооружений со слабыми реологическими свойствами, на территории Крыма (рис. 1 а, б).

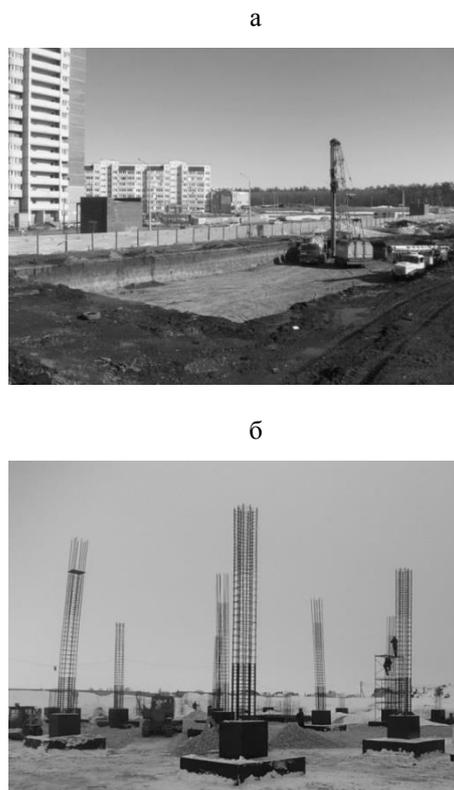


Рис. 1. Общий вид участка, предназначенного под застройку сооружения:  
а - до испытания и б - после испытания

Исследуемые основания сложены грунтами лессовидного типа. Передвижной комплекс содержит автоматизированную систему управления процессом испытаний [5,6]. Система управления была обновлена новым математическим блоком. Блок содержит алгоритм в виде уравнения, состоящего из определяющего параметра времени практической стабилизации осадки  $t_c$ , основания и время уплотнения  $T$  основания. Так, теоретически стабилизация осадок достигается величиной конечной осадки  $S_k$  и наступает при  $t$ , стремящегося к бесконечности. Время  $t_c$  практической (на 95 %) стабилизации  $S_i$  штампа определяется по уравнению:

$$0.95 \cdot S_i = S_k + (S_0 - S_k) \cdot e^{-S_0 \cdot t_c / S_k \cdot n}, \quad (1)$$

где  $S_0$  и  $S_k$  – конечная (условно-мгновенная) и конечная осадка;

$S_i$  – промежуточная осадка соответствующая моменту времени  $t_i$ ;

$n$  – параметр времени релаксации;

$$n = h / E_m + E',$$

$P_h$  – коэффициент вязкости грунта;

$E_m$  – мгновенный модуль деформации;

$E'$  – промежуточный модуль деформации;

$e$  – экспонента.

Время  $T$  уплотнения основания сооружения

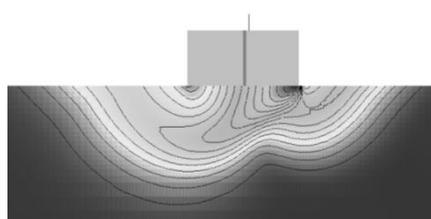
$$T = t_c (H/h)^m, \quad (2)$$

где  $H$  – сжимающая толща основания сооружения;  $h$  – сжимающая толща грунта под штампом;  $m$  – показатель уплотнения данного грунта во времени, отражающий его состав, состояние и реологические свойства.

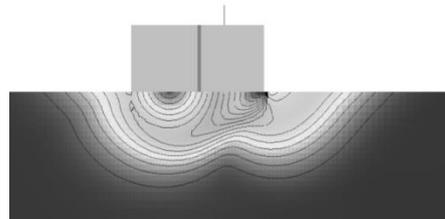
По результатам исследований получены параметры, по которым возможно выполнить построение соответствующих кривых ползучести основания при постоянном давлении  $P_0=200$  кПа и релаксации давлений под подошвой штампа. Сопоставление кривых ползучести и релаксации наглядно показывают, что во времени перемещения штампа для достижения стабилизирующего состояния грунта требуется в десять меньше времени, чем при статической нагрузке. В соответствии с классическими решениями учет заглабления фундамента выполнялся через

добавление по поверхности нагрузки  $q$ , равной давлению грунта выше подошвы заглабленного фундамента. Однако в реальности при увеличении заглабления начинает играть роль не только пригрузка основания рядом с фундаментом, но и прочность грунта выше подошвы штампа. Это приводит к увеличению предельной нагрузки, по сравнению с теоретическим решением в зависимости от предельного давления, глубины заложения фундамента  $d$ , ширины  $b$ , удельного сцепления  $c$  и угла внутреннего трения  $\phi$  грунта. Прямое использование методов без учета конкретных условий во многих случаях приводит к серьезным ошибкам. Причиной тому является техническое исполнение, разнообразие типов грунтов, влияние человеческого фактора при обработке параметров, а также гидрогеологических условий. Учет таких факторов, как релаксации давлений под подошвой штампа, его ползучести позволит более достоверно оценить его НДС. Учет эксцентриситета приложения нагрузки в отечественных нормах выполняется путем уменьшения ширины рассчитываемого фундамента  $b' = b - 2e$ , где  $e$  – эксцентриситет приложения нагрузки. Данный подход также вполне оправдан при небольшом эксцентриситете. Однако при приближении точки приложения нагрузки к краю фундамента такой подход приводит к снижению до нуля несущей способности. При расположении нагрузки на краю фундамента несущая способность фундамента должна быть сильно сниженной, но не нулевой.

При проведении полевых испытаний на территории Крыма и Донбасса, а также в лабораторных условиях на установке, приближенной к натурным размерам, нами получены подтверждающие формы образования выпора грунта при различном эксцентриситете. Проведенные исследования подтвердили хорошую сходимость теоретических результатов, выполненных с учетом метода конечных элементов по программе С.Мартина, С.Слоана, В.Г.Федоровского [8], с полученными в лабораторных условиях. Характер областей сдвига и формы потери устойчивости при различном эксцентричном приложении нагрузки приведены на рис. 2. На рис. 3 отображены области и формы образования выпора грунта, полученных под штампом в полевых условиях.



$e=0.1m$



$e=0.4m$

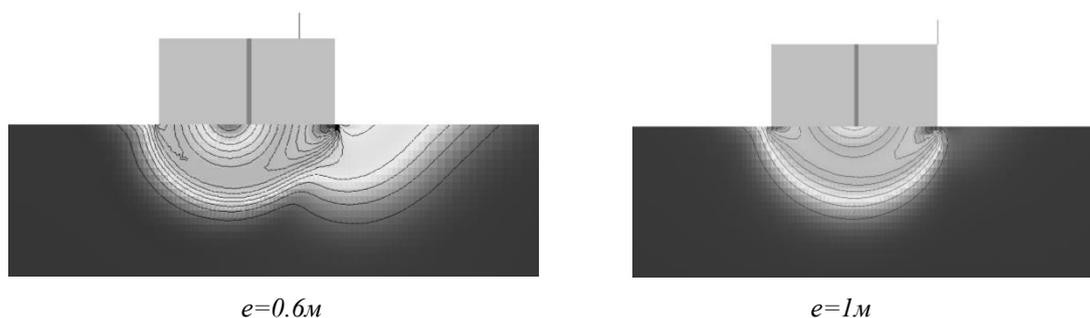


Рис. 2. Характер областей сдвига (максимальные перемещения на стадии потери устойчивости) при различном эксцентриситете  $e$  для фундамента шириной  $b=2$  м при  $c=20$  кПа,  $\varphi=0^\circ$

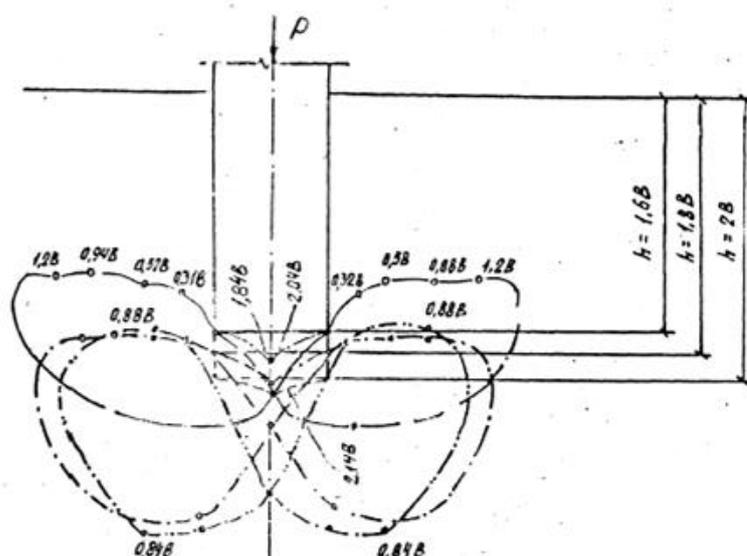


Рис. 3. Схемы форм образования выпора грунта под штампом при  $b = 0.25$ ,  $h_\phi = 1.6b - 2b$

Полученные реальные параметры позволяют с достаточной достоверностью прогнозировать развитие осадки оснований сооружений во времени и определять полную стабилизированную. Последнее обстоятельство представляется нам чрезвычайно важным, поскольку практика свидетельствует чаще всего о больших расхождениях между прогнозируемыми конечными осадками длительно деформирующихся оснований, полученных по результатам стандартных штамповых или лабораторных испытаний, с реальными осадками. Численные значения параметров были получены на основе многократных полевых испытаний в шурфах штампом, а также при помощи свай. Эти параметры установлены с помощью усовершенствованного устройства управляющего процессом испытания по предложенному, уравнению (1) и зависимости (2) [5].

В заключение можно сказать следующее:

-С помощью усовершенствования методики прогнозирования осадки и способа исследований

возможно учесть факторы, влияющие на прочностные свойства грунтового массива и материала.

-Обновлен математический аппарат в виде алгоритма, позволяющего оценить состояние грунтового массива и выполнить построение соответствующих кривых ползучести основания при постоянном давлении и релаксации давлений под подошвой штампа.

-Сопоставление кривых ползучести и релаксации наглядно показывают, что во времени перемещения штампа для достижения стабилизирующего состояния грунта требуется в десять раз меньше времени, чем при статической нагрузке. Это подтверждает большую практическую ценность полевых испытаний грунтов на релаксацию с целью определения НДС и его реологических и деформационных свойств.

#### Л и т е р а т у р а

1. Богомолов А. Н. Расчет несущей способности оснований сооружений и устойчивости грунтовых

массивов в упругопластической постановке. Пермь: ПГТУ, 1996. С. 155.

2. Bowmen E. T. General Report of TC 208. Slope Stability in Engineering Practice / E. T. Bowmen, R. J. Fannin // Challenges and Innovation in Geotechnics : Proc. of the 18th Intern. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. – Paris, France, 2013. – P. 2137–2144.

3. Demchyshyn, M. Instability of different genetic slope types / M. Demchyshyn, T. Kril // 7<sup>th</sup> European Congress on Regional GEOscientific Cartography and Information System (12.06–15.06.2012). – Bologna, Italy, 2012. – Vol. 1. – P. 78–79.

4. Zotsenko, M. Modern practice of determination of strength characteristics of cohesive soils by penetration methods / M. Zotsenko, Y. Vynnykov, A. Yakovlev // Proc. of the XIV Danube - European Conf. on Geotechnical Engineering / Slovak University of Technology. – Bratislava, 2010. – P. 245–253.

5. Иванова М.С., Левченко А.А. Программное обеспечение по обработке опытных данных, получаемых методом экспресс-анализа при определении физико-механических характеристик грунтов // Будівельні конструкції. Міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип.60-К.: НДІБК, 2004.-С. 427-428.

6. Иванова М.С., Иванов А.П. Усовершенствование методики испытаний грунтов в скважинах // Ж-л. № 1 (37), «Вестник». - МАНЭБ. ДГМИ – Алчевск: 2001,- С.98.

7. К вопросу об обеспечении устойчивости насыпей грунтовых сооружений / А.Н. Богомолов, С.И. Шиян, ОА. Богомолова, Т.А. Сабитова // Геотехнические проблемы XXI века в строительстве зданий и сооружений : тр. Междунар. конфер. Пермь: ПГТУ, 2007. С.250

8. Muni Budhu. A book: Soil Mechanics Fundamentals, Publishing house : Wiley-Blackwell.: Year 2015.P.

## References

1. Bogomolov A. N. Raschet nesushchey sposobnosti osnovaniy sooruzheniy i ustoychivosti gruntovykh massivov v uprugoplasticheskoy postanovke. Perm': PGU, 1996. С. 155.

2. Bowmen E. T. General Report of TC 208. Slope Stability in Engineering Practice / E. T. Bowmen, R. J. Fannin // Challenges and Innovation in Geotechnics : Proc. of the 18th Intern. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. – Paris, France, 2013. – P. 2137–2144.

3. Demchyshyn, M. Instability of different genetic slope types / M. Demchyshyn, T. Kril // 7<sup>th</sup> European Congress on Regional GEOscientific Cartography and Information System (12.06–15.06.2012). – Bologna, Italy, 2012. – Vol. 1. – P. 78–79.

4. Zotsenko, M. Modern practice of determination of strength characteristics of cohesive soils by penetration methods / M. Zotsenko, Y. Vynnykov, A. Yakovlev // Proc. of the XIV Danube - European Conf. on Geotechnical Engineering / Slovak University of Technology. – Bratislava, 2010. – P. 245–253.

5. Ivanova M.S., Levchenko A.A. Programnoye obespecheniye po obrabotke opytnykh dannykh, poluchayemykh metodom ekspress-analiza pri opredelenii

fiziko-mekhanicheskikh kharakteristik gruntov //Budivelnii konstruktzii. Mizhvidomchiiy naukovo-tekhnichiiy zbirnik. Vip.60-K.: NDIBK, 2004.-S. 427-428.

6. Ivanova M.S., Ivanov A.P. Usovershenstvovaniye metodiki ispytaniy gruntov v skvazhinakh // ZH-l. № 1 (37), «Vestnik». - MANEB. DGMI – Alchevsk: 2001,- S.98.

7. К вопросу об обеспечении устойчивости насыпей грунтовых сооружений / А.Н. Богомолов, С.И. Шиян, ОА. Богомолова, Т.А. Сабитова // Геотехнические проблемы XXI века в строительстве зданий и сооружений : тр. Междунар. конфер. Perm': PGU, 2007. С.250.

8. Muni Budhu. A book: Soil Mechanics Fundamentals, Publishing house : Wiley-Blackwell.: Year 2015.P.

## Ivanova M.S., Shabelnikova D.S., Shabelnikov S.I. THE DEFINITION A CONDITION - INSTANT MODULE OF DEFORMATION OF GROUNDS WITH RHEOLOGICAL PROPERTIES

*The work is devoted to the investigation of ground in complex engineering-geological conditions and the possibility of determining the conditionally-instantaneous strain modulus that affects the design parameters for the design of foundations and structures of monolithic type and located in cramped urban conditions, that which is an actual task in of ground mechanics.*

**Key words:** *structurally unstable ground, conditionally-instantaneous deformation modulus, test method, constrained conditions*

**Иванова М.С.** к.т.н, доцент кафедры «Строительных конструкций» ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

**Ivanova M.S.** Ph.D. Donbass State Technical University, pulpit of Building Constructions, Alchevsk, LNR

**Шабельникова Д.С.** экономист дорожно-строительного управления, г. Симферополь,

**Shabelnikova D.S.** economist of road-building management, Simferopol.

**Шабельников С. И.** кандидат геологических наук, доцент кафедры геоэкологии Крымского федерального университета Таврической Академии Крымского федерального университета г. Симферополь

**Shabelnikov S.I.** Candidate of Geological Sciences, Taurida Academy of the Crimean Federal University, Simferopol

**Рецензент: Обухов Д.В.** начальник департамента капитального строительства и ремонтов ГУП РК «Черноморнефтегаз».

*Статья подана 15.09.2017*

УДК 628. 21

## ЧИСЛЕННОЕ ОПИСАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ВАКУУМНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Дрозд Г.Я., Григоренко Н.И.

## NUMERICAL DESCRIPTION OF WORK OF THE VACUUM SANITATION SYSTEM

Drozd G.Ya., Grigorenko N.I.

*Разработан метод расчета системы вакуумного транспортирования газожидкостной смеси в наклонных трубопроводах. Установлены основные факторы, влияющие на эффективность вакуумной транспортировки водовоздушной смеси. Даны рекомендации по выбору диаметров трубопроводов и длин расчетных участков в зависимости от расхода жидкости при оптимальном режиме работы вакуумной системы транспортирования жидкости. Предложен метод расчета с помощью программы Mathcad, позволяющий скорректировать величину потерь давления в системе вакуумной канализации при различных значениях средней скорости водовоздушной смеси и газосодержания. Выполнен сравнительный расчет для участка сети вакуумной канализации с использованием рекомендуемого алгоритма.*

**Ключевые слова:** водовоздушная смесь, газосодержание, потери давления, вакуумная канализация, эффективность

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** На сегодняшний день отсутствие коммунальных сетей и сооружений для сбора и очистки сточных вод характерно для малых населенных пунктов, а также для части территорий малоэтажного жилищного строительства больших городов. По официальным данным Министерства регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины, централизованными системами водоотведения обеспечено всего лишь 5,6 % общей их численности. В Российской Федерации эта цифра для малых городов, сел и поселков составляет более 45 % [2]. В странах Центральной Европы данный показатель колеблется в пределах 60-80% [1].

Для решения этой проблемы есть несколько подходов – это создание групповых систем водоотведения, обслуживающих группы населенных мест, с крупными сооружениями для очистки сточной воды или устройство локальных систем водоотведения малой производительности, обслуживающих отдельные населенные пункты, группы зданий, отдельные коммунальные

сооружения, с малыми установками для обработки стоков.

Для транспортирования малых расходов сточных вод наиболее рационально и экономически оправдано использование вакуумной канализации. Ее применение обосновано для населенных пунктов с малой плотностью заселения, а также для объектов временного пользования (лагеря, пансионаты, кемпинги), санитарных зон водоисточников. Причем при проектировании и строительстве данной системы не возникает проблем с высоким уровнем грунтовых вод и сложных грунтовых условий. Более подробно об использовании вакуумной системы канализации рассмотрено авторами в [5].

Эта система уже получила широкое распространение в мире благодаря ряду преимуществ перед самотечной канализацией. Но сдерживающим фактором ее повсеместного распространения является отсутствие теоретически обоснованного алгоритма расчета. Недостаток теоретической базы обусловил тот факт, что для определения диаметра труб вакуумной сети служат фиксированные решения в таблицах с ориентировочными значениями [7]. Сложность создания расчетных формул заключается в особенностях транспортирования сточных вод под действием вакуума, а именно – транспортировку двухфазной среды «жидкость-газ» в трубопроводах с уклоном к горизонту. Однако в работе [4] предложено математическое описание движения водовоздушной смеси, на основании которого возможно создать алгоритм расчета вакуумной канализации.

**Постановка задачи.** Задачей данной работы является создание и применение на практике алгоритма расчета вакуумных систем канализации и сравнение результатов с расчетами по данным других исследователей.

**Изложение материала и его результаты.** Вакуумная система является закрытой системой трубопроводов без возможности проникновения, т.е.

отсутствуют смотровые колодцы, а значит, и запахи, поступающие из них в атмосферу. В системе нет ревизионных колодцев и резервуаров для прочистки канализационных труб. Благодаря постоянно поддерживаемому отрицательному давлению в системе не возникают утечки сточных вод. Высокая скорость (от 3,5 до 5 м/с) транспортируемой смеси «жидкость-воздух» в трубах предотвращает образование отложений [7]. Самыми известными производителями вакуумных систем являются фирмы Roediger, Airvac, ISEKI, которые имеют множество филиалов по всему миру [7]. Наиболее известными учеными и инженерами, которые внесли существенный вклад в развитие вакуумного транспортирования сточных вод являются Liernur, J. Liljendahl, D. G. Quatfuss M. Roediger, Alan F. Hussett, I.A. Cooper, J.W. Rezek, R. Betz, T. Asanagi, а также вопросу вакуумного транспортирования жидкости посвящены работы [3-6].

Гидропневматический расчет системы должен быть проведен так, чтобы во время, когда нет притока, обеспечить в системе минимальный уровень вакуума, а время на восстановление вакуума не превышало заданного значения.

При подборе диаметра рекомендуется не увеличивать скорость потока больше необходимой для работы системы (увеличение трения, потери при ускорении). Увеличение соотношения «жидкость-воздух» в вакуумном клапане может увеличить производительность вакуумной системы. Благодаря увеличению притока воздуха в систему подается больше энергии, что позволит повысить скорость, но это приведет к увеличению потерь на трение. В гидропневматическом расчете необходимо учитывать как статические, так и динамические условия в сети.

Основной процесс, протекающий в системе вакуумной канализации, – это движение сточной жидкости в трубе с наклоном к горизонту не более  $10^\circ$  под действием вакуума и расширение воздуха, забираемого из атмосферы с помощью самозадействующих клапанов специальной конструкции [3]. Движение газожидкостной смеси в системе вакуумной канализации начинается от клапана или водо-воздухопускного устройства (ВВВУ) до первого перепадного колена, в котором движение останавливается до повторного открытия ВВВУ. При этом происходит частичное накопление сточной жидкости в перепадном колене.

При повторном открытии ВВВУ в систему попадает новая порция сточной жидкости и воздуха, движение водовоздушной смеси на участке трубопровода продолжится, при этом накопленный в перепадном колене объем жидкости под действием расширившегося воздуха переходит на следующий отрезок сети. Следовательно, можно сказать, что движение газожидкостной смеси от одного перепадного колена к последующему, вплоть до вакуумной станции, повторяется, а, значит, расчет системы можно свести к расчету отрезка

сети, ограниченному перепадным коленом и началом следующего перепада.

Основным параметром, предопределяющим эффективную работу системы и выбор оборудования при вакуумном транспортировании, является величина создаваемого в сети вакуума, который в свою очередь зависит от потерь энергии на участках трубопровода. Это значит, что расчет системы в первую очередь должен быть направлен на учет всех потерь энергии в системе, в результате чего можно определить расчетную величину вакуумметрического давления.

При расчете систем для транспортировки двухфазных смесей очень важно правильно определить плотность смеси, которая в свою очередь зависит от газосодержания [8].

Для систем вакуумной канализации значение объемного расходного газосодержания  $\epsilon$  и скорости водовоздушной смеси были получены экспериментально с помощью лабораторной установки, которая рассмотрена подробно в работах [3, 4, 6].

Экспериментальное исследование транспортирования жидкости под вакуумметрическим давлением проводилось с использованием трубопроводов диаметром 20 мм и 50 мм при вакуумметрическом давлении 20-40 кПа. Определено, что максимальная скорость водовоздушной смеси  $v_s$  достигается при объемном расходном газосодержании  $\epsilon = 0,71-0,74$ . При таком значении  $\epsilon$  соотношении газ-жидкость  $Q_G/Q_L = 0,3-0,4$  [3, 4].

На определение плотности смеси также влияет распределение фаз по длине трубопровода, что в свою очередь зависит от структуры движения. Для определения режима движения газожидкостной смеси под действием вакуума на лабораторной установке был проведен ряд экспериментов. В результате испытаний было определено, что режим движения в системе изменяется по длине трубопровода, что, вероятно, связано с особенностью устройства системы вакуумной канализации. Изменение структуры происходит от пузырькового к снарядному и затем к расслоенному. В перепадном колене также наблюдается пузырьковая структура потока.

На основании вышесказанного расчет системы необходимо выполнять для каждого участка, на котором происходит изменение структуры движения, отдельно с учетом гидропневматических параметров, которые влияют на величину градиента давления именно на этом участке. В дальнейшем предлагается отрезки с разной структурой движения в пределах расчетного участка называть юнитами.

Общие потери давления в системе ( $\Delta P$ ) определяются для каждого юнита отдельно с учетом гидропневматических параметров, которые влияют

на величину градиента давления  $\left(\frac{dP}{dx}\right)$  именно на этом участке в зависимости от его длины  $l$  [4]:

$$\Delta P = \int_0^l \left(\frac{dP}{dx}\right) \cdot dx = \left(\frac{dP}{dx}\right)_{1-2} \cdot l_{1-2} + \left(\frac{dP}{dx}\right)_{2-3} \cdot l_{2-3} + \left(\frac{dP}{dx}\right)_{3-4} \cdot l_{3-4} + \left(\frac{dP}{dx}\right)_{4-5} \cdot l_{4-5}, \text{ Па} \quad (1)$$

Для оценки результатов экспериментальных исследований с помощью теории подобия определено соотношение отдельных геометрических и технологических параметров работы реальных и лабораторных вакуумных систем.

В общем виде зависимость потерь давления в системе вакуумного транспортирования можно записать:

$$\Delta P = f(\rho_s, v_s, d, L, \mu_s), \quad (2)$$

где  $\Delta P$  – потери давления, Па;  $\rho_s$  – плотность водовоздушной смеси, кг/м<sup>3</sup>;  $v_s$  – скорость водовоздушной смеси, м/с;  $d$  – диаметр трубопровода, м;  $L$  – длина участка трубопровода, где скорость  $v_s$  является постоянной величиной, м;  $\mu_s$  – коэффициент динамической вязкости водовоздушной смеси, Па·с.

Решением системы уравнений, составленной на основе матрицы степени размерностей величин данной зависимости, получен критерий подобия, который полностью включает гидродинамические и геометрические факторы движения водовоздушной смеси:

$$\Pi_1 = \frac{\Delta P \cdot d}{v_s^2 \cdot \rho_s \cdot L}. \quad (3)$$

Критерий подобия  $\Pi_1$  позволяет использовать результаты экспериментальных исследований и разработать рекомендации по проектированию и расчету систем вакуумной канализации.

Расчет вакуумной системы канализации в связи с особенностями ее работы выполняется для каждого отдельно взятого расчетного участка и сводится к подбору диаметра трубопровода  $d$ , общей длины расчетного участка трубопровода  $L_{\text{общ}}$ , длин юнитов и определению потерь давления  $\Delta P$  на расчетном участке при заданном расходе жидкости  $Q_L$ . На основании полученных зависимостей далее предложен алгоритм расчета участка вакуумной системы канализации с использованием

математического редактора Mathcad. Рекомендации для расчетов первого приближения выполнены для оптимального газосодержания  $\varepsilon = 0,73$ , полученного при экспериментальных исследованиях с ВВВУ и вакуумметрического давления в системе  $\Delta P = 40$  кПа при скорости водовоздушной смеси  $v_s = 3,5$  м/с.

При заданном расходе сточной жидкости  $Q_L$  назначается диаметр вакуумного трубопровода  $d$  (табл. 1). Минимальный расход сточных вод 1,5 дм<sup>3</sup> обусловлен объемом придомовой накопительной емкости 30...50 дм<sup>3</sup> и временем открытия ВВВУ 2...10 с.

Таблица 1  
Рекомендуемые диаметры труб для вакуумных систем канализации

$Q_L$ , дм <sup>3</sup> /с	$d$ , мм	$Q_L$ , дм <sup>3</sup> /с	$d$ , мм	$Q_L$ , дм <sup>3</sup> /с	$d$ , мм	$Q_L$ , дм <sup>3</sup> /с	$d$ , мм
1,5	63	5	75	8,5	90	30	110
2	63	5,5	75	9	90	35	125
2,5	63	6	75	9,5	90	40	125
3	63	6,5	75	10	90	45	125
3,5	63	7	75	15	90	50	160
4	63	7,5	75	20	110	55	160
4,5	75	8	90	25	110	60	200

Длину расчетного участка  $L_{\text{общ}}$  следует рассчитывать в зависимости от выбранного диаметра трубопровода согласно критериальному комплексу  $\Pi_1$  при сохранении постоянных значений газосодержания, вакуумметрического давления и скорости движения водовоздушной смеси. После получения значений  $L_{\text{общ}}$  необходима проверка на критическое заглубление трубопровода по длине при условии прокладки вакуумной сети с минимальным уклоном.

Рекомендуемые длины расчетных участков и высоты перепадного колена (длина юнита 1-2  $L_1$ ) в зависимости от диаметра трубопровода представлены в таблице 2.

Таблица 2  
Рекомендуемые длины юнита 1-2 (высота перепадного колена) и длины расчетного участка

$d$ , мм	$L_1$ , м	$L_{\text{общ}}$ , м	$d$ , мм	$L_1$ , м	$L_{\text{общ}}$ , м
63	0,11	55	160	0,21	105
75	0,12	60	180	0,23	115
90	0,14	70	200	0,25	125
110	0,16	80	225	0,28	140
125	0,18	90	250	0,3	150

Графическое отображение рекомендаций по выбору диаметра и длин расчетных участков вакуумной системы канализации представлены на рисунке 1.

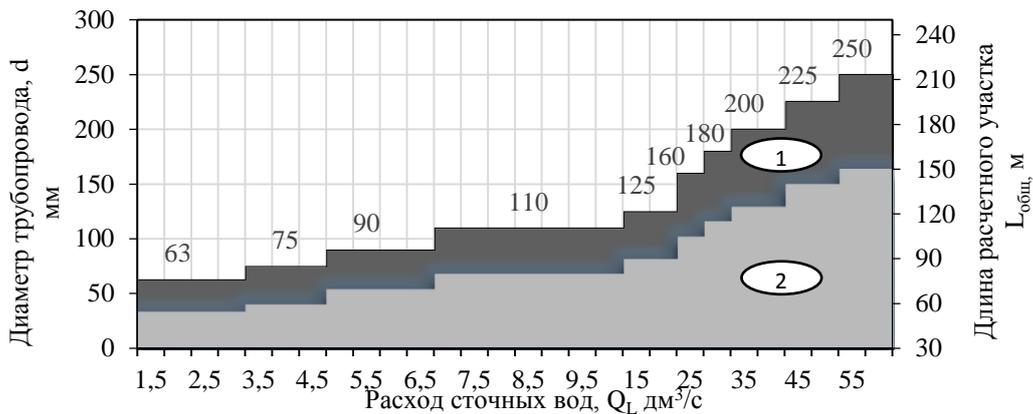


Рис. 1. Рекомендации по выбору диаметра трубопровода и длин расчетных участков вакуумной системы канализации в зависимости от расхода сточных вод

Обозначения: 1 – зона выбора диаметра трубопровода d; 2 – зона выбора длины расчетного участка L<sub>общ</sub>.

Далее при предварительно назначенном диаметре и рассчитанной общей длине трубопровода необходимо рассчитать длины остальных юнитов (L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>, L<sub>4</sub>). Выполняется данный расчет с учетом критериального комплекса П<sub>1</sub>, который справедлив на участках с одинаковой скоростью водовоздушной смеси, с использованием эмпирического коэффициента k (для пузырьковой структуры k<sub>п</sub> = 0,055, для снарядной структуры k<sub>с</sub> = 0,04).

$$L_{ю} = \frac{\Delta P \cdot d}{v_s^2 \cdot \rho_s \cdot k} \quad (4)$$

Потери давления ΔP, диаметр d, средняя скорость водовоздушной смеси v<sub>s</sub> – изменяемые величины, от которых зависят величины длин L<sub>2</sub> и L<sub>3</sub>.

Длина юнита 4-5 (L<sub>4</sub>) рассчитывается как разность длины расчетного участка L<sub>общ</sub> и длин юнитов L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>, и L<sub>3</sub>.

При известных длинах юнитов дальнейший расчет сводится к корректировке предварительно выбранных параметров v<sub>s</sub> и ε и выполняется в программе Mathcad.

Окончательный расчет предполагает определение потерь давления на расчетном участке ΔP с помощью приведенной выше зависимости (1). Алгоритм расчета приведен на рисунке 2.

Данный метод расчета системы вакуумного транспортирования сточной жидкости позволит подобрать диаметр трубопровода, определить расход жидкости и воздуха, вычислить скорость водовоздушной смеси на расчетном участке вакуумной сети, а также определить вакуумметрическое давление, необходимое для

транспортирования сточной жидкости, и длины расчетных участков.

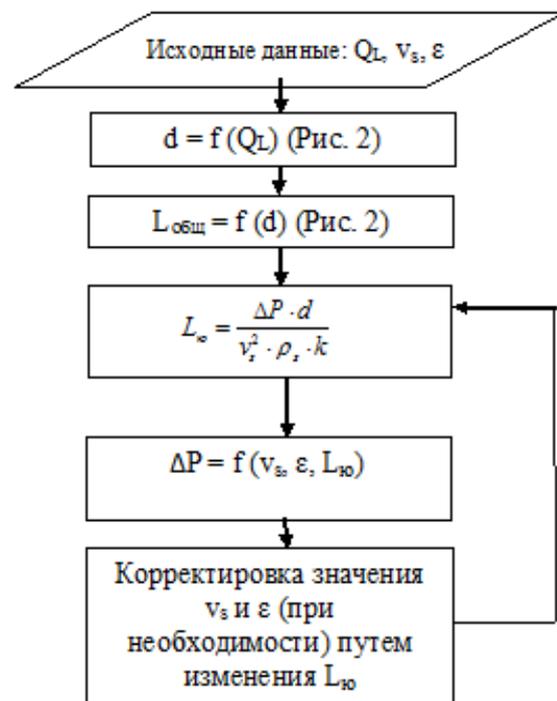


Рис. 2. Алгоритм расчета вакуумных систем канализации

Для наглядности в таблице 3 приведены потери давления на расчетном участке вакуумной сети, полученные расчетным путем по формуле (1) при заданной скорости движения водовоздушной смеси (v<sub>s</sub> = 3,5 м/с) и газосодержания (ε = 0,83) для трубопроводов, принятых в экспериментальных исследованиях.

Таблица 3

## Расчетные потери давления на участках вакуумной системы

Юнит	Структура газожидкостного потока	Длина юнита, м	Потери давления на юните, кПа	Общие потери давления на расчетном участке, $\Delta P$ , кПа
$d = 20 \text{ мм}, L_{\text{общ}} = 30 \text{ м}$				
1-2	пузырьковая	0,1	1,056	39,7
2-3	пузырьковая	12,0	36,120	
3-4	снарядная	8,5	2,628	
4-5	расслоенная	9,4	-0,128	
$d = 50 \text{ мм}, L_{\text{общ}} = 30 \text{ м}$				
1-2	пузырьковая	0,1	0,959	26,1
2-3	пузырьковая	12,0	24400	
3-4	снарядная	8,5	0,817	
4-5	расслоенная	9,4	-0,119	
$d = 50 \text{ мм}, L_{\text{общ}} = 75 \text{ м}$				
1-2	пузырьковая	0,1	0,925	50,5
2-3	пузырьковая	29,8	48,570	
3-4	снарядная	21,3	1,290	
4-5	расслоенная	23,6	-0,329	

В соответствии с таблицей 3 при одинаковых диаметрах трубопровода с увеличением длины расчетного участка потери давления возрастают. Из чего можно сделать вывод, что для соблюдения заданных параметров работы (скорость водовоздушной смеси, газосодержание и потери давления) системы вакуумного транспортирования жидкости при подобранном диаметре трубопровода главными регулируемыми факторами является длина расчетного участка.

При использовании теоретических зависимостей, а также экспериментальных параметров системы вакуумной канализации (газосодержание, длины юнитов и общая длина расчетного участка) на реальных объектах проектирования необходимо правильно выбрать местоположение перепадных колен, расстояние между которыми является расчетным участком. На расстояние между перепадными коленами влияют факторы, перечисленные ниже.

**Рельеф местности.** При плоском рельефе местности и противуклоне вакуумная канализация повторяет контур рельефа, и минимальная длина расчетного участка зависит от минимально допустимого уклона и высоты стандартного перепадного колена (табл. 2).

Если трубопровод по всей длине будет постоянно находиться под уклоном к горизонту, то за счет сил гравитации будет постоянно наблюдаться расслоенный режим движения. Несмотря на то, что при расслоенном режиме в вакуумном трубопроводе потери напора будут наименьшими, принимать такой режим для большей части расчетного участка невозможно по причине

резкого уменьшения скорости движения жидкости. А при уменьшении скорости движения жидкости пропускная способность трубопровода также уменьшится, система будет работать по принципу самотечного транспортирования жидкости, и выбор минимальных диаметров трубопровода, благодаря которым уменьшается стоимость вакуумной системы, будет не обоснован.

**Потери давления на расчетном участке.** Максимальная длина расчетного участка диктуется максимально возможным вакуумметрическим давлением. Поддержание вакуумметрического давления в сети свыше 80 кПа проблематично, а так как вакуумная транспортирующая сеть работает импульсно (порция сточной жидкости при открытии вакуумного клапана преодолевает только один высотный подъем и частично накапливается в перепадном колене) и вакуум в сети восстанавливается в течение нескольких минут после закрытия клапана, для дальнейшей работы системы необходимо периодически восстанавливать величину вакуума до расчетного. В это время сточная жидкость находится в колене в состоянии покоя.

**Активное перемешивание.** Именно в перепадном колене происходит активное перемешивание и измельчение крупных включений. Однако слишком частое устройство перепадных колен приведет к увеличению потерь давления, т.к. наибольшую величину потерь система имеет при пузырьковом режиме движения, который наблюдается в колене и примыкающем к нему юните. Потому целями проектировщика вакуумной системы должны быть выбор оптимального

расстояния между перепадами и правильный подбор диаметров трубопровода, что, в свою очередь, сократит потери давления в сети.

Для проверки адекватности разработанной математической модели для реальных сетей был

выполнен расчет ветви вакуумной канализации общей протяженностью 2017 м. На территории объекта плоский рельеф местности. Схема сети представлена на рисунке 3

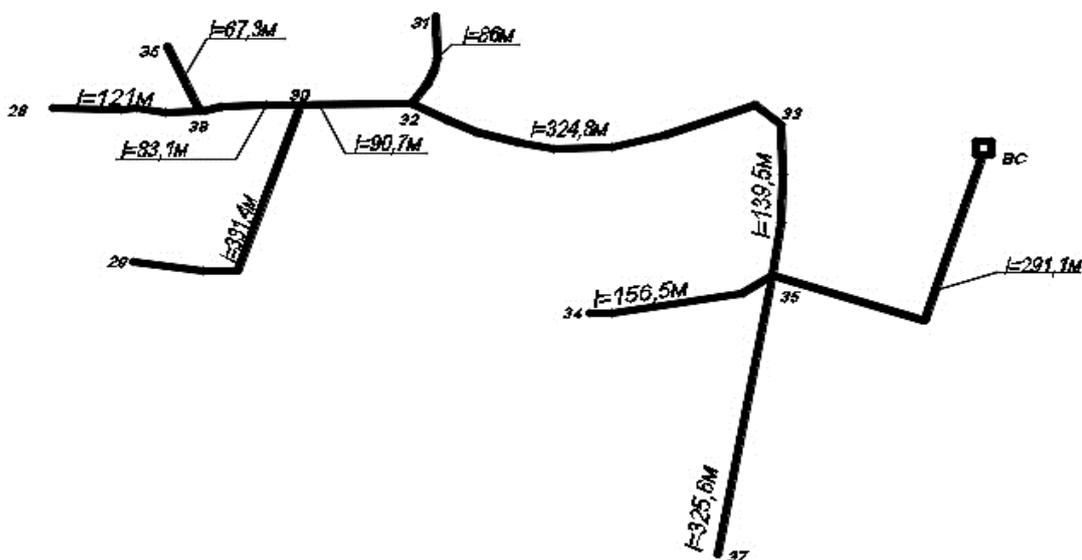


Рис. 3. Схема сети вакуумной канализации  
 ВС – вакуумная станция; DN – принятый диаметр трубопровода;  
 l – длина между точками подключения к вакуумной сети

При проверке разработанной математической модели на практике газосодержание принимается равным  $\epsilon = 0,73$ , длина расчетного участка зависит от диаметра трубопровода и минимального уклона трубопровода. Длины юнитов с пузырьковой и снарядной структурой зависят от диаметра трубопровода и рассчитываются согласно критерию подобия  $\Pi_1$ . Расслоенная структура занимает всю оставшуюся длину расчетного участка. За счет импульсной работы вакуумной системы канализации потери давления не суммируются по участкам, а рассчитываются для каждого участка отдельно.

Расчет среднесуточного расхода сточных вод  $Q_{ср}$  произведен по средней норме водоотведения для благоустроенных домов в малых населенных пунктах, равной 140 л/сут.чел. Максимальный секундный расход сточных вод  $q_{max}$  определен с учетом вероятности открытия ВВУ на участке сети, а также с учетом транзита сточных вод с предыдущих участков. Количество одновременно открытых водо-воздухопускных устройств на расчетном участке вакуумной сети зависит от общего их количества и принимается с вероятностью  $P = 0,95$ .

Расчет по методу зарубежных компаний выполнен из предположения, что потери давления на расчетных участках составляют около 60 кПа. Целью предложенного расчета является определение конкретной величины потерь давления на каждом расчетном участке сети.

Сравнивая данные, представленные в таблице 4, можно сделать вывод, что предлагаемый метод расчета более полно отражает процессы, протекающие в вакуумной сети. Величина необходимого вакуума на различных расчетных участках вакуумной сети меньше предполагаемой зарубежным методом на 25...35%. Расчет этого же участка сети вакуумной канализации, представленной на рис. 3, был также выполнен при условии поддержания вакуумметрического давления на расчетных участках 60 кПа с сохранением неизменными остальных параметров системы. Согласно критериальному комплексу  $\Pi_1$  при увеличении вакуумметрического давления и постоянных значениях длины расчетного участка и скорости водовоздушной смеси диаметр трубопровода уменьшается. Сравнительный подбор диаметров трубопроводов для вакуумметрического давления  $\Delta P = 60$  кПа представлен в таблице 5.

Таблица 4

## Результаты сравнительного расчета участка сети вакуумной канализации

Сравнительные результаты расчета по зарубежному методу и методу на основе полученной математической модели сведены в таблицу 4. Номер участка	Длина участка с одинаковым диаметром, м	Диаметр, мм	Количество жителей, чел	Потери давления по зарубежной методике, кПа	Результаты расчета по предлагаемой методике	
					Скорость водовоздушной смеси, $v_s$ м/с	Потери давления на участках, кПа
28-38	121	80	40	60	3,1	45,22
36-38	67,3	65	12	60	2,64	38,47
38-30	83,1	110	24	60	3,2	45,22
29-30	331,4	65	32	60	4,01	38,47
30-32	90,7	110	20	60	2,62	45,22
31-32	86	65	19	60	4,01	41,7
32-33	324,8	125	92	60	3,9	41,7
33-35	139,5	125	20	60	3,78	41,7
34-35	156,5	65	32	60	4,01	38,47
37-35	325,6	65	20	60	4,01	38,47
35-BC	291,1	125	4	60	3,41	41,7
Σ	2017		315			

Таблица 5

Значения диаметров трубопровода при вакуумметрическом давлении  $\Delta P = 60$  кПа

Номер участка	Подбор диаметров по зарубежным рекомендациям	Подбор диаметров по предлагаемому методу	Длина участка, м
28-38	80	65	121
36-38	65	65	67,3
38-30	110	90	83,1
29-30	65	65	331,4
30-32	110	90	90,7
31-32	65	65	86
32-33	125	110	324,8
33-35	125	125	139,5
34-35	65	65	156,5
37-35	65	65	325,6
35-BC	125	125	291,1

Исходя из данных таблицы 5 видно, что с увеличением вакуумметрического давления на некоторых участках общей длиной 528 м уменьшились диаметры трубопроводов на один сантиметр, что показывает эффективность предлагаемого метода при расчете систем вакуумной канализации.

**Выводы и направление дальнейших исследований.** В статье даны рекомендации по выбору диаметров трубопроводов и длин расчетных участков в зависимости от расхода жидкости при оптимальном режиме работы вакуумной системы транспортирования жидкости. Кроме того, предложен метод расчета с помощью программы Mathcad, позволяющий скорректировать величину потерь давления в системе вакуумной канализации при различных значениях средней скорости водовоздушной смеси и газосодержания. В результате сравнительного расчета определено, что применение предлагаемого метода расчета

вакуумного транспортирования сточных вод дает точные значения величины потерь давления на расчетных участках сети, возможность отследить результаты регулирования факторов, влияющих на работу системы, а также выбрать наиболее экономичные варианты основных параметров вакуумной системы канализации, повышающие ее эффективность.

## Литература

1. Гироль Н.Н. Необходимый элемент качества жизни. О технологических схемах водоотведения в сельской местности Украины на основе опыта стран Центральной и Восточной Европы: [Текст] / Гироль Н.Н., Проценко С.Б., Гироль А.Н., Ковальский Д., Лагуд Г и др // ВодаMagazine. – Москва, 2014. - № 11(87). – стр. 22-28.
2. Автушко Е.А. О целевой программе «Чистая вода» на 2011 - 2017 гг.: Вестник Сибирского государственного индустриального университета: [Текст] / Автушко Е.А. // Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2014. – № 4(10). – стр. 56-59.

3. Григоренко Н.И. Исследование параметров основных элементов гидropневматической вакуумной системы канализации в лабораторных условиях: [Текст] / Н. И. Григоренко // X Міжнар. наук. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів: Вісник ДонНАБА. – Макіївка: ДонНАБА, 2011. – №3(89). – С. 110 – 112.

4. Нездойминов В.И. Математическое описание газожидкостной структуры потока в системе транспортирования жидкости под вакуумом [Текст] / В. И. Нездойминов, В. С. Рожков, Н. И. Григоренко, Д. В. Заворотный // Motrol. Commision of Motorization and Energeticsin Agriculture. – Lublin, 2013. – Vol. 15, №6. – P. 125-132

5.. Нездойминов В.И. Применение вакуумной канализации для малых населенных пунктов в Украине: [Текст] / В. И. Нездойминов, Н. И. Григоренко, Д. В. Заворотный // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХОТВ АБУ, 2010. – (60). – С. 241 – 247.

6. Нездойминов В.И. Модель работы и расчет потерь давления на участке трубопровода системы вакуумной канализации [Текст] / В. И. Нездойминов, В. С. Рожков, Н. И. Григоренко // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХОТВ АБУ, 2012. – (70). – С. 312 – 317.

7. Raclavský Jaroslav. Problematika navrhování venkovních podtlakových systémů stokových sítí [Text] / J. Raclavský // Brno: VITIUM, 2011. – 35 s.

8. Чисхолм Д. Двухфазные течения в трубопроводах и теплообменниках [Текст] / Д. Чисхолм. – М.: «Недра», 1986. – 204 с.

### References

1. Girol' N.N. Neobkhdimyy element kachestva zhizni. O tekhnologicheskikh skhemakh vodootvedeniya v sel'skoy mestnosti Ukrainy na osnove opyta stran Tsentral'noy i Vostochnoy Yevropy: [Tekst] / Girol' N.N., Protsenko S.B., Girol' A.N., Koval'skiy D., Lagud G i dr // VodaMagazine. – Moskva, 2014. - № 11(87). – str. 22-28.

2. Avtushko Ye.A. O tselevooy programme «Chistaya voda» na 2011 - 2017 gg.: Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo industrial'nogo universiteta: [Tekst] / Avtushko Ye.A. // Novokuznetsk: Izd. tsentr SibGIU, 2014. – № 4(10). – str. 56-59.

3. Grigorenko N.I. Issledovaniye parametrov osnovnykh elementov gidropnevmaticheskoy vakuumnoy sistemy kanalizatsii v laboratornykh usloviyakh: [Tekst] / N. I. Grigorenko // KH Mizhnar. nauk. konf. molodikh vchenikh, aspirantiv i studentiv: Visnik DonNABA. – Makiiivka: DonNABA, 2011. – №3(89). – S. 110 – 112.

4. Nezdoyminov V.I. Matematicheskoye opisaniye gazozhidkostnoy struktury potoka v sisteme transportirovaniya zhidkosti pod vakuumom [Tekst] / V. I. Nezdoyminov, V. S. Rozhkov, N. I. Grigorenko, D. V. Zavorotnyy // Motrol. Commision of Motorization and Energeticsin Agriculture. – Lublin, 2013. – Vol. 15, №6. – P. 125-132

5. Nezdoyminov V.I. Primeneniye vakuumnoy kanalizatsii dlya malykh naselennykh punktov v Ukraine: [Tekst] / V. I. Nezdoyminov, N. I. Grigorenko, D. V. Zavorotnyy // Naukoviy visnik budivnitstva. – Kharkiv: KHOTV ABU, 2010. – (60). – S. 241 – 247.

6. Nezdoyminov V.I. Model' raboty i raschet poter' davleniya na uchastke truboprovoda sistemy vakuumnoy kanalizatsii [Tekst] / V. I. Nezdoyminov, V. S. Rozhkov, N. I. Grigorenko // Naukoviy visnik budivnitstva. – Kharkiv: KHOTV ABU, 2012. – (70). – S. 312 – 317.

7. Raclavský Jaroslav. Problematika navrhování venkovních podtlakových systémů stokových sítí [Text] / J. Raclavský // Brno: VITIUM, 2011. – 35 s.

8. Chiskholm D. Dvukhfaznyye techeniya v truboprovodakh i teplООbmennikakh [Tekst] / D. Chiskholm. – М.: «Недра», 1986. – 204 с.

### **Drozd G.Ya., Grigorenko N.I.** **NUMERICAL DESCRIPTION OF WORK OF THE VACUUM SANITATION SYSTEM**

*A method has been developed for calculating a system for vacuum transportation of a gas-liquid mixture in inclined pipelines. The main factors influencing the efficiency of vacuum transportation of the air-water mixture are established. Recommendations are given on the choice of pipeline diameters and the lengths of the calculated sections depending on the fluid flow rate at the optimal operating mode of the vacuum fluid transportation system. A calculation method with the help of the Mathsad program is proposed, which allows to adjust the value of the pressure loss in the vacuum sewage system for various values of the average air-water mixture rate and gas content. A comparative calculation for the section of the vacuum sewer network is made using the recommended algorithm.*

**Key words:** water-air mixture, gas content, pressure loss, vacuum sewerage, efficiency

**Дрозд Г.Я.**, д.т.н. ЛНУ им. В. Даля, м. Луганск, ЛНР

**Drozd G.Ya.**, Doctor of Technical Sciences LNU in the name of V. Dal, m. Lugansk, LNR

**Григоренко Н.И.** к.т.н. ДонНАБА, м.Макеевка, ДНР

**Grigorenko N.I.** Ph.D. DonNAB, m. Makiyivka, DNR

**Рецензент: Андрийчук Н.Д.** д.т.н., проф., директор института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства.

*Статья подана 15.09.2017*

УДК 629.3.027.5.002.8:628.475.4

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА АВТОТРАКТОРНЫХ ШИН

Новичков Ю.А.

## RESEARCH OF PARAMETERS AND PYROLYSIS PRODUCTS OF AUTOTRACTOR TIRES

Novichkov Y.A.

*В работе выполнен анализ экспериментальных данных по рециклингу отработанных автотракторных шин способом низкотемпературного пиролиза. Установленные характеристики продуктов пиролиза – жидкости, газа и углеродистого остатка позволяют утверждать, что они представляют собой полупродукты. Для обеспечения экологической безопасности процесса пиролиза и производства качественного вторичного сырья необходима дополнительная технологическая обработка полученных полупродуктов.*

**Ключевые слова:** рециклинг, изношенные автотракторные шины, пиролиз, вторичные продукты, экологическая безопасность.

**Введение.** На протяжении последних десятилетий автотракторный транспорт стал одним из факторов, значительно влияющих на экологию городов. При этом возрастает техногенная нагрузка на окружающую среду не только из-за выхлопных газов, но и вследствие больших объемов образующихся отработанных шин. Изношенная шина представляет ценное вторичное сырье, поэтому эффективная переработка автотракторных шин не только решает экологические проблемы, но и обеспечивает высокую рентабельность перерабатывающих производств. Пиролиз – весьма распространенный способ переработки вышедших из эксплуатации шин. С экологической точки зрения процесс пиролиза обладает неоспоримыми преимуществами по сравнению со сжиганием. Некоторые известные технологии пиролиза изношенных шин находят практическое

применение. Однако до настоящего времени недостаточно изученными являются параметры режимов низкотемпературного пиролиза изношенных автотракторных шин, а также качественный и количественный состав получаемых с его помощью вторичных продуктов [1, 2].

**Цель и методы исследований.** Целью исследований являлось теоретическое и экспериментальное обоснование параметров технологии рециклинга автотракторных шин, обеспечивающей экологическую безопасность и ресурсосбережение. Методы исследований были разделены на две основные группы – первая из них включает методики исследования качества исходного сырья, вторая – свойств, а также качественного и количественного состава продуктов пиролиза. Научное обоснование процесса переработки отработанных шин способом низкотемпературного пиролиза выполнено при помощи лабораторной установки, схема которой показана на рис. 1.

**Результаты исследований.** Был проведен ряд экспериментов по пиролизу шинной резины при разных температурах протекания процесса. На рис. 2 и 3 представлена полученная термограмма деструкции резиновой крошки и зависимость потери массы резиновой крошки от температуры.

С использованием данных термограмм принят температурный интервал проведения реакции – 375, 450 и 525° С. Выход продуктов пиролиза, который проводился при трех разных температурах, представлен в табл. 1.

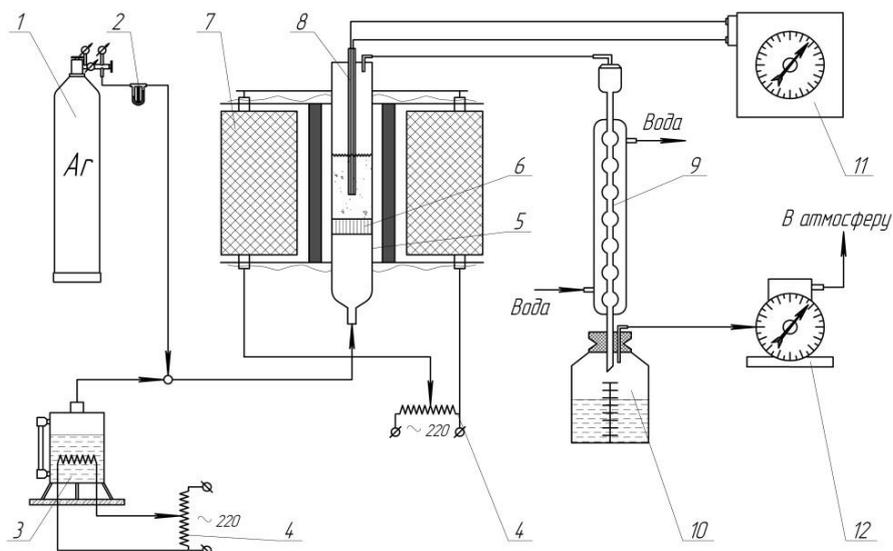


Рис. 1. Схема установки для пиролиза резиновой крошки:

- 1 – баллон с аргонем; 2 – реометр; 3 – паровой котел; 4 – лабораторный автотрансформатор; 5 – кварцевый реактор; 6 – решетка; 7 – печь; 8 – термопара; 9 – холодильник; 10 – сборник конденсата; 11 – потенциометр; 12 – газовый счетчик

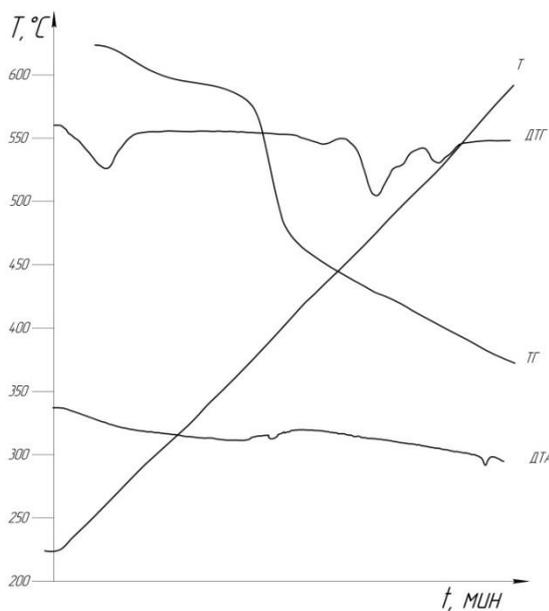


Рис. 2. Термограмма деструкции резиновой крошки: кривая простого ( $T$ ) и дифференциального термического ( $DTA$ ) анализа, кривая потери массы ( $T_2$ ) и кривая скорости потери массы ( $DTG$ )

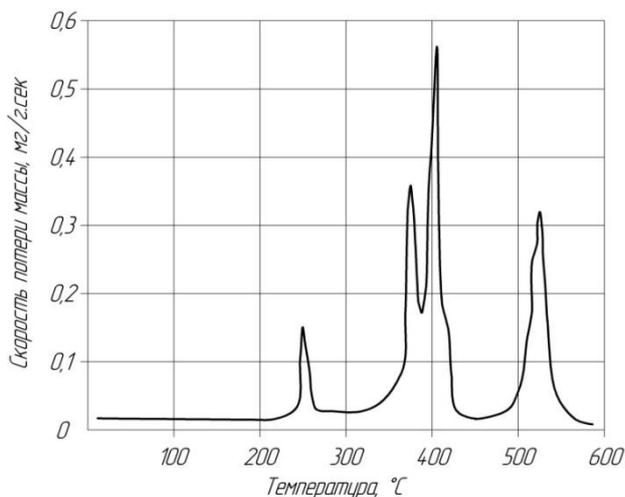


Рис. 3. Зависимость потери массы ( $\Delta m$ ) резиновой крошки от температуры ( $T$ )

Таблица 1

**Выход продуктов пиролиза резиновой крошки при разных температурах нагревания**

Продукты пиролиза, % мас.	Температура, °C		
	375	450	525
Газ	4,8 - 5,0	5,4 - 5,9	7,6 - 7,8
Смола + вода	30,1 - 32,3	48,9 - 50,1	58,3 - 60,1
Твердый остаток	60,1 - 61,0	39,2 - 40,0	31 - 31,6
Потери	5 - 1,7	6,5 - 4,0	3,1 - 0,5

Эксперименты показали, что последующий подъем температуры до 600 - 650° С оказывает очень незначительное влияние на выход продуктов пиролиза, и деструкция резины практически заканчивается при 500 - 525° С. При температуре 525° С выход жидкого полупродукта является максимальным.

Для установления химического состава и физико-

химических свойств продуктов пиролиза использовались методы газожидкостной хроматографии и хроматомасспектрометрии, при помощи которых были проведены исследования газообразных продуктов пиролиза и пиролизной жидкости, полученных при температуре пиролиза 525° С (см. табл. 2 - 4).

Т а б л и ц а 2  
Основные характеристики пиролизной жидкости

Показатель	Величина показателя
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,9362
Зольность, % мас.	0,11
Кинематическая вязкость, м <sup>2</sup> /с	2,7
Молярная масса, г/моль	178
Теплота сгорания, МДж/кг	31
Температура начала кипения, °С	75
Температура застывания, °С	- 28
Температура вспышки в закрытом тигле, °С	18
Содержание алифатических соединений, % мас.	3,0 - 3,5
Содержание ароматических соединений, % мас.	93,2 - 94,0
Содержание серы, % мас.	0,7 - 1,1
Йодное число, г I <sub>2</sub> /100г	96

Т а б л и ц а 3  
Химический состав пиролизной жидкости

Наименование компонента	Содержание, % мас.
Изопрен	0,1
Гексен-1	0,5
Гептен-1	0,4
н-Октан	0,8
Циклогексан	0,5
Дипентен	0,2
Бензол	12,0
Толуол	12,8
Тиофен	1,2
2-Метилтиофен	0,6
3-Метилтиофен	0,5
Этилбензол	13,2
п-Ксилол	4,4
м-Ксилол	4,1
о-Ксилол	3,4
н-Пропилбензол	1,0
Изопропилбензол (кумол)	1,9
Ароматические углеводороды C <sub>9-10</sub>	32,5
Неидентифицированные соединения	9,9

Т а б л и ц а 4  
Состав газа, полученного при пиролизе резиновой крошки

Компоненты	Содержание, %
Ненасыщенные углеводороды C <sub>2</sub> C <sub>5</sub>	23,8
Изопрен	1,2
Метан	21,5
Насыщенные углеводороды C <sub>2</sub> C <sub>5</sub>	22,5
Водород	13,8
Оксид углерода	2,1
Двуокись углерода	15,1

Т а б л и ц а 5  
Основные характеристики твердого остатка пиролиза

Показатель	Параметр
Влажность, % мас.	0,32
Зольность, % мас.	7,70
Содержание летучих, % мас.	1,80
Теплота сгорания, МДж/кг	23,5
Удельная геометрическая поверхность, м <sup>2</sup> /г	43-49
Удельная условная поверхность, м <sup>2</sup> /г	14-18
Удельная адсорбционная поверхность по фенолу, м <sup>2</sup> /г	36-40
Элементный состав органической массы, % мас.:	
Углерод	94,9
Водород	1,89
Сера	2,10
Остаток	1,11

Экспериментальные данные дают возможность считать состав пиролизной жидкости достаточно постоянным, а набор углеводородов делает ее высокоэнергетическим субстратом. Использование жидкого продукта в качестве полноценного топлива практически невозможно из-за очень резкого неприятного запаха смолы. Повышенное содержание серы и неорганических составляющих в твердом остатке пиролиза (табл. 5), а также содержание летучих препятствуют его использованию в качестве

технического углерода, наполнителя при производстве резинотехнических изделий и полноценного адсорбента. Пиролизный газ является потенциальным энергетическим компонентом, однако без дополнительных технологических мер он не удовлетворяет экологическим нормам, в частности, по эмиссии оксида серы. При исследовании параметров пиролизного газа полученные экспериментальные данные (рис. 4 и 5) полностью коррелируют с результатами исследований [3]. Указанные

недостатки привели к остановке работы большого количества пиролизных установок по причине их несоответствия нормам экологической

безопасности и неконкурентоспособности вторичных продуктов.

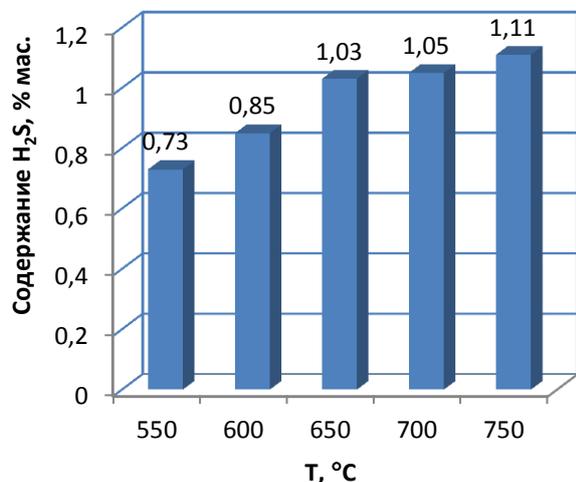


Рис. 4. Зависимость массовой концентрации сероводорода (H<sub>2</sub>S) в пиролизном газе от температуры (Т)

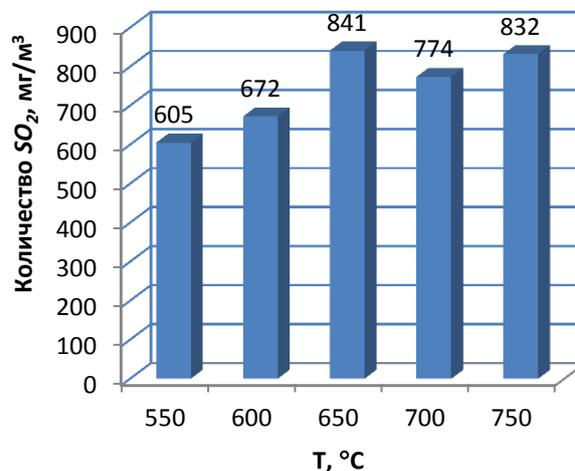


Рис. 5. Зависимость количества выделяемого оксида серы (SO<sub>2</sub>) от температуры (Т) при сжигании пиролизного газа

**Выводы.** 1. Определен оптимальный температурный режим пиролиза шинной резины, который составил 525° С, а также состав и выход продуктов пиролиза: газ – 7,6 ÷ 7,8 % мас; жидкость – 58,3 ÷ 60,1 % мас.; твердый остаток – 31 ÷ 31,6 % мас. 2. Установленные характеристики продуктов пиролиза - жидкости, газа и углеродистого остатка позволяют утверждать, что они представляют собой полупродукты. Для обеспечения экологической безопасности процесса пиролиза и производства качественного вторичного сырья необходима их дополнительная технологическая обработка.

#### Литература

- Юлий И. Осаи, Санни Июке и Самуэль Э. Огбайд. (2014) Производство биомассы через пиролиз используемых шин. Издательская корпорация Hindawi. *Journal of Catalysts*, vol. 2014, номер статьи 386371, 9 страниц.
- Хуан Даниэль Мартинес, Нойшпуй, Рамон Мурильо, Тома Гарсиа, Марижа Виктория Наварро, Ана Мария Мастраль. Пиролиз отработанных шин - обзор. Возобновляемые и устойчивые энергетические обзоры, июль 2013 года. DOI: 10.1016 / j.rser.2013.02.038.
- D. Susa, J. Haydary. (2012). Распределение серы в продуктах пиролиза отходов шин. *Химические документы*, 67 (12), 1521-1526 (2013). DOI: 10.2478 / s11696-012-0294-4.

#### References

- Julius I. Osayi, Sunny Iyuke, and Samuel E. Ogbeide. (2014) Biocrude Production through Pyrolysis of Used Tyres. *Hindawi Publishing Corporation. Journal of Catalysts*, vol. 2014, Article ID 386371, 9 pages.
- Juan Daniel Marti´nez, NeusPuy, Ramo´n Murillo, Toma´s Garc´a, Mari´a Victoria Navarro, Ana Maria Mastral. Waste tyre pyrolysis – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, July 2013. DOI: 10.1016/j.rser.2013.02.038.

- D. Susa, J. Haydary. (2012). Sulphur distribution in the products of waste tire pyrolysis. *Chemical Papers*, 67 (12), 1521–1526 (2013). DOI: 10.2478/s11696-012-0294-4.

Novichkov Yu.A.

#### RESEARCH OF PARAMETERS AND PRODUCTS OF PYROLYSIS OF THREADBARE MOTOR-VEHICLE AND TRACTOR TIRES

The analysis of experimental data on recycling of threadbare motor-vehicle and tractor tires by the method of low temperature pyrolysis has been made. The found characteristics of pyrolysis products such as liquid, gas and solid residue allow to assert that they themselves are semiproducts. For providing ecological safety of the pyrolysis process and production of high-quality second raw material technological aftertreatment of semiproducts is necessary.

**Keywords:** recycling, threadbare motor-vehicle and tractor tires, pyrolysis, afterproducts, ecological safety.

**Новичков Юрий Александрович** старший преподаватель кафедры технической эксплуатации и сервиса автомобилей, технологических машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры  
**E-mail:** novichkov\_yura@mail.ru

**Novichkov Yurii Alexandrovich** senior lecturer of the Department of Technical Exploitation and Service of Automobiles, Technological Machines and Equipment (Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture)  
**E-mail:** novichkov\_yura@mail.ru

**Рецензент: Дрозд Г.Я.** доктор технических наук, профессор Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского национального университета имени В. Даля.

УДК 624.131.37:624.148.2

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВИБРОПРЕССОВАНИЯ СО СДВИГОМ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Рябичева Л.А.

### THEORETICAL BASES OF VIBROPRESSING WITH SHIFT OF CONCRETE MIX

Ryabicheva L.A.

*Для повышения интенсивности уплотнения и прочности бетонной смеси предлагается метод вибропрессования путем применения сдвигающих деформаций. Рассмотрена схема вибропрессования со сдвигом. Поведение бетонной смеси при уплотнении описано моделью упругопластической среды. Бетонная смесь представлена как пористая структура, для характеристики которой используются коэффициенты пористости. Используются кинематические уравнения течения и уравнение пластичности для пористой среды. На основе теории течения решена задача определения скорости объемной сжимаемости и интенсивности скоростей деформаций сдвига. Получены выражения для определения нормальных и касательных напряжений. Математическая модель бетонной смеси при вибропрессовании со сдвигом рекомендуется для оценки влияния касательных напряжений на прочность бетона. Выполнена оценка влияния касательных напряжений на пористость и прочность бетона.*

**Ключевые слова:** уплотнение, бетонная смесь, вибропрессование, сдвиг, деформации, напряжения, пористость, прочность при сжатии.

**Введение.** Бетонная смесь характеризуется способностью пластически растекаться под действием собственной массы или приложенной к ней нагрузки. Это дает возможность применять для ее уплотнения различные способы. Способ уплотнения и свойства смеси находятся в тесной связи. Жесткие не текучие смеси требуют энергичного уплотнения, и при формовании из них изделий следует применять интенсивную вибрацию или вибрацию с дополнительным прессованием. Возможны также и другие способы уплотнения жестких смесей — трамбование, прессование, прокат [1].

Подвижные смеси легко и эффективно уплотняются вибрацией. Применение прессующих видов уплотнения — прессования, проката, трамбования — для таких смесей непригодно. Под действием значительных прессующих усилий или часто повторяющихся ударов трамбовки смесь будет легко вытекать из-под штампа или разбрызгиваться трамбовкой [1].

Наиболее эффективным как в техническом, так и в экономическом отношении является способ вибрации. Его успешно применяют также в сочетании с выше упомянутыми способами механического уплотнения подвижных бетонных смесей. Хорошие результаты в отношении получения бетона высокого качества дает вакуумирование смеси в процессе ее механического уплотнения (преимущественно вибрацией). Однако значительная продолжительность операции вакуумирования существенно снижает ее технико-экономический эффект, и поэтому этот способ мало распространен в технологии сборного железобетона.

Прессование — редко применяемый способ уплотнения бетонной смеси, хотя по техническим показателям отличается большой эффективностью, позволяя получать бетон высокой плотности и прочности при минимальном расходе цемента (100...150 кг/м<sup>3</sup> бетона). Основное препятствие применения прессования состоит в высоком давлении, которое составляет 10...15 МПа и выше. В технологии сборного железобетона прессование используют как дополнительное приложение к бетонной смеси механической нагрузки при ее вибрировании. В этом случае потребная величина прессующего давления не выходит за пределы 500...1000 Па. Технически такого давления достигают под действием статически приложенной нагрузки в результате принудительного перемещения отдельных частиц бетонной смеси.

Одним из способов уплотнения бетонных смесей является прессование под действием нормального давления пуансонами с плоской рабочей поверхностью, позволяющее получить высокоплотные изделия [1]. Известны работы по деформации бетонной смеси сферически деформирующимся штампом [2]. В этом случае деформация осуществляется в вертикальной плоскости нормальным давлением, а в горизонтальной плоскости осуществляется сдвиг отдельных объемов смеси относительно друг друга. При вибропрессовании, прокатке, уплотнении сферически движущимся штампом заполнение

формы происходит за счет сдвигающей деформации [3], что повышает интенсивность уплотнения бетонной смеси.

**Целью работы** является анализ теоретических основ вибропрессования со сдвигом бетонной смеси и экспериментальное исследование полученных моделей при определении влияния касательных напряжений на прочность бетона.

**Постановка задачи.** Реологическая модель бетонной смеси отражает ее основные механические свойства: упругость, вязкость и пластичность. Поведение бетонной смеси при уплотнении вибропрессованием наиболее адекватно описывается моделью упругопластической среды (Бингама-Шведова) [4]. При выполнении вибропрессования со сдвигом бетонной смеси важным параметром, определяющим физико-механические свойства пористой среды, являются касательные напряжения, на величину которых оказывают влияние угол наклона рабочей поверхности пуансонов и свойства бетонной смеси: предел текучести  $\sigma_{so}$  и пористость  $\nu$ . При разработке модели, описывающая напряженно-деформированное состояние, необходимо определить касательные напряжения при сдвиге, которое обеспечивает улучшение межчастичных связей в бетонной смеси.

**Результаты исследований.** Напряженное состояние бетонной смеси при уплотнении определяется кинематикой течения, поэтому в модели использованы кинематические уравнения течения пористой среды. При сжатии со сдвигом скорости течения имеют вид (рис. 1):

$$V_n = V_c \cos \varphi, \quad V_\tau = V \sin \varphi \quad \text{при } y = h. \quad (1)$$

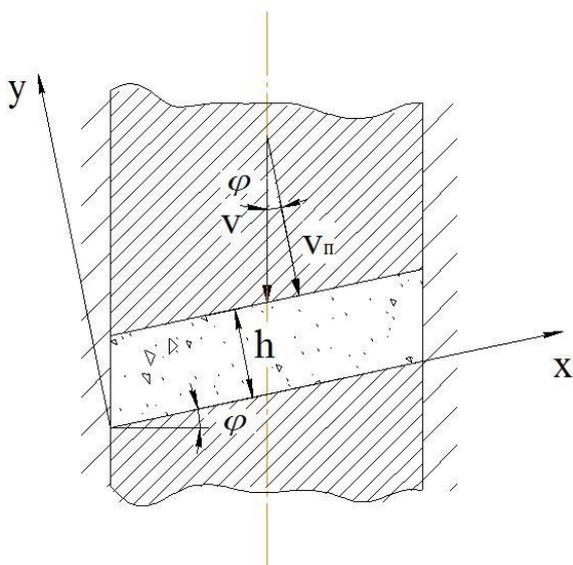


Рис. 1. Схема прессования со сдвигом бетонной смеси

При малой толщине слоя  $h$  деформированное состояние является однородным. Тогда

распределение скоростей течения по толщине будет линейным. Исходя из граничных условий (1) и  $V_n = V_\tau = 0$ , распределение скоростей:

$$V_x = -\frac{V_\tau}{h} y = -V \sin \varphi \frac{y}{h}, \quad (2)$$

$$V_y = -\frac{V_n}{h} y = -V \cos \varphi \frac{y}{h}.$$

Скорость объемной сжимаемости определяется как сумма линейных скоростей деформации:

$$\xi_x + \xi_y + \xi_z = -\frac{\nu \cos \varphi}{h} = -\frac{\alpha H \sigma}{h}, \quad (3)$$

где  $\xi_x, \xi_y, \xi_z$  - составляющие тензора скоростей деформации;

$H$  - интенсивность скоростей деформации сдвига;

$T$  - интенсивность касательных напряжений.

Для пористой среды условие пластичности запишется:

$$\gamma T^2 + \alpha \sigma^2 = \sigma_{so}^2(\chi_0), \quad (4)$$

где  $\sigma$  - гидростатическое давление;

$\sigma_{so}^2(\chi_0)$  - напряжение текучести в функции от параметра упрочнения бетонной смеси  $\chi_0$ ;

$\alpha, \gamma$  - коэффициенты, характеризующие пористое состояние бетонной смеси и изменяющиеся в пределах  $\alpha=0,67-1$ ;  $\gamma=3-0$ .

Интенсивность касательных напряжений:

$$T = \left( \frac{\sigma_{so}^2 - \alpha \sigma^2}{\gamma} \right)^{1/2}. \quad (5)$$

После решения уравнения (5) совместно с (3), получим зависимость нормальных напряжений при вибропрессовании со сдвигом от напряжения текучести бетонной смеси:

$$\sigma = \sigma_{so} \frac{\xi}{\alpha Q}, \quad (6)$$

где  $Q$  - эквивалентная скорость деформации

Таким образом, скорость объемной сжимаемости  $\xi$  и интенсивность скоростей деформаций сдвига  $H$  описывают деформационное состояние среды, которое характеризуется эквивалентной скоростью деформации  $Q$ , зависящей от пористости.

Интенсивность напряжений сдвига определяется аналогично:

$$T = \sigma_{so} \frac{H}{\gamma Q}. \quad (7)$$

Исходя из условия сжимаемости и выражения для интенсивности напряжений сдвига, получим:

$$\frac{H}{\xi} = \frac{\gamma T}{\alpha \sigma}. \quad (8)$$

Данное выражение определяет напряженное состояние пористой бетонной смеси. Кинематическое состояние пористой бетонной смеси при вибропрессовании со сдвигом бетонной смеси

Связь компонент напряжений и деформаций используем для определения параметров напряженного состояния тонкого слоя бетонной пористой смеси. Тензор напряжений представляется как сумма шаровой и девиаторной составляющих:

$$\sigma_{ij} = S_{ij} + \delta_{ij}\sigma, \quad \sigma = \frac{1}{3}\delta_{ij}\sigma_{ij}. \quad (9)$$

Девиаторную составляющую тензора напряжений находим из выражения (3):

$$S_{ij} = \frac{2T}{H}(\xi_{ij}) - \delta_{ij} \frac{\alpha H}{3\gamma H} \sigma. \quad (10)$$

Решая совместно (7) и (8) имеем:

$$S_{ij} = \frac{3\sigma_{so}}{\gamma Q} \left( \xi_{ij} - \delta_{ij} \frac{\xi}{3} \right). \quad (11)$$

Компоненты тензора напряжений определяются как

$$\sigma_{ij} = \frac{\sigma_{so}(\chi)}{Q} \left( \frac{2}{\gamma} \xi_{ij} + \delta_{ij} \frac{3\gamma - 2\alpha}{3\gamma\alpha} \xi \right). \quad (12)$$

Нормальные компоненты тензора напряжений можно определить:

$$\sigma_{ij} = \sigma_x = \frac{\sigma_{so}}{Q} \frac{3\gamma - 2\alpha}{3\gamma\alpha} \xi. \quad (13)$$

Нормальное напряжение по оси y:

$$\sigma_y = - \frac{\sigma_{so} \cos \varphi (4\alpha + 3\gamma)}{\sqrt{3\gamma\alpha [3\alpha + (\alpha + 3\gamma)\cos^2 \varphi]}}. \quad (14)$$

Касательная составляющая тензора напряжений определится:

$$\tau_{xy} = \frac{\sigma_{so}}{Q} \frac{2\xi_{ij}}{\gamma}. \quad (15)$$

После преобразований имеем:

$$\tau_{xy} = - \frac{2\sigma_{so} \sin \varphi \sqrt{3\gamma\alpha}}{\gamma \sqrt{3\alpha + (\alpha + 3\gamma)\cos^2 \varphi}}. \quad (16)$$

С учетом определения  $\sigma_{so}$  получим:

$$\tau_{xy} = \frac{6\sigma_y \alpha \operatorname{tg} \varphi}{4\alpha + 3\gamma}. \quad (17)$$

Таким образом, по выражению (17) при известных осевом напряжении, параметрах пуансонов, коэффициентах пористости, можно определить касательные напряжения при вибропрессовании со сдвигом бетонной смеси.

Разработанные теоретические основы вибропрессования со сдвигом бетонной смеси могут быть использованы для оценки влияния касательных напряжений на прочность бетона, а, следовательно, его качество. Используя формулу (17), можно получить величины касательных напряжений при вибропрессовании со сдвигом и оценить их влияние на изменение физико-механических свойств бетона.

Для расчета использовали бетонную смесь состава. Угол наклона рабочей поверхности пуансонов составлял 0, 10, 20 и 30°. Давление прессования составляло 12, 11,8; 11,3; 10,4 МПа, соответственно. Пористость определяли на образцах в возрасте 28 суток. Исходными данными для расчета являются давление, угол наклона рабочей поверхности пуансонов, пористость.

На рис. 2 показан рост касательных напряжений с увеличением угла наклона пуансонов, что должно обеспечивать рост межчастичных связей в бетонной смеси. Это явление объясняется увеличением влияния девиаторной части тензора напряжений на процесс перемещения и уплотнение частиц прессуемого материала.

Увеличение угла наклона рабочей поверхности пуансонов  $\varphi$  приводит к снижению пористости образцов (рис. 3). Наибольшая пористость получена при вибропрессовании пуансонами с плоской рабочей поверхностью. Однако, при величине угла более 20° наблюдается также увеличение пористости, что, очевидно, в модели учитывается уменьшением величины напряжений вследствие образования микротрещин и выбором коэффициентов  $\alpha$  и  $\gamma$ , зависящих от пористости. Очевидно, изменение касательных напряжений не чувствительно к характеристикам структуры бетона и при угле 30° касательные напряжения увеличиваются, в том время как пористость несколько больше, чем при 20°.

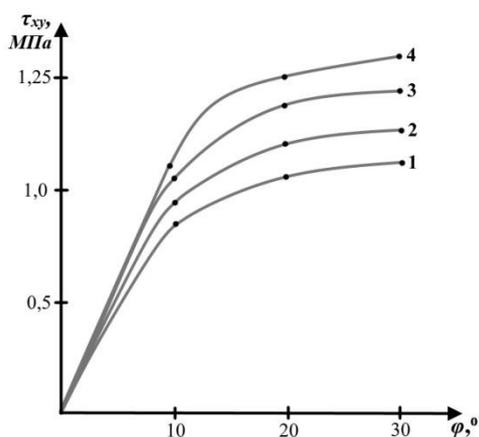


Рис. 2. Зависимость касательных напряжений от угла наклона пуансонов:

1 -  $\varphi - 0^0$ ; 2 -  $\varphi - 10^0$ ; 3 -  $\varphi - 20^0$ ; 4 -  $\varphi - 30^0$

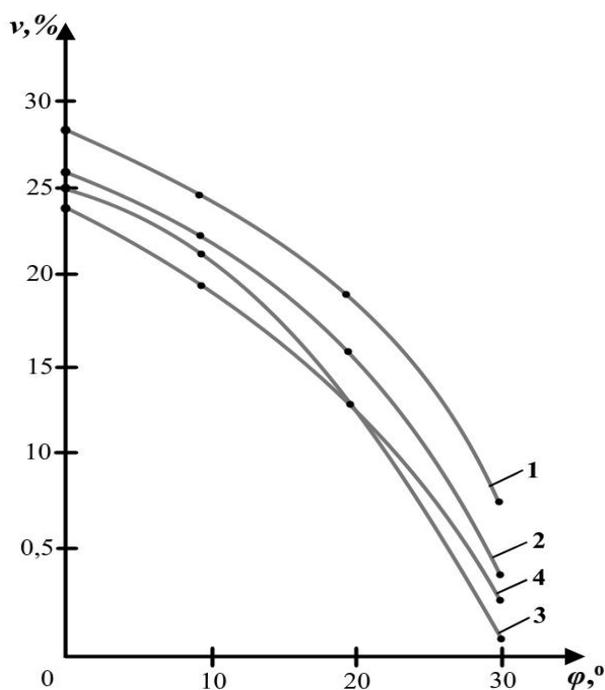


Рис. 3. Зависимость пористости бетонных образцов от угла наклона пуансонов:

1 -  $\varphi - 0^0$ ; 2 -  $\varphi - 10^0$ ; 3 -  $\varphi - 20^0$ ; 4 -  $\varphi - 30^0$

Влияние касательных напряжений на прочность на сжатие бетонных образцов, полученных при разных углах наклона рабочей поверхности пуансонов, показано на рис. 4. С ростом величины касательных напряжений или угла наклона рабочей поверхности пуансонов до  $20^0$  прочность растет. При угле  $30^0$  прочность на сжатие уменьшается вследствие ослабления межчастичных связей.

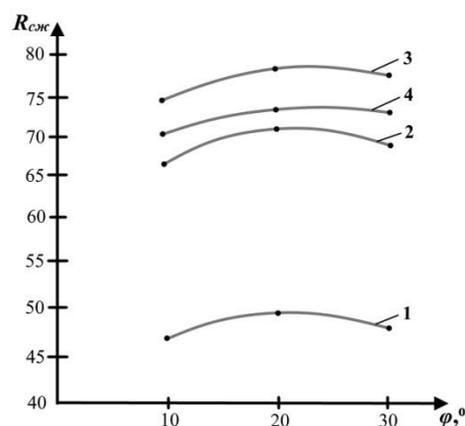


Рис. 4. Зависимости прочности на сжатие бетонных образцов от угла наклона пуансонов:

1 -  $\varphi - 0^0$ ; 2 -  $\varphi - 10^0$ ; 3 -  $\varphi - 20^0$ ; 4 -  $\varphi - 30^0$

Таким образом, применение математической модели, описывающей вибропрессование со сдвигом бетонной смеси, позволяет рассчитать характеристики процесса вибропрессования – величину касательных и нормальных напряжений, а также характеристики структуры бетонных образцов – пористость и прочность на сжатие. Применение вибропрессования со сдвигом бетонной смеси приводит к уменьшению пористости и росту прочности на сжатие при увеличении угла наклона рабочей поверхности пуансонов.

**Вывод.** Разработана математическая модель вибропрессования со сдвигом бетонной на основе кинематических уравнений течения и условия пластичности, которые учитывают материальное состояние пористой среды. Полученные выражения позволяют рассчитать параметры вибропрессования со сдвигом и физико-механические свойства бетонных образцов: пористость и прочность при сжатии. Применение вибропрессования со сдвигом приводит к увеличению влияния касательной составляющей напряженного состояния на уплотнение бетонных образцов.

#### Л и т е р а т у р а

1. Баженов Ю.М. Технология бетона / Ю.М. Баженов. М.: Издательство АВС, 2007. - 528 с.
2. Бурханов Р.Р. Исследование характера деформации бетонной смеси сферически движущимся штампом / Р.Р. Бурханов // Вестник Саратовского государственного технического университета, 2010, выпуск 1, т.3, с. 1-4.
3. Глотов Ю.Д. Вибропрессование. Практические рекомендации / Ю.Д. Глотов А.А. Тормозов Е.С. Шутов и др. // Производственное издание. FillFine. – 252 с.
4. Дашко Р.Э. Механика горных пород / Р.Э. Дашко. М.: Недра, 1987. 264 с.
5. Грин Р. Дж. Теория пластичности пористых тел / Р. Дж. Грин // Механика. 1973. № 4. с. 109-120.
6. Илюшин А.А. Механика сплошной среды / А.А. Илюшин. М.: Изд-во Московского университета, 1971. 297 с.

### References

1. Bazhenov Ju.M. Tehnologija betona / Ju.M. Bazhenov. M.: Izdatel'stvo AVS, 2007. - 528 s.
2. Burhanov R.R. Issledovanie haraktera deformacii betonnoj smesi sfericheski dvizhushhimsja shtampom / R.R. Burhanov // Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta, 2010, vypusk 1, t.3, s. 1-4.
3. Glotov, Ju.D. Vibropressovanie. Praktičeskie rekomendacii / Ju.D. Glotov, A.A. Tormozov, E.S. Shutov i dr. // Proizvod-stvennoe izdanie. FillFine. – 252 s.
4. Dashko R.Je. Mehanika gornyh porod / R.Je. Dashko. M.: Nedra, 1987. 264 s.
5. Grin R. Dzh. Teorija plastichnosti poristyh tel / R. Dzh. Grin // Mehanika. 1973. № 4. s. 109-120.
6. Pjushin A.A. Mehanika sploshnoj sredy / A.A. Pjushin. M.: Izd-vo Moskovskogo universiteta, 1971. 297 s.

**Ryabicheva L.A.**

#### THEORETICAL BASES OF VIBROPRESSING WITH SHIFT OF CONCRETE MIX

*For increase of intensity of consolidation and durability be, for the characteristic of a yak i ton mix of a prelog the vibropressing method by application of the shifting deformations zsvnikhtsya. The scheme of vibropressing with shift is considered. The behavior of concrete mix at consolidation is described by model of the elasto-plastic environment. Concrete mix is presented as porous structure for which characteristic porosity coefficients are used. The kinematic equations of a current and the equation of plasticity*

*for the porous environment are used. On the basis of the theory of a current the problem of determination of speed of volume compressibility and intensity of speeds of deformations of shift is solved. Expressions for determination of normal and tangent tension are received. The mathematical model of concrete mix when vibropressing with shift is recommended for an assessment of influence of tangent tension on concrete durability. The assessment of influence of tangent tension on porosity and durability of concrete is executed.*

**Key words:** consolidation, concrete mix, vibropressing, shift, deformations, tension, porosity, durability at compression.

**Рябичева Людмила Александровна**, д-р техн. наук, профессор, зав.кафедрой, Луганского национального университета им. В. Даля

**E-mail:** ryabic@gmail.com

**Ryabicheva Lyudmula Alekcandrovna** - D.Sc (Eng), Associate Professor, Head of the Material Department, Vladimir Dalh Lugansk National University

**E-mail:** ryabic@gmail.com

**Рецензент:** **Андрійчук Н.Д.** д.т.н., проф., директор інститута будівництва, архітектури і житлово-комунального господарства.

*Статья подана 15.08.2017*

УДК 007: 304: 070; 087.5; 316.662

## КУЛЬТУРА КНИГОИЗДАНИЯ В ЛНР (НА ПРИМЕРЕ КНИГИ «ДОРОГАМИ СУДЬБЫ В. И. ДАЛЯ»

Одинцова М. И.

## THE CULTURE OF BOOK PUBLISHING IN LPR (ON THE EXAMPLE OF THE BOOK "ROADS OF THE DESTINY OF V. DAHL")

Odintsova M. I.

*В статье изучается вопрос культуры издания на примере книги «Дорогами судьбы В. И. Даля». Для этого проанализирован вид издания, его формат и объем, формат книжной полосы, композиционные принципы ее конструирования и книги в целом. При рассмотрении художественного оформления издания делается акцент на анализе использования декоративных элементов, шрифтовых и нешрифтовых выделений, иллюстраций, подложек, кегля и гарнитуры шрифтов. Предметом рассмотрения автора стали также справочно-вспомогательные элементы издания, соблюдение основных правил набора и верстки, а также уровень полиграфического исполнения. Автор подчеркивает своеобразие книги, ее положительные характеристики, выделяет недостатки издания, отмечает очевидные заслуги составителей и издателей, а также их ошибки.*

**Ключевые слова:** книга, культура издания, оформление книги, формат книги, справочно-вспомогательные элементы издания, верстка книжных полос, полиграфическое исполнение

**Введение.** Книга – это составная часть и носитель национальной культуры, а также универсальный хранитель социального опыта. Ее образ состоит из многих факторов, которые несут в себе познавательную, нравственную, эстетическую и другие сведения. Книга отличается тройственным характером, т.к. является средством хранения информации, средством коммуникации и товаром.

Книгу всегда относили к числу вещей, которые имеют наибольший воспитательный потенциал, воплощающийся как в смысле (предмет духовной культуры), так и во внешнем виде (предмет материальной культуры) и пронизывающий всю ее многогранную природу: и содержание, и художественное оформление, и полиграфическое исполнение. Книга всегда была синтезом слова и изображения. Она воспринималась не только как абстрактная знаковая система, но и как носитель конкретно-образного начала.

Информационная составляющая формирования современного общества по-новому высветила

проблемы книги. В информационном обществе новые тенденции в сфере социальных коммуникаций привели к трансформации издательского дела в интегрированную систему, что повлекло за собой и изменение основных принципов деятельности. Однако, несмотря на быстрое развитие информационной составляющей культуры общества, культура изданий остается и будет оставаться в будущем важным элементом социокультурной коммуникации.

Вызовы современного информационного общества делают актуальными исследования многих аспектов книгоиздания. Наличие значительного количества теоретических работ свидетельствует о внимании ученых именно к вопросам культуры книги. Ведь подобные вопросы интересны не только литературным, научным, художественным, техническим редакторам, авторам, полиграфистам, но и читателям. Ключевые проблемы культуры изданий рассматривали В. Барыкин, В. Ляхов, А. Мильчин, А. Овсянников, М. Сикорский, Н. Черныш и другие.

Теоретическое осмысление современных процессов в книгоиздании (в частности культуры книги), а также практическая реализация Концепции государственной (национальной) программы приобщения детей и юношества к чтению, принятой в РФ и рассчитанной до 2020 г., привело к появлению целой плеяды высокопрофессиональных издателей и полиграфистов, которые производят значительное количество доброкачественных, конкурентоспособных на мировом уровне книг. Об этом свидетельствуют многочисленные книжные ярмарки, выставки, форумы издателей.

Анализ литературы свидетельствует, что проблемы книгоиздания в ЛНР не были предметом специального исследования и не освещались даже фрагментарно. Особая значимость дальнейшего изучения и творческого использования положительного опыта и обусловили выбор темы статьи.

**Целью настоящей работы** является анализ культуры книгоиздания в ЛНР на примере книги «Дорогами судьбы В. И. Даля».

**Изложение основных материалов.** Книга «Дорогами судьбы В. И. Даля» была подготовлена к печати работниками Литературного музея Владимира Ивановича Даля и издана полиграфическим центром «Максим» в 2016 году. Это был юбилейный год, ведь отмечалась 215-годовщина со дня рождения Даля и 30-летие Литературного музея. К этим двум датам и был приурочен выход книги. Авторы-составители: Л. П. Соколова, Л. И. Кульбацкая, А. А. Безкровная. Ответственная за выпуск: О. В. Приколота. Художественный редактор: А. В. Закорецкий. Художественное оформление, дизайн и компьютерная верстка: А. М. Больбит.

Внимание к этой книге обусловлено несколькими факторами:

1. Это первое юбилейное подарочное издание, вышедшее в свет в Луганске после обстрелов.
2. Большой объем работы, проделанный коллективом музея, несмотря на заявленную в предисловии оценку собственного труда: «...обрисовано лишь несколько, наименее освещенных в популярной литературе, граней его [В. Даля – М. Одинцова] многосторонней личности...» [2, с. 10].
3. Трудоемкое полиграфическое исполнение.

Хотя авторы и позиционируют свою книгу как научно-популярное издание и ставят перед собой цель рассказать о нашем земляке широкому кругу читателей – популяризировать его творчество, тем не менее содержание и оформление книги позволяют отнести ее сразу к нескольким классификационным группам. Так, поскольку это издание приурочено к юбилею и улучшенного оформления, согласно ГОСТу его можно отнести к юбилейным изданиям [1]. По характеру оформления и способу полиграфического исполнения его можно назвать улучшенным изданием, т.к. это «издание, выпущенное в улучшенном художественном оформлении и полиграфическом исполнении: с использованием оригинального макета, шрифтов новых гарнитур, на высококачественной бумаге» [1]. А по характеру обращения уже скоро, думается, его можно будет назвать также редким, т.к. это издание, выпущенное в малом числе экземпляров (всего 1000) и имеющее определенную ценность [1].

Знакомство с книжным искусством прививает любовь и уважение к книге, чтению, повышает уровень эстетического развития читателя, поэтому так важно издавать книги на высоком полиграфическом и художественно-техническом уровне. В противном случае не выйдет «этого изумительного инструмента, без верной настройки которого ни автору не дано сыграть всей тонкости своей мелодии, ни читателю их уловить» [3].

«Настоящее книжное искусство исключительно дело такта и, прежде всего, хорошего вкуса» [5, с. 20]. Так утверждает известный типограф и книжный дизайнер Ян Чихольд.

Существует множество способов декоративного оформления книги. Некоторые технологии и материалы используются только при печати многокрасочных иллюстрированных изданий высокого качества. Так, для изготовления книги «Дорогами судьбы В. И. Даля» было использовано золотое тиснение на обложке, а также высококачественная мелованная дизайнерская бумага и как следствие нетипичный обрез, что уже свидетельствуют о высоком классе издания.

Отметим, что страницы книги представляют собой фон с растительным орнаментом, выполненным в нежных серовато-оливковых тонах и несколько напоминающим обои в аристократических гостиных XIX века, что ненавязчиво связывает эпохи. Посередине страницы несколько выделены, что позволяет, с одной стороны, разместить текст на чистом фоне, с другой – на полях несколько затемнить страницы, поскольку белая мелованная бумага в высшей степени неприятна для глаз. На форзаце используется тот же орнамент, только в более насыщенном золотистом цвете. Неоднородность тона бумажного покрытия делает неоднородным и книжные обрезы.

Поскольку объем книги значителен (более 150 стр.), к тому же важно было разместить большое количество иллюстраций, в том числе и крупных (полосных и полуполосных), был выбран формат большого среднего, слегка расширенный формат издания – 70x100/16.

С форматом книги связано решение многих вопросов ее композиции, например, размер книжной полосы, кегль шрифта, размер и размещение иллюстраций и т.д. Согласно многовековой традиции формат книжной полосы должен напоминать формат страницы книги – при этом достигается наиболее очевидная композиционная связь между прямоугольной книжной полосой и прямоугольной страницей. В книге использованы различные виды полос. Все начальные полосы – нечетные, т.е. главы начинаются с правой страницы. Рядовые текстовые полосы от верхнего поля до нижнего полностью запечатаны текстом. Смешанные полосы полностью заняты текстом и иллюстрациями. Концевые полосы должны быть заполнены не менее, чем на треть.

Чтобы органично разместить различные по объему иллюстрации на полосе, а также визуально отделить текстовую полосу от иллюстраций, в книге используют большие поля. Так, нижнее поле от обреза до нижней границы запечатанной полосы составляет 40 мм (против 29 мм нормы), верхнее – 32 мм (против 17). Внешнее поле имеет различные объемы. Это связано с местоположением иллюстраций.

Расположение иллюстраций тесно связано с общим характером оформления книги, с общими композиционными принципами ее конструирования. В анализируемом издании применяется верстка иллюстраций на отдельной полосе, на полях, открыто – вверху или внизу полосы, открыто – с выходом на поля, в оборку. Вместе с тем иллюстрации расположены так, что все страницы и книжные развороты воспринимаются читателями как обоснованно и гармонично скомпонованные. Так, самые большие поля (до 75 мм) находятся на полосах, где располагаются колонтитулы. Находкой считаем нетрадиционное решение расположить колонтитул на уровне первой верхней строки во внешней части страницы, визуалью этим как бы разделив полосу на две колонки. Таким образом, позволяя отделить запечатанный текст от иллюстрации, заверстанной, например, на полях или в оборку. В этом же случае располагаются и минимальные поля – 17 мм. Это расстояние от внешней границы иллюстрации и до обреза. На полосах без иллюстраций и колонтитулов внешние поля – до 55 мм. По непонятным причинам уменьшены корешковые поля с 26 мм нормы до 16 мм. Возможным объяснением этого может служить желание оформителей усилить композиционное единство книжных разворотов.

Расположение иллюстраций имеет большое значение для удобства пользования книгой и заметно влияет на весь ее художественный облик. Нестандартные поля лишней раз подчеркивают своеобразие книги. К сожалению, вынуждены констатировать, что установленные принципы композиции книжных полос на протяжении всего издания не выдерживаются. Так, полосы без колонтитулов можно встретить с полями 45 мм и 55 мм. Полосы с колонтитулами – 70 мм и 75 мм.

Очевидной заслугой авторов-составителей и положительным качеством издания, считаем, является качество иллюстративного материала. Изложение биографического материала требует сопровождения документальными иллюстрациями, поэтому в книге встречаем фотографии, копии, фотоснимки документов и т.п. Внушительным является и количество иллюстративного материала. Так, из 159 страниц на семидесяти помещены фотоматериалы (а также на обложке и титуле). И это притом, что в общее количество страниц входят выходные данные, оглавление, библиографический список трудов В. И. Даля, а также послужной и формулярный списки разных лет, составленные лично В. И. Далем, т.е. материалы, которые не требуют иллюстрирования. Кроме того, из-за выбранного стиля документального иллюстрирования, художественные произведения В. И. Даля (например, «Сказка о Георгии Храбром и о волке» или «Бриг “Меркурий”») просто не могут быть иллюстрированными, т.к. не могут сопровождаться фотографиями.

Из справочно-вспомогательных элементов в издании представлены оглавление, колонтитул и колонцифра. Нормы и сигнатуры, которые служат для ориентировки типографских работников при комплектовке издания и помогают не перепутать порядок тетрадей (листов) и не включить в книгу «чужую» тетрадь, к сожалению, отсутствуют. Хотя, надо признать, на комплектацию книги это не повлияло.

Задача оглавления рассматриваемого издания – познакомить читателя с тематикой, планом и архитектоникой книги до того, как он начнет читать ее основной текст, поэтому, считаем, вполне уместно его расположение в начале издания. В изданиях увеличенного и большого формата часто оглавление «разгоняют», чтобы оно не потерялось на странице. В нашем случае оглавление набрано шрифтом такого же кегля, что и основной текст, и увеличены пробелы между строками. Для лучшего представления об архитектонике книги в оглавлении хорошо показано соподчинение заголовков. Сделано это за счет различного расположения частей. Так, название заголовков расположены в красную строку, а подзаголовков – с выключкой в край.

Мы уже упоминали о колонтитулах. Добавим, что в качестве колонтитулов используют не названия разделов (их немного в издании), а пословицы из книги В. И. Даля «Пословицы русского народа». Отметим, что этот нестандартный ход, вместе с расположением на наружном боковом поле («лежа») и специфическим шрифтом можно также считать находкой для издания.

В соответствии с нормами, нижняя колонцифра отбита от нижнего края полосы набора на величину, большею кегля основного шрифта, что позволило зрительно увеличить объем нижнего поля и одновременно заполнить его. Однако колонцифра размещена по центру запечатанного текста, а не по центру полосы, что заставляет колонцифру «прыгать» и зрительно еще больше сужает корешковое поле.

Колонцифры, в соответствии с нормами, не проставлены на полосах, занятых титульными элементами и выходными сведениями, а также на полосах, целиком занятых иллюстрациями. Однако проставлены на концевых полосах, что является очевидным нарушением.

Важнейшие требования к шрифту как элементу оформления книги – его удобочитаемость, художественные достоинства, технологичность (способность давать неискаженный оттиск при печатании тиража книги) и экономичность. В соответствии с СанПиН 1.2.1253–03, кегль шрифта основного текста книги «Дорогами судьбы В. И. Даля», как и для изданий подобного формата, составляет 12 пунктов, кегль вспомогательного текста – 10, кегль индексов – 8 [4].

С целью подчеркнуть ключевые мысли, выделить цитаты, обособить изречения В. И. Даля в книге применяются шрифтовые и нешрифтовые

выделения. В основном тексте из шрифтовых выделений используют курсивное начертание. Для колонцифр – выделение шрифтом, гарнитура которого отлична от основного, и курсив. Для эпиграфов – выделение шрифтом большего кегля и курсив. Следует отметить, что при наборе использовано четыре гарнитуры: Minion Pro, LazurskiC, BalticaC, AnastasiaScriptC.

Из нешрифтовых выделений применяется выделение цветом. Так, коричневым (что, к слову, гармонирует с обложкой и форзацем) набраны колонцифры, колонцифры, эпиграфы к разделам. Такой вид был использован благодаря тому, что книга изготовлена с помощью полноцветной печати. Что однозначно сказалось на высоком качестве издания.

Следует отметить, что в книге соблюдены основные правила набора. Так, например, знаки препинания не отбиваются от предшествующего текста. Знак тире между цифрами, между словами, обозначающими «от» и «до», а также кавычки от последующих слов не отбиваются. Во всем издании использованы и соблюдены правила расстановки тире и дефисов. Не разбиваются знаком переноса сокращения, набираемые прописными буквами; цифры, образующие одно число. Не разбиваются на разные строки инициалы от фамилии; сокращенные слова от имен собственных, к которым они относятся; арабские или римские цифры от их сокращенных или полных наименований; предлог, которым начинается предложение. Максимальное количество переносов подряд – не больше трех. Линия шрифта не нарушена по всему изданию. Абзацный отступ составляет 0,5 см и одинаков по всему изданию. Межсловный пробел автоматический, согласно кеглю шрифта, т.е. отвечает правилам набора.

В основном, соблюдены и общие требования к верстке книжных полос и изданий в целом. Так, например, оглавление оформлено в соответствии с нормами: текст не заходит за конец линии отточий, отточия заканчиваются на одной линии. Заголовки, выключенные по центру запечатанного текста, оформлены со втяжками, равными абзацному отступу. Переносов в заголовках нет; разбивка на строки происходит по синтагмам. После заголовка на странице не менее 3 строк. Размер концевой строки соответствует правилам набора, т.е. перекрывает абзацный отступ в 1,5–2 раза. Висячие строки отсутствуют. Интерлиньяж увеличен для удобочитаемости и одинаков по всему изданию.

Однако следует отметить и некоторые нарушения. Так, например, при оформлении списка ширина пробела после нумерационной части должна быть неизменной. Это правило выдержано в книге, за исключением сносок на стр. 27 и 29. Строка книжной полосы не должна заканчиваться союзом или предлогом, состоящими из одной буквы, или частицей «не». В отношении союзов и предлогов норма соблюдена, в отношении частицы

– нет (см. стр. 9, 17, 23 и т.д.). Не выдержано также одинаковым во всем тексте расстояние от нижней строки до колонцифры (стр. 82, 111, хотя это не концевые полосы). Как известно, для симметрии книжного разворота должно быть одинаковое количество строк на полосах. Несоблюдение этой нормы приводит также к нарушению предыдущей нормы. Расположение иллюстраций на полосе усложняют подсчет, однако даже визуально заметно, что подписи к иллюстрациям (например, на стр. 50, 75, 87) выбиваются из общей симметрии разворота, что в свою очередь меняет и расстояние от нижней строки до колонцифры.

Следует отметить высокий уровень полиграфического исполнения. Так, из дефектов, которые возникают при печатании (выщипывание, двоение, тение, пятнистость, полошение, меление, отмарывание, растискивание, наложение краски на офсетное полотно, скручивание листов и т.д.), не отмечен ни один. И это при том, что фактором риска тут является выбор бумаги. Как известно, мелованная бумага повышенной гладкости или литого мелования (а именно такую использовали для печати книги «Дорогами судьбы В. И. Даля») чаще всего и приводит к подобным дефектам.

Обращает на себя внимание высокое качество брошюровочно-переплетных процессов, т.к. отсутствуют дефекты:

- фальцовки и комплектности элементов;
- дефекты при шитье и приклейки форзацев и каптала (поскольку использована специальная форзацная бумага; плотность бумаги соответствует толщине блока; наличествует точность совмещения верхнего края форзаца с верхним краем тетради и плотность приклейки окантовки; отсутствуют дефекты проклейки форзацев и каптала, приклейки форзаца, вызывающие пузыри, складки, перекосы, а также осыпание нитей капталальной тесьмы);
- дефекты переплетной крышки (поскольку можно отметить точность высоты крышек у передних краев и прямолинейность крышек в верхнем и нижнем кромках; отсутствие косины шпаций, коробления крышек, а также механических повреждений и загрязнений).

Не можем не отметить также, что при очевидно хорошей редакторской и корректорской подготовке издания (хотя в надвыпускных данных эти должности не отмечены), все же имеются и пропущенные ошибки. Досадно, что уже на обороте титула, в описании каталожной карточки слово «авторы-составители» написано без дефиса, что является орфографической ошибкой.

**Выводы.** 1. Таким образом, хочется отметить, что книга «Дорогами судьбы В. И. Даля», несмотря на наличествующие немногочисленные недостатки, издана на достаточно высоком художественно-техническом и полиграфическом уровне, что

позволяет нам говорить о высокой культуре издания. Кроме того, нельзя не принимать во внимание особых условий, сопутствовавших работе над книгой и в значительной мере объясняющих наличие этих недостатков.

2. Примечательно, что возрождение книгоиздательских традиций нашего региона начинается именно с Владимира Ивановича Даля.

3. В условиях активного развития глобального информационного пространства вопросы культуры книгоиздания требуют теоретического осмысления и практического воплощения.

4. Проблема, лишь очерченная в статье на примере одной книги, требует дальнейшего исследования и комплексной оценки.

#### Л и т е р а т у р а

1. ГОСТ 7.60–2003 СИБИД. Издания. Основные виды. Термины и определения [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.gosthelp.ru/text/GOST7602003SIBIDIzdaniyaO.html>.

2. Дорогами судьбы В. И. Даля / Авторы-составители: Л. П. Соколова, Л. И. Кульбацкая, А. А. Безкровная. Ответственная за выпуск: О. В. Приколота. – Луганск: Полиграфический центр «Максим», 2016. – 158 с.

3. Кабанов В. Т. Недавние такие времена... // Знамя. – 2009. – № 7 [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://znamlit.ru/publication.php?id=3968>.

4. СанПиН 1.2.1253–03. Гигиенические требования к изданиям книжным для взрослых [Электронный ресурс] / Режим доступа: [http://www.ndoc.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=65](http://www.ndoc.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=65).

5. Чихольд Я. Облик книги: Избранные статьи о книжном оформлении. – Москва: Книга, 1980. – 239 с.

#### R e f e r e n c e s

1. GOST 7.60–2003 SIBID. Izdaniya. Osnovnye vidy. Terminy i opredeleniya [Elektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: <http://www.gosthelp.ru/text/GOST7602003SIBIDIzdaniyaO.html>.

2. Dorogami sud'by V. I. Dalja / Avtory-sostaviteli: L. P. Sokolova, L. I. Kul'backaja, A. A. Bezkravnaja. Otvetstvennaja za vupusk: O. V. Prikolota. – Lugansk: Poligraficheskij centr «Maksim», 2016. – 158 s.

3. Kabanov V. T. Nedavnie takie vremena... // Znamja. – 2009. – № 7 [Elektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: <http://znamlit.ru/publication.php?id=3968>.

4. SanPiN 1.2.1253–03. Gigienicheskie trebovanija k izdaniyam knizhnym dlja vzroslyh [Elektronnyj resurs] / Rezhim dostupa: [http://www.ndoc.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=65](http://www.ndoc.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=65).

5. Chihol'd Ja. Oblik knigi: Izbrannye stat'i o knizhnom oformlenii. – Moskva: Kniga, 1980. – 239 s.

**Odintsova M. I.**

#### **THE CULTURE OF BOOK PUBLISHING IN LPR (ON THE EXAMPLE OF THE BOOK "ROADS OF THE DESTINY OF V. DAHL")**

*In the article the issue of the culture of the publication is studied on the example of the book "The Roads of Fate of V. Dahl". For this, the type of publication, its format and volume, the format of the book strip, the compositional principles of its design and the book as a whole are analyzed. Considering the design of the publication, emphasis is placed on the analysis of the use of decorative elements, font and non-font extractions, illustrations, substrates, size and fonts. The subject of the author's consideration also became reference and auxiliary elements of the publication, adherence to the basic rules of recruitment and layout, as well as the level of polygraphic performance. The author emphasizes the originality of the book, its positive characteristics, highlights the shortcomings of the publication, notes the obvious merits of the compilers and publishers, as well as their errors.*

**Key words:** book, edition culture, book design, book format, reference and auxiliary elements of edition, layout of book pages, printing execution.

**Одинцова Майя Ивановна**, к.н. по соц. ком., доцент кафедры журналистики ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет имени Владимира Даля», г. Луганск.

**E-mail:** [odin2004@ukr.net](mailto:odin2004@ukr.net)

**Odintsova Maya Ivanovna**, Candidate of Sciences, a dosent of the Chair "Journalism", State Educational Establishment of Higher Professional Education "Lugansk Vladimir Dahl National University".

**E-mail:** [odin2004@ukr.net](mailto:odin2004@ukr.net)

**Рецензент:** **Фесенко Юрий Павлович**, доктор филологических наук, профессор, зав. кафедрой журналистики ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 17.10.2017

УДК 331.103.244

## ТВОРЧЕСТВО КАК ОСНОВА СОЗДАНИЯ ИННОВАЦИЙ

Бугаевская Ю.Ю.

## CREATIVITY AS THE BASIS FOR CREATING INNOVATIONS

Bugaevskaya Ju. Ju.

*Отмечено, что инновация являются результаты творческой деятельности, воплощенные в конкретные продукты, процессы или услуги. Детально рассмотрено определение понятия творчество, показаны его виды. Результаты творческой деятельности являются объектами интеллектуальной собственности. Подробно рассмотрено это понятие. Показано, какие объекты относятся к промышленной собственности, какие – к авторскому праву.*

**Ключевые слова:** творчество, определение, виды, результаты, интеллектуальная собственность, промышленная собственность, авторское право.

Поиск путей решения той или иной проблемы, причем абсолютно любой: материальной или духовной, технической или моральной, неизбежно приводит к рождению чего-то качественно нового – продукта или процесса, – способных, если не полностью, то хотя бы частично удовлетворить те конкретные потребности общества, в которых оно нуждалось до момента создания данного новшества. А поскольку проблемы постоянно возникали и, обычно, так или иначе решались на протяжении всей многовековой истории развития общества, постольку сегодня наш мир оказался наполненным бесчисленным множеством разнообразных рукотворных объектов, в сущности, отражающих как в зеркале работу человеческого разума в процессе его эволюционирования. Необозримое многообразие различных изделий, материалов, технологий, произведений литературы и искусства и многое другое – все это результаты удивительного, мучительного и величественного процесса, именуемого творчеством.

Под творчеством, в широком смысле этого слова, понимается любая деятельность человека, если она не сводится к простому копированию каких-либо уже отработанных операций [1]. Но так уже получилось, что, говоря о творчестве, мы обычно понимаем вдохновение писателя, поэта, композитора, художника и очень редко говорим о творческой деятельности инженеров и ученых. Между тем, создание новых конструкций или, как принято называть, новой техники, – это увлекательная область человеческой

деятельности, богатая многими большими и малыми открытиями.

Создание любой новой конструкции – это непрерывный поиск, в котором воедино связаны исследования в самых различных областях знаний, творческий труд большой армии инженеров, ученых, испытателей, мастерство тех, благодаря кому материал приобретает конкретные формы, и тех, кто дает технике путевку в жизнь. И мало кто из нас задумывается над тем, сколько всевозможных и оригинальных решений пришлось рассмотреть, прежде чем увидела свет новая конструкция. Именно эта сторона технического творчества остается «за кадром».

Между тем, именно творческий труд тысяч известных и безымянных новаторов – изобретателей и рационализаторов – породил современный необъятный мир техники и технологий. И этот мир действительно велик. Сегодня во всем мире номенклатура выпускаемых промышленностью изделий превышает десятки миллионов единиц.

Если говорить в целом об истории инженерного творчества, то, прежде всего, вызывают удивление темпы его роста, которые иллюстрируются таблице, где под классом изделий подразумеваются технические объекты, имеющие одинаковые или очень близкие функции (например, класс молотков, стульев, стиральных машин, телевизоров, паровых турбин, самолетов и т.д.) [2].

При детальном рассмотрении данных таблице невольно возникает вопрос, какие же показатели по числу классов и сложности изделий будут через 50 лет?! Что изменится за этот, с одной стороны, малый промежуток времени (по сравнению со всей историей человечества), а с другой – очень большой, если учесть современные, заметные каждому темпы развития техники, которые продолжают ускоренно возрастать? Какие числа можно записать в последней строке таблице? Каковым будет мир техники через 5, 25, 50 и 100 лет? Очевидно, он будет более многообразным и более совершенным, поскольку человечество всегда находится в процессе поиска лучших условий жизни, способов их улучшения, своей безопасности. Поэтому можно

утверждать, и это не будет преувеличением, что одной из основных движущих сил развития цивилизации является творческая деятельность тех людей, чей целеустремленный и непрерывный процесс создания новых технических и иных объектов способствует прогрессу общества.

Любой разговор о творческой деятельности будет всегда выглядеть как-то не полно, если в нем отсутствует определение самого понятия «творчество». Восполняя этот пробел, кратко остановимся на этом вопросе.

Т а б л и ц а

**Возрастание числа изделий и их сложности во времени [2]**

Время	Приближенное число классов изделий	Среднее число различных деталей в наиболее сложных изделиях
100000 лет назад	5	1
10000 лет назад	50	10
1000 лет назад	1000	100
Настоящее время	50000	10000
2050 год	?	?

Науке известно несколько сот определений понятия творчества [3]. И все они, в какой-то мере, объясняют, что означает это слово. Но, учитывая, что в данной работе не ставилась задача исследования данного понятия, нет смысла приводить этот перечень определений здесь полностью. Остановимся лишь на некоторых из них. Выше уже отмечалось, что следует понимать под творчеством в широком смысле этого слова. Теперь приведем еще два определения, более узких, сформулированных нашими исследователями в последнее время, а поэтому и показывающих, как на современном этапе трактуется это понятие.

Творчество – это создание объективного нового и полезного (объекта – продукта или процесса) и/или его развитие в условиях неполноты информации [3].

Творчество – это целенаправленная поисковая деятельность человека, результатом которой является что-то качественно новое, неповторимое, оригинальное и исторически уникальное [4].

Если рассматривать вместе все приведенные здесь определения понятия творчества [1, 3, 4], то, без сомнения, они в совокупности полностью отражают характер и смысл этой специфической деятельности человека. А если рассматривать их по отдельности, то, по нашему мнению, каждое из них выглядит как-то не полно и, даже, ущербно. Для устранения этого недостатка, очевидно, необходимо объединить эти три понятия в одно и, тем самым, получить очередное, но, на наш взгляд, наиболее полное определение понятия творчества:

*Творчество* – это любая целенаправленная поисковая деятельность человека, результатом которой является создание и/или развитие в условиях неполноты информации чего-то качественно нового, неповторимого, оригинального и исторически уникального.

Часто творчество определяют как интеллектуальную деятельность людей. Однако такое определение ничего нового не добавляет к ее характеристике, поскольку слово «интеллект» в переводе с латыни означает познание, понимание,

ум. Интеллект – это способность к мышлению, рационального познания. Следовательно, интеллектуальное творчество – это и есть разумная деятельность, впрочем, деятельности без разумного осмысления и быть не может, потому что создавать может только человек, наделенный разумом. Однако, понятие «интеллектуальное творчество» в научной и практической деятельности часто применяется в более широком понимании этого термина [4].

Теперь, зная, что скрывается за понятием «творчество», кратко остановимся на основных его видах и рассмотрим, в каких формах могут проявляться его результаты. Эта тема неоднократно обсуждалась и освещалась в отечественной и зарубежной литературе, но наиболее полно и, в то же время довольно компактно, представлена в работе [4]. Поэтому воспользуемся уже готовой информацией и приведем здесь, практически без изменений сведения по данному вопросу именно из этой работы.

Творческая деятельность присуща любому человеку, однако не всякое творчество завершается достижением именно технического объективного результата. В зависимости от результата творчество подразделяется на техническое, художественное, литературное, научное, производственное и др.

По целенаправленности творчество можно условно разделить на два основных вида: духовное и научно-техническое. К первому виду относятся результаты *художественного творчества*, ко второму – *научно-технического творчества*. И первый, и другой виды охватывают немислимо широкий круг разнообразнейших проявлений творчества.

Первую группу по видам творчества мы называем духовной. При этом следует уточнить, что понятие «результаты духовного творчества», как, впрочем, и само понятие «духовное творчество», в отечественной специальной литературе ранее не применялось. До недавнего времени термин «духовность» имел иной смысл – религиозный, но с течением времени смысл этого термина

трансформировался, и в наше время по духовности следует понимать определённый вид мышления, деятельности и, главным образом, соответствие их содержанию общепризнанным человеческим ценностям – нормам морали, поведению, мировоззрению и др. Однако следует иметь в виду, что духовность современного общества обуславливается, прежде всего, содержанием, направленностью и эмоциональным влиянием литературы, искусства, науки. Поэтому, творчество гуманитарного характера, направленное на обогащение внутреннего мира человека, на формирование его мировоззрения, качеств, можно считать духовным творчеством. Оно охватывает литературное, научное, художественное, исполнительское мастерство артистов, звукозаписи, радиовещания и телевидения, а также другие виды творческой деятельности гуманитарного характера.

Духовное творчество играет существенную роль в социальной жизни общества в целом, и эта роль постоянно возрастает. Границы этого вида творчества неизменно расширяются, возникают все новые и новые его формы и виды. В свою очередь это обуславливает рост количества позитивных результатов творческой деятельности, которые становятся довольно выгодным товаром, как на внутреннем, так и на внешнем рынках, и спрос на этот вид товара постоянно возрастает.

Такой товар содержит широкий спектр результатов творческой деятельности. Это, прежде всего, разнообразная печатная продукция, которая тематически представляет науку, художественную литературу, музыку, искусство и др. Это огромный рынок аудиовизуальной продукции, фонограмм, программ организации вещания. Все больше распространяются разнообразные способы фиксации исполнения, которое пользуется значительным спросом. Всем известно, какое огромное распространение получили аудио- и видеозаписи исполнительского мастерства. Архитектура и искусство градостроительства, фотопроизведения и произведения, полученные способами, аналогичными фотографии, скульптура, графика, дизайн, картины и произведения прикладного искусства, науки, литературы – все это товар. В большинстве случаев человек творит не ради личного удовлетворения, а для создания товара высшего качества и, благодаря его продаже, стремится улучшить личную жизнь и жизнь своих близких. Даже поэт, сочиняя стихи, думает не только о своем признании, но и гонораре.

Вторую группу видов творчества составляют результаты научно-технического творчества. Научно-технические достижения, прежде всего, способствуют повышению технического уровня общественного производства, его эффективности и продуктивности. Поэтому результаты научно-технического творчества пользуются повышенным спросом на рынке научно-технической продукции. Эта продукция (товар) в полной мере отображает

научно-технический прогресс в обществе и поэтому имеет не менее важное значение, чем литература и искусство.

Научно-технический прогресс не следует рассматривать как самостоятельное явление. Современное производство не может развиваться без его научного обеспечения. Поэтому научно-технические достижения и производство рассматриваются как единый процесс развития науки, техники и производства. Эти три стадии единого процесса взаимообусловлены, непрерывны и бесконечны. Производство будет требовать от науки и научно-технических исследований новых и новых решений, собственно изобретений и иных достижений, которые способны повышать эффективность общественного производства. Этого требуют законы рыночной экономики, конкуренция, когда возникает вопрос: как и какой надо изготовить товар, который имел бы спрос на рынке и нашел своего массового потребителя.

Результаты научно-технического творчества, по сложившейся исторической традиции, принято называть *объектами промышленной собственности*. Понятие «промышленная собственность» иногда ошибочно отождествляют с конкретными материальными объектами, принадлежащими к промышленной сфере, например, с отдельными изделиями, инструментом, оборудованием, транспортом, зданиями, иными техническими сооружениями и их комбинациями и т.д. Однако это не так. Промышленная собственность – это результат интеллектуального труда в области науки и техники, а перечисленные выше промышленные объекты – не более чем разнообразные формы материального проявления этих результатов. Поскольку результаты научно-технического творчества используются преимущественно в промышленности, способствуя ее непрерывному развитию, то, по-видимому, по этой причине их и называют объектами промышленной собственности, хотя они широко применяются и в других сферах общественной жизни государства, например, в медицине, в быту, в научных изысканиях, сельском хозяйстве, генетике, строительстве и др.

К объектам промышленной собственности относятся изобретения, полезные модели и промышленные образцы.

К ним принято относить также и товарные знаки, знаки обслуживания, фирменные наименования, наименования мест происхождения товаров и услуг. Это особая группа объектов промышленной собственности, относящаяся к способам индивидуализации участников торговли, производителей товаров и услуг. Перечисленные знаки и наименования это также товар, но своеобразный, который способствует сбыту другого товара. В наше время перед производителями, особенно в странах с развитой рыночной экономикой, часто возникает проблема сбыта своих

товаров. Однородных товаров так много, что рынок уже не может все их поглотить. В море однотипных товаров потребитель ищет именно тот товар, который отличается качеством, полезностью, приятным внешним оформлением, экономичностью и другими качествами или эстетическими признаками. При этом потребитель должен пользоваться специальными обозначениями и наименованиями, с помощью которых он сможет отличить товар одного предприятия от аналогичного товара другого предприятия. Поэтому подобные обозначения в современных условиях также являются товаром, который продаётся и покупается на рынке, даёт конкурентные преимущества его владельцу перед производителями и продавцами аналогичной продукции.

Наиболее распространённым способом применения результатов интеллектуальной деятельности является их использование для удовлетворения личных потребностей в различных вещах, для удовлетворения общественных потребностей в орудиях труда, в промышленном оборудовании и технологиях и для удовлетворения эстетических и духовных запросов общества.

Внедрение научно-технических достижений в производство повышает его технический уровень, продуктивность, эффективность, повышает безопасность труда, способствует улучшению экологии. Общественное производство, как известно, находится в постоянной динамике, поэтому требует непрерывного совершенствования. В противном случае оно просто не будет развиваться.

В гуманитарной сфере результаты интеллектуальной деятельности обуславливают развитие образования, культуры и искусства. Они формируют мировоззрение общества, уровень его цивилизованности, культуру взаимоотношений, бережное отношение к окружающей среде.

Таким образом, творчество, в целом, благодаря многообразию форм своего проявления, охвату буквально всех сторон жизни человека и порождая в результате бесчисленное множество разнообразных объектов, способствует всестороннему развитию общественного производства и общественных отношений. Этот факт в мире уже общепризнан и даже никем не оспаривается.

Всёобщее признание ведущей роли творчества в эволюции человечества, приводит к следующему заключению: темпы развития общества на прямую зависят от количества в нём творческих личностей и уровня результатов их деятельности. А если это так, то чем выше уровень результатов творческой деятельности и чем больше личностей способных творчески решать поставленные перед ними задачи, тем выше будут темпы развития общества. Из сказанного следует, что общество для ускорения своего развития должно стремиться к наращиванию в себе творческого потенциала и всячески содействовать развитию творческих способностей

своих представителей. Но здесь невольно возникает вопрос: а возможно ли оказывать влияние на творческий потенциал или нет? По мнению ряда ученых-креатологов, развивать творческие способности человека можно и нужно.

История изобретательства убедительно свидетельствует о том, что изобретателю, даже начинающему, помимо таланта, нужны еще особые профессиональные навыки, раскрепощающие и развивающие фантазию, а также специальные «инструменты» для взлома психологических барьеров. Иными словами, ему нужен некий «алгоритм решения творческих задач». Очевидно, что подобный «алгоритм» не способен сотворить чудо и создать решение из ничего. Говоря иначе, он никогда не заменит интуицию и мощь пытливого ума творца. И отрицать роль природного изобретательского таланта, искры божьей, значит идти против всего исторического опыта. Тем не менее, подобный «алгоритм», безусловно, ускорит поиск ответа там, где он, казалось бы, безнадежно похоронен под спудом традиций и напроць заедающей нас «текучки» [5].

Обучение приемам решения нестандартных задач заметно повышает творческий потенциал каждого человека. Конечно, у одаренных людей, при одинаковом обучении со всеми, творческий потенциал остается относительно более высоким. Здесь вполне можно провести аналогию со спортом. Каждого здорового человека можно научить достаточно хорошо играть в волейбол или в шахматы, но у спортсменов, имеющих соответствующие природные данные, результаты будут все же выше [2].

Безусловно, «выучиться на Эдисона» по-прежнему столь же невозможно, как и «выучиться на Святослава Рихтера», хотя делать полезные изобретения и играть на фортепиано или, скажем, в шахматы могут многие, разумеется, при сильном желании и достаточной тренировке. Совершенно очевидно, что инженерное новаторство, как и любой вид творчества, имеет свои качественные уровни, в том числе и высшие, доступные лишь крупным талантам и гениям, т.е. людям, обладающим помимо незаурядной энергией и трудолюбием, прежде всего выдающимися природными способностями. Иное дело инженерные решения, основанные на уже известных принципах и создаваемые методом «проб и ошибок» если не в полной, то в значительной мере. Такому новаторскому творчеству первой ступени и впрямь можно и нужно учить [5].

Основная цель такого обучения заключается в выявлении и раскрытии творческих наклонностей и способностей, о наличии которых у себя многие обучаемые даже и не подозревают. Обучение ускоряет приобретение опыта и мастерства одаренными специалистами. Для людей, имеющих слабые природные задатки, обучение дает в руки инструмент и навыки, которые позволяют успешно решать широкий круг творческих задач [6].

Кроме того, специальное обучение не только не мешает проявлению интуиции, вдохновению и способностям, но даже усиливает их, делает более яркими и управляемыми. Все зависит от того, как организовано такое обучение и когда оно началось.

В том случае, когда речь идет о подготовке музыкантов, артистов, спортсменов, обучение начинают с самых юных лет. После определенного возраста ни в музыкальные, ни в хореографические, ни в спортивные школы просто не принимают. При этом ни у кого не возникает сомнения в необходимости систематической тренировки. А вот когда встает вопрос о творчестве, такая подготовка почему-то обязательной не считается. Все надежды, как правило, возлагаются на способности, причем на врожденные способности человека. В принципе, творческой личностью может стать каждый, но для этого надо систематически и целенаправленно работать над собой, тренировать свой разум. Владение определенными методиками поиска решения поможет избежать потери времени на пустые, бесперспективные пробы, сделать поиск решения более организованным и целенаправленным [6].

Обучение техническому и деловому творчеству (как, в прочем и любому другому виду творчества, например, художественному) сегодня стало возможно потому, что в мире произошел научный прорыв в формировании необходимой для такого обучения системы знаний и методов активизации творчества. Новые знания о методах активизации творчества и поиска эффективных технических решений все шире осваиваются в сотнях учебных заведений стран СНГ (и дальнего зарубежья), успешно применяются для поиска резервов выхода из кризиса, а также для создания прорывных технологий в передовых мировых корпорациях [7].

Новый методологический инструментарий творчества в виде отечественной теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), созданной Г.А.Альтшуллером и его научной школой, в соединении с функционально-стоимостным анализом (ФСА), «упакованный» в виде программного продукта «Изобретающая машина», успешно завоевывает мировой рынок. Причем особенно быстро в лидирующих мировых корпорациях типа Дженерал Моторс и др. и в передовых инновационных фирмах.

Обучение уже созданным современным методическим комплексам («технологиям творчества») повышает в 3 – 4 раза вероятность получения сильных, высокоуровневых технических и иных решений и во столько же раз увеличивает производительность творческого труда [8].

Накопленный в мире опыт новационного обучения показывает, что освоение знаний о творчестве и умений их применения упорядочивает логическую и активизирует интуитивную составляющие творческого (продуктивного) мышления. В итоге производительность, например,

инженерного труда (при создании новых техники и технологий) специально обученных знаниям творчества профессионалов творческого поиска возрастает в среднем в 3 раза по сравнению с производительностью необученных инженеров. Как показывает опыт обучения, явно полезны знания творчества и для других, нетехнических специалистов массовых профессий – менеджеров, экономистов, врачей и т.д. Кроме того, освоение этих знаний способствует сознательному формированию человеком жизненной стратегии развития себя как творческой личности и овладению методами развития своих творческих способностей и умений решать творческие задачи [9].

Появление современных сильных инструментальных методов творчества и других инструментов его организации и активизации, обеспечило новое качество творчества: значительную управляемость процессом творческого поиска и возможности активного научения ему, а также целенаправленного развития при этом природных творческих способностей человека.

Из сказанного следует, что организация повсеместному обучению творчеству, без сомнения будет способствовать возрастанию темпов развития общества за счет увеличения, как количества творческих личностей в обществе, так и эффективности результатов их творческой деятельности.

В современных экономических отношениях между субъектами предпринимательства результаты творческой деятельности могут приносить значительную прибыль при использовании их в качестве товара. Они являются предметами лицензионных договоров на право их использования другими, в том числе и зарубежными фирмами. Торговля лицензиями – довольно выгодный бизнес, который обеспечивает владельцам патентов солидный доход. Предметом торговли могут быть и сами объекты промышленной собственности и право ими распоряжаться.

Но для того, чтобы результаты творческой деятельности стали объектом купли-продажи, надо, в первую очередь, установить, кому принадлежит этот товар (кто продавец), а это значит, что необходимо, прежде всего, закрепить авторство конкретного человека (или коллектива авторов) на результаты его творческого труда, а также закрепить право распоряжаться этим товаром. Только в этом случае результаты творческой деятельности могут быть признаны интеллектуальной собственностью их создателя и могут уже выступать в качестве «сертифицированного» товара для осуществления цивилизованных сделок.

Здесь мы впервые использовали термин «интеллектуальная собственность». На первый взгляд он кажется понятным, однако, это не так. Это понятие не такое уж и простое. Оно, как минимум, определяет правовой режим в отношении между

объектом и его создателем. А поэтому нуждается в подробном комментарии. Для этой цели воспользуемся сведениями из работы [4].

Термин «интеллектуальная собственность» содержит всего два слова. Но каждое из них несет большую смысловую нагрузку.

Под «интеллектуальной», как уже отмечалось, принято понимать только творческую деятельность человека, чья целеустремленная умственная работа продуцирует принципиально новые объекты или знания, отличающихся от своих предшественников и аналогов неповторимостью, оригинальностью, уникальностью, лучшим качеством или иными потребительскими свойствами. И чем выше интеллектуальный потенциал индивидуума, тем эффективнее и ценнее будут результаты его творческого труда.

В юриспруденции под «собственностью» понимают право владеть, пользоваться и распоряжаться каким-либо объектом собственности, например, своим имуществом. Это право обязательно должно быть законодательно закреплено, и подтверждаться соответствующим документом. Например, владение автомобилем подтверждается его техническим паспортом, в котором указаны данные этого автомобиля и сведения о человеке (или предприятии), которому автомобиль принадлежит.

Наиболее важной законодательной характеристикой собственности является то, что владелец может распоряжаться ею по своему усмотрению, и никто не вправе пользоваться этой собственностью без его разрешения. Разумеется, владелец может разрешить другим пользоваться его собственностью, и такое использование чужой собственности не будет противоречить ныне действующему законодательству. Использование же собственности без разрешения ее владельца считается незаконным.

Из сказанного следует, для того чтобы владеть каким-либо объектом и распоряжаться им по своему усмотрению, надо стать его собственником, то есть приобрести законное право на этот объект. Однако некоторые объекты выражены в такой форме, что возникает повышенная сложность в приобретении на них прав. Это связано со следующим обстоятельством.

Во всем мире все объекты принято разделять на два вида: *материальные* и *нематериальные*. Материальные объекты, например автомобили, здания, – прежде всего, осязаемы – их можно увидеть и потрогать руками. Нематериальные объекты, например, секреты производства (ноу-хау), идеи, знания, права – неосязаемы. Так вот результаты интеллектуального труда, в силу своей специфики, относятся к нематериальным, неосязаемым объектам, то есть к объектам, используемым для получения дохода в течение длительного времени и, либо не имеющие физической формы, либо материально-

вещественная форма которых, не играет существенной роли в процессе их эксплуатации.

Поэтому интеллектуальная собственность обладает определенными свойствами, присущими всем нематериальным активам. К таким свойствам, прежде всего, относятся:

- обязательное использование в деятельности учреждений, предприятий, фирм, в бизнесе;
- обеспечение определенных прав их владельцам;
- способность приносить доход;
- практически не существуют физически.

Теперь, объединив в одно словосочетание приведенные выше понятия «интеллектуальная» и «собственность», понятно, что в современном представлении термин «*интеллектуальная собственность*» в широком смысле означает, *ни что иное, как закреплённые законом права на результаты интеллектуальной (творческой) деятельности в промышленности, науке, литературной и художественной сферах.*

Другими словами, понятие «интеллектуальная собственность» устанавливает правовой режим охраны нематериальных объектов (право не имеет физической формы), выполняя ту же функцию, что и право собственности в отношении материальных объектов, и, устанавливая абсолютное право, дает возможность обладателю права вводить созданный им объект в хозяйственный оборот: производить, продавать, передавать ли иным способом использовать по своему усмотрению.

Имеются две основные причины, по которым страны разрабатывают и принимают законы по охране интеллектуальной собственности. Во-первых, они желают оформить законодательно имущественные и неимущественные права авторов на их произведения и право общества на доступ к этим произведениям. Во-вторых, правительства сознательно желают развития творчества, расширения и внедрения результатов творческого труда, а также способствовать развитию свободной торговли в интересах экономического и социального развития общества в своих государствах.

Однако объекты интеллектуальной собственности, в виду своей специфики, требуют особого подхода к решению вопросов их правовой охраны. Особенность здесь состоит в том, что невозможно закрепить владение идеей, открытием, произведением науки, искусства, литературы и другими результатами творческой деятельности, поскольку после того, как что-то созданное человеческим интеллектом уже стало достоянием всего общества, его создатель больше не в состоянии осуществлять контроль над его использованием. Этот факт и в настоящее время остается краеугольным при разработке законодательной базы в области правовой охраны объектов интеллектуальной собственности.

При решении вопросов правовой охраны интеллектуальной собственности необходимо учитывать и еще одну ее оригинальную особенность – двойственную природу, смысл которой заключается в следующем.

С одной стороны, создатель (автор) нематериального объекта и создатель (мастер) материального объекта имеют сходные права собственности, поскольку право на результат творческой деятельности обеспечивает его обладателю исключительную возможность распоряжаться этим результатом по своему усмотрению, а также передавать его другим лицам. То есть оно сходно с правом собственности на материальные объекты ли, как принято называть, с имущественным правом.

Например, известный врач А.Л.Чижевский когда-то придумал искусственный ионизатор воздуха, то есть он является создателем нематериального объекта. А некий безымянный мастер изготовил этот ионизатор, то есть он является создателем материального объекта (воплотил нематериальную идею А.Л.Чижевского в конкретное материальное устройство). Оба эти создателя ионизатора обладают одинаковым имущественным правом передать (продать, уступить, подарить) свой объект кому-либо. Так и случилось: А.Л. Чижевский отдал *свою идею* мастеру, а мастер *свое устройство* передал уже потребителю.

Но с другой стороны, наряду с имущественным правом, существует некоторое духовное право создателя на результат своего творческого труда, так называемое право автора. То есть автор обладает еще и совокупностью личных неимущественных, так называемых моральных прав, которые вообще не могут отчуждаться от их владельца в силу их природы.

Другими словами, если имущественное (или экономическое) право на результат творческого труда может быть отделимым от создателя (переданным другому лицу в ограниченное или неограниченное пользование), то право автора не отделимо от создателя и не может быть передано другому лицу.

Возвращаясь к нашему примеру, отметим, А.Л.Чижевский навсегда останется автором ионизатора воздуха, несмотря на то, что он передал мастеру чертежи или эскизы ионизатора для его изготовления. Это и является его неимущественным, незыблемым и неотчуждаемым от него авторским правом (во всем мире известна «люстра Чижевского»). А безымянный автор владел лишь сделанной им конструкцией ионизатора воздуха, и таких мастеров потом могло быть сколько угодно (поэтому они и безымянны). Все они обладали какое-то время ионизаторами воздуха (имущественное право) до тех пор, пока их не продали. Но при этом они не могут быть признаны авторами ионизатора, поскольку их изготавливали по

идеи другого человека – А.Л.Чижевского, которая ему принадлежит теперь вечно (личное право).

Имущественные и личные (авторские) права на результат творческой деятельности взаимосвязаны и теснейшим образом переплетены между собой, образуя неразрывное единство. *Дуализм* или двойственность права собственности – важнейшая особенность интеллектуальной собственности.

Как уже отмечалось, по сложившейся традиции интеллектуальную собственность принято подразделять на «*промышленную собственность*» и «*объекты авторское права*».

«*Промышленная собственность*» охватывает охрану изобретений и промышленных образцов – с помощью патентов, полезных моделей – с помощью свидетельств, защиту коммерческих интересов – с помощью законодательства о товарных знаках, знаков обслуживания, фирменных наименований и наименований мест происхождения товаров. Кроме того, в понятие промышленная собственность включено право на пресечение недобросовестной конкуренции, которая чаще всего проявляется в нарушении прав на объект интеллектуальной собственности. На этом основании «защита от недобросовестной конкуренции» включена в состав интеллектуальной собственности, поскольку она играет важную роль в регулировании правоотношений в области использования объектов интеллектуальной собственности.

«*Авторское право*» дает авторам и другим создателям интеллектуальных произведений (научных трудов, литературных и художественных произведений, программных продуктов и баз данных, топологии интегральных микросхем) права, в соответствии с которыми, они имеют возможность разрешать или не разрешать на протяжении определенного ограниченного периода времени те или иные виды использования их произведений. В широком понимании «авторское право» включает в себя положения об охране авторского права в точном понимании этого термина, а так же охрану, так называемых, «*смежных прав*».

Иными словами, понятие «*объект интеллектуальной собственности*» является общепринятым обозначением результатов интеллектуальной, прежде всего, творческой деятельности людей и широко применяется в ряде международных конвенций и договоров, законодательстве практически всех стран, научной и учебной литературе, судебной практике.

Отметим, что охрана имущественных прав на объекты промышленной собственности, как правило, ограничена во времени. Например, типичный срок охраны изобретения составляет 20 лет (на этот срок выдаются патенты). Охрана имущественных прав на объекты авторского права действуют в течение всей жизни автора и дополнительно 50 лет (в некоторых странах этот срок увеличен до 70 и 75 лет) после его смерти.

Личные неимущественные права автора охраняются бессрочно.

Теперь подведем итог изложенному материалу и сформулируем определения, которые во многом объясняют понятие интеллектуальной собственности.

*Объект интеллектуальной собственности* – это результат творческой (интеллектуальной) деятельности человека, отличающийся новизной и оригинальностью.

*Право интеллектуальной собственности* – это сочетание личных неимущественных прав автора с правами собственности (имущественными правами) на результаты его творческого труда.

Тогда *под интеллектуальной собственностью* современное украинское законодательство понимает совокупность исключительных прав как личного, так и имущественного характера на результаты творческой деятельности, а также на некоторые иные приравненные к ним объекты, конкретный перечень которых устанавливается законодательством страны с учетом принятых Украиной международных обязательств.

Итак, краткий экскурс в эту уникальную область человеческой деятельности, именуемую творчеством, позволяет сделать только единственный вывод.

Значение и роль творчества для социально-экономического прогресса общества, трудно переоценить, скорее, наоборот. Там, где надлежащим образом способствуют развитию интеллектуальной деятельности, достигается высокий уровень благосостояния народа за счет укрепления морально-этических устоев общества и развития экономики государства. Мировой опыт свидетельствует: прогресса во всех направлениях достигают там, где ценят интеллектуальную деятельность и умело пользуются творениями человеческого разума. А в нынешнюю эпоху, – эпоху глобализации экономики, когда в мировом масштабе наблюдается становление нового направления – инновационного развития общественного производства и отношений, с переходом от экономики вещей к экономике знаний, владение интеллектуальной собственностью становится весомым рычагом в конкурентной борьбе и источником ощутимой прибыли.

Интеллектуальная собственность – это красота души ее творца и неиссякаемый финансовый потенциал общества при разумном ее использовании. И относится к ней с пренебрежением – то же, что и топтаться по цветам...

#### Л и т е р а т у р а

1 Андреев Л. В. Этюды об инженерном творчестве. Научно-популярное издание. – Днепропетровск : Проминь, 1989. – 222 с.

2 Половинкин А. Н. Основы инженерного творчества. Учебн. пособие для студентов вузов. – М. : Машиностроение, 1988. – 368 с.

3 Пигоров Г. С., Козинец В.П. и др. Креатология и интеллектуальные технологии инновационного развития. Учебник для вузов. – Днепропетровск : Пороги, 2003. – 502 с.

4 Цыбулёв П. Н. Введение в интеллектуальную собственность. Конспект лекций. – К. : УкрИНТЭИ, – 2000. – 104 с.

5 Силин А.А. Можно ли научиться изобретать? // Вопросы изобретательства. – 1990. - № 4. – С. 57 – 60.

6 Линькова Н. П. Откуда берутся изобретатели. – М. : Знание, 1977. – 96 с.

7 Пигоров Г. С., Таран Ю. Н. и др. Парадигма интеллектуализации новационного образования // Сб. науч.-методич. матер. «Новационно-творческое образование и интеллектуализация социально-экономического развития страны» / Под ред. Ю.Н.Таран и Г.С.Пигорова. – Днепропетровск : ГмеуАН, ГНОЦ «Творчество», 1999. – с. 18 – 19.

8 Пигоров Г.С. Стержень креатологии – теория информатизации творчества // Сб. науч.-методич. матер. «Новационно-творческое образование и интеллектуализация социально-экономического развития страны» / Под ред. Ю.Н.Таран и Г.С.Пигорова. – Днепропетровск: ГмеуАН, ГНОЦ «Творчество», 1999. – с. 14 – 17.

9. Пигоров Г. С., Таран Ю. Н. и др. Пути взаимоусиления творческого и гуманитарного образования // Сб. науч.-методич. матер. «Новационно-творческое образование и интеллектуализация социально-экономического развития страны» / Под ред. Ю.Н.Таран и Г.С.Пигорова. – Днепропетровск: ГмеуАН, ГНОЦ «Творчество», 1999. – с. 20 – 22.

#### R e f e r e n c e s

1. Andreev L. V. Etyudyi ob inzhenernom tvorchestve. Nauchno-populyarnoe iz-danie. – Dnepropetrovsk : Promin, 1989. – 222 s.

2. Polovinkin A. N. Osnovy inzhenernogo tvorchestva. Uchebn. posobie dlya studentov vuzov. – M. : Mashinostroenie, 1988. – 368 s.

3. Pigorov G. S., Kozinets V.P. i dr. Kreatologiya i intellektualnyie teh-nologii innovatsionnogo razvitiya. Uchebnik dlya vuzov. – Dnepropetrovsk : Porogi, 2003. – 502 s.

4. TsybulYov P. N. Vvedenie v intellektualnyu sobstvennost. Konspekt lektsiy. – K. : UkrINTEI, – 2000. – 104 s.

5. Silin A.A. Mozhno li nauchitsya izobretat? // Voprosy izobretatelst-va. – 1990. - # 4. – S. 57 – 60.

6. Linkova N. P. Otkuda berutsya izobretateli. – M. : Znanie, 1977. – 96 s.

7. Pigorov G. S., Taran Yu. N. i dr. Paradigma intellektualizatsii novatsi-onnogo obrazovaniya // Sb. nauch.-metodich. mater. «Novatsionno-tvorcheskoe obrazovanie i intellektualizatsiya sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya strany» / Pod red. Yu.N.Taran i G.S.Pigorova. – Dnepropetrovsk : Gmeu-AN, GNOTS «Tvorchestvo», 1999. – s. 18 – 19.

8. Pigorov G.S. Sterzhen kreatologii – teoriya informatizatsii tvorchest-va // Sb. nauch.-metodich. mater. «Novatsionno-tvorcheskoe obrazovanie i intellektualizatsiya sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya strany» / Pod red. Yu.N.Taran i G.S.Pigorova. – Dnepropetrovsk: GmeuAN, GNOTS «Tvorchestvo», 1999. – s. 14 – 17.

9. Pigorov G. S., Taran Yu. N. i dr. Puti vzaimosileniya tvorcheskogo i gu-manitarnogo obrazovaniya // Sb. nauch.-metodich. mater. «Novatsionno-tvorcheskoe obrazovanie i intellektualizatsiya sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya strany» / Pod red. Yu.N.Taran i G.S.Pigorova. – Dnepropetrovsk: GmeuAN, GNOTs «Tvorchestvo», 1999. – s. 20 – 22.

**Bugaevskaya Ju. Ju.**

#### **CREATIVITY AS THE BASIS FOR CREATING INNOVATIONS**

*It is noted that innovation is the result of creative activity embodied in specific products, processes or services. The definition of the concept of creativity is considered in detail, its types are shown. The results of creative activity are objects of intellectual property. This concept is considered in detail. It is shown which objects belong to industrial property, which are to the copyright law.*

**Keywords:** *creativity, definition, types, results, intellectual property, industrial property, copyright.*

**Бугаевская Юлия Юрьевна**, старший преподаватель кафедры «Право интеллектуальной собственности и инноватика» ИЮиМП ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ им. В.Даля»  
**E-mail:** bugaevskaya@inbox.ru

**Juliya Bugaevskaya**, Senior Lecturer of the Department "Intellectual Property Law and Innovation" IU&IL SEU VPE LPR "LNU V. Dahl".

**E-mail:** bugaevskaya@inbox.ru

**Рецензент: Калюжный Валерий Вилинович** кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедры «Право интеллектуальной собственности и инноватика» ИЮиМП ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ им. В.Даля»

*Статья подана 19.10.2017*

УДК 330.131.7

## ПРОБЛЕМА ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕГАМАССИВОВ ИНФОРМАЦИИ

Калужный В.В.

### THE PROBLEM OF PRACTICAL USE OF MEGA-MASS INFORMATION

Kalyuzhnyy V. V.

*При разработке инновационных продуктов необходимо чтобы он как можно лучше удовлетворял потребности потребителей. Рекомендовано для оценки привлекательности инновации использовать мегамассивы информации, которые отображают совокупное мнение общественности. Однако, колоссальное количество источников информации не позволяет извлекать из них новые прагматические знания о продукте проекта. Для этого необходимо использовать новые методики, основанные на обработке статистических данных известными методами.*

**Ключевые слова:** инновации, эффективность, оценка, сравнение, информация, мегамассив, обработка, проблема, методики.

В современных экономических условиях хозяйствования мировой рынок выдвигает все более и более жесткие требования к поступающей на него продукции. Свободный и справедливый рынок не может существовать без острой конкуренции, особенно при наличии в обороте нескольких типов однородных товаров и услуг и выигрывает, как правило, тот предприниматель, у которого продукция или услуги имеют лучшее качество, лучший сервис и меньшую стоимость. Именно это обстоятельство – конкуренция – и побуждает всех активных участников экономических процессов постоянно создавать новые материальные и духовные ценности, постоянно совершенствовать свою продукцию и технологию ее реализации. Непрерывное внедрение в производство и в общественную жизнь инноваций – одно из основополагающих условий стабильности работы и стабильности развития объектов предпринимательской деятельности. О правильности такого подхода к решению своих проблем свидетельствует положительный опыт многих высокоразвитых стран [1, 2].

Инновации создаются и внедряются в экономику государства, как правило, посредством инновационных проектов. Сегодня стало очевидным, что реализация нововведений через проекты, – это единственный универсальный и эффективный подход к решению огромного количества такого рода задач.

Любой проект – это уникальная совокупность взаимосвязанных работ, позволяющих с ограниченными ресурсами и в ограниченные сроки осуществить бесповоротные изменения в хозяйственной деятельности субъекта предпринимательства, которые гарантированно обеспечат стабильность его работы и высокую конкурентность выпускаемой им продукции, при условии, что она создана на основе последних достижений научно-технического прогресса [3]. Успешная реализация любого проекта возможна только лишь, с одной стороны, при профессиональном ответственном подходе к разработке всех его этапов (все проектные работы должны быть тщательно спланированы и рассчитаны, как с точки зрения сроков их выполнения, так и качества самих работ) и, с другой стороны, при наличии жизнеспособной и эффективной проектной идеи.

Отметим, что каждый проект обязательно проходит четыре отдельных фазы своего развития, которые в совокупности составляют его жизненный цикл. Особое, можно сказать, судьбоносное, место в жизненном цикле проекта занимает его первая, так называемая, прединвестиционная фаза, поскольку именно здесь осуществляется предварительная оценка проектной идеи или коммерческого предложения. От того, насколько правильно будет произведена оценка эффективности коммерческого предложения, зависит дальнейшая реализация проектной программы, собственно говоря, зависит судьба самого проекта в целом.

Из сказанного следует, что оценке эффективности коммерческого предложения необходимо уделять самое пристальное внимание, поскольку принятие ошибочного решения по этому вопросу неизбежно приведет к неоправданным расходам всех видов ресурсов, к отсутствию положительного конечного результата, которого ожидало общество (иначе бессмысленно было начинать работы по внедрению инноваций) для удовлетворения своих потребностей. Конкуренция на современном рынке предъявляет особые требования к техническому уровню и качеству продукции или

услуг: субъект предпринимательской деятельности, планирующий выпуск продукции, созданной без учета последних достижений науки и техники, заведомо обречен на неудачу.

Во всех, без исключения, учебниках и учебных пособиях, посвященных предмету «Управление проектами» (или, в иностранном, часто употребляемом, виде «Проектный менеджмент»), где рассматривается, более или менее полностью жизненный цикл проекта, отмечается, что на первом этапе прединвестиционной фазы проекта всегда надо проводить анализ проектного предложения. При этом указывается на необходимость обязательной оценки, как минимум, инвестиционной привлекательности проектной идеи и дать краткое технико-экономическое обоснование ее эффективности, а на основании этого, сделать вывод о целесообразности внедрения в общественную жизнь этого предложения материализованного в продукт посредством проекта.

Все это, безусловно, верно – такие оценки действительно необходимы для снижения риска провала проекта. Но как их осуществить? Конкретные практические рекомендации и инструментарий для такой оценки, обычно отсутствуют.

Существуют два основных подхода к оценке инвестиционной привлекательности и к оценке технико-экономической эффективности проектного (коммерческого) предложения, принципиально отличающихся друг от друга.

Первый подход предполагает применение различных расчетных методик. При этом в качестве исходных данных обычно используют либо реальные показатели, имеющиеся для аналогичного объекта, либо результаты статистических наблюдений, качество и достоверность которых во многом зависят от профессионализма исполнителей, от правильности выбора источников информации и контролируемых параметров. Поэтому исходная информация для расчетов носит частично субъективный характер. Кроме того, эмпирические зависимости, как правило, не могут учесть все факторы и их изменение во времени, следовательно, расчетные (теоретические, прогнозные) показатели еще в большей степени могут отличаться от реальных их значений. По этой причине известные расчетные методики не могут дать точных значений показателей (не случайно расчетные показатели обычно имеют границы допуска разброса числовых значений параметров), следовательно, они, в некоторой степени, не позволяют получить объективную и однозначную оценку эффективности проектной идеи. Отметим и еще одно обстоятельство, причем негативное, которое имеет место при использовании для оценки этого подхода. Зачастую расчетные методики в свое время были разработаны в различных областях знаний. Особенно это касается многочисленных методик для оценки технико-экономических показателей, которые зависят от специфики оцениваемого объекта. Следовательно, для применения расчетных методик необходимо дополнительно привлекать специалистов:

финансистов, экономистов, инженеров, которые владеют этими методиками. Все это, в совокупности, увеличивает время и стоимость предпроектной оценки коммерческого предложения с одновременным снижением надежности расчетов, поскольку специалисты, привлекаемые на выполнение только отдельных работ, вряд ли будут заинтересованы в конечном результате, так как не являются участниками проекта. Таким образом, если опираться на одни расчеты, то риск принятия неправильного решения будет достаточно высок.

Второй подход основан на экспертных оценках. Полагаясь на опыт и практическую мудрость специалистов, обладающих достаточно высокими знаниями в той области, к которой относится проектная идея, можно сделать довольно точный, следовательно, и надежный прогноз значений многих параметров оцениваемого предложения. Но получение надежных сведений от экспертов возможно только лишь в том случае, если они будут действительно лучшими и опытными специалистами в данной области знаний. Однако и здесь имеется ряд, пока еще не решенных вопросов, а именно. Сегодня нет методики эффективного отбора экспертов из большого числа специалистов. Все критерии отбора экспертов носят субъективный характер. Сколько и какого уровня необходимо привлечь специалистов к экспертизе, чтобы ее результаты позволили принять правильное управленческое решение? В литературе четких рекомендаций на этот счет не обнаружено. По этой причине экспертная оценка также имеет высокую долю субъективизма, поэтому не может исключить риск получения, если не полностью, то частично, неверных параметров оцениваемого объекта. Следует отметить и такое обстоятельство. Любая экспертная оценка – это довольно дорогостоящее удовольствие, включающее затраты на организацию и проведение самой экспертизы, затраты на разработку и тиражирование анкет, командировочные расходы, наконец, зарплата экспертов, и не малая, поскольку они – специалисты высокого класса. Ну а если имеется несколько предложений (портфель инноваций)? В этом случае потребуется и несколько экспертиз, следовательно, возрастут во столько же раз и затраты на выбор одного эффективного предложения из нескольких имеющихся.

Несмотря на указанные и иные недостатки, тем не менее, эти подходы сегодня находят широкое применение в практике оценки проектного предложения. И это вполне объяснимо: ведь других подходов просто не существует. Разумеется, совместное применение этих подходов для оценки коммерческой идеи снижает риск принятия неверного решения, однако в таком случае затраты резко возрастают, хотя избежать полностью риска, все же не удается.

Именно эти обстоятельства – неизбежно высокие затраты ресурсов и сохранение определенной степени риска – и предопределили необходимость поиска новых подходов к решению проблемы повышения

эффективности оценки проектной идеи. От надежности оценки коммерческого предложения во многом зависит завершение проекта с положительным результатом.

Один из таких подходов основан на использовании новых прагматических знаний, отражающих совокупное мнение мировой общественности (общественность, в сущности, является массовым потребителем продукции) о требуемом уровне и качестве продукта проекта. Новые прагматические знания могут быть получены путем специального анализа мировых информационных потоков после предварительного преобразования их в форму, удобную для использования всеми участниками инновационного проекта на всех этапах его реализации. Смысл такого подхода к оценке эффективности проектного предложения, заключается в следующем.

В мировой печати уже накоплен достаточно большой объем информации, преимущественно в виде всевозможных публикаций, буквально по каждому виду товаров и услуг, которые, так или иначе, представляют определенный интерес для общества на современном этапе его развития.

И здесь невольно возникает вопрос: почему у специалистов периодически возникает желание выразить через печать свое личное мнение в отношении того или иного продукта или услуги?

Ответ на этот вопрос, в общем-то, довольно прост. Стимулом для создания нового изобретения или написания статьи является либо неудовлетворенность в чем-то автора публикации объектом, либо, наоборот, полная удовлетворенность. В первом случае, обычно, описываются недостатки, свойственные объекту, мнение о том, каким он должен быть, результаты проводимых исследований, новые конструкторские решения, рекомендации по совершенствованию и т.п. В другом случае публикации носят рекламный характер, описывается положительный опыт, приводятся сведения об успехах в каком-то деле и т.д.

В любом из приведенных случаев, автор, как видим, должен оставаться равнодушным к объекту, входящим в сферу его интересов. Равнодушие, как известно, не вызывает каких-либо эмоций, не может побуждать человека к каким-либо действиям, в том числе, и к написанию статей, к разработке новых технических решений. Следовательно, любая публикация, в сущности, является отражением современного состояния объекта, уровня его развития, его способности удовлетворять запросы общества.

Изучение потребительских свойств объекта, описание его достоинств и анализ недостатков, поиск путей их преодоления, рекомендации, основанные на проводимых исследованиях и многое другое – все это элементы творчества, которое приводит к рождению новых знаний. Тогда, любая публикация – это, ничто иное, как отражение результатов творческого труда специалистов, выраженного ими же через печать и ставшего достоянием общественности.

С этой точки зрения, каждый автор публикации, независимо от своей квалификации, уровня подготовки, места работы, в сущности, является носителем, хотя и небольших, но вполне конкретных индивидуальных научных, технических экономических, коммерческих, юридических и других знаний об описываемом им объекте. Из этого следует, что накопление информации является, в общем случае, накоплением отдельных разносторонних знаний о каком-либо объекте.

Поэтому, полный массив всех имеющихся в мире публикаций о каком-либо объекте, образующих полный мировой поток информации о нем, – это совокупность всех отдельно взятых индивидуальных знаний авторов-специалистов о данном объекте. Иными словами, большой массив информации отражает коллективное мнение (объединяет отдельные элементы знаний в коллективные знания) научной общественности, деловых кругов, промышленников и потребителей соответствующей продукции, которой посвящены публикации, то есть информационные массивы являются своеобразной наиболее полной, а поэтому и основной базой знаний об интересующем объекте.

Поскольку общество непрерывно развивается, постольку всегда имеет место постоянное изменение во времени и его потребностей. Но у готового объекта, уже материально существующего и реально внедренного в общественную жизнь его создателями, функциональные возможности и качество, то есть его возможность удовлетворять потребность, остаются с течением времени неизменными. Они, как бы «замерли» в статике, в то время как требования общества к его показателям постоянно растут, а значит, возникает необходимость в постоянном изменении и самого объекта.

Поэтому в мировой печати всегда появлялась и будет появляться разнообразная информация, раскрывающая, по сути, диспропорцию между имеющимися возможностями и уже реально созданных объектов и непрерывно растущими потребностями общества. Именно этот фактор – дисгармония – побуждает специалистов к проведению исследований, к опубликованию своих результатов, делая их, таким образом, достоянием общества. По этой причине постоянно появляются в печати проблемные публикации, а также публикации, раскрывающие пути решения этих проблем. А это значит, что мировая база знаний постоянно обновляется, пополняясь последними достижениями науки и техники.

Следует отметить и такой факт. В мировой печати выходят в свет публикации только лишь о тех объектах, к которым общество проявляет интерес, в которых оно нуждается и которые уже не могут удовлетворить его потребностей. Например, в печати практически не встречается публикаций по проблеме добычи огня с помощью трения палки о лучину или высечением искры из кремня (за исключением чисто повествовательных или исторических), поскольку на

современном этапе развития человечества такая проблема перед ним не стоит: сегодня налажено производство спичек, зажигалок и т.п. Это с одной стороны.

С другой стороны, полный поток мировой информации о каком-либо объекте, представляя собой совокупность всех многообразных по структуре и содержанию литературных источников информации, отображает, как уже отмечалось, совокупное мнение или, иначе говоря, все знания деловой общественности и потребителей об этом объекте, которые стали им известны в результате всевозможных научных и прикладных исследований на современном этапе развития науки, техники и мировой экономики. Другими словами, мировая пресса отражает достигнутый на сегодняшний день уровень совершенства или развития объекта, и как бы формирует «идеальный современный образ» объекта, т.е. отражает именно то желание общества, каким бы оно хотело бы видеть его сегодня и в будущем. Из этого следует, что полный и непрерывный поток мировой информации об объекте – это, ни что иное, как своеобразная постоянно обновляющаяся база сравнения потребительских свойств уже реально существующих объектов со свойствами, которые ожидает общество от таких объектов.

Поэтому, если в процессе реализации какого-либо инновационного и, даже, в принципе, любого иного проекта, воспользоваться мировой базой знаний и разумно ее использовать на всех этапах его реализации, то автоматически будет обеспечена разработка такого продукта проекта, который бы полностью отвечал потребностям и мнению общественности о разрабатываемом объекте, сложившимся у него на момент проведения проектных работ.

Однако в настоящее время использование мировой базы знаний при разработке объектов в рамках инновационных проектов крайне затруднено. Это вызвано, по меньшей мере, двумя существенными обстоятельствами. Во-первых, в последние десятилетия информационный поток невообразимо возрос как по количеству и видам источников информации, так и по характеру и объему самой информации содержащейся в каждом литературном произведении. Во-вторых, до недавнего времени отсутствовала методология и методики обработки больших информационных массивов с целью получения из них новых прагматических знаний для их применения всеми участниками проекта на протяжении его жизненного цикла.

Названные выше причины, в большинстве случаев, и препятствуют созданию высококонкурентного объекта – продукта или услуги – в рамках инновационного проекта, отвечающего по всем параметрам современным запросам общества. Об этом свидетельствует низкая покупательная активность населения в отношении товаров и услуг отечественных производителей, а также низкий

уровень экспорта национальных товаров и услуг за пределы Украины.

Поясним более детально суть этой проблемы.

Разнообразные по виду, форме, объему и содержанию источники информации сегодня предоставляют практически все необходимые сведения об интересующем объекте: научно-исследовательские, опытно-конструкторские, технические, экономические, правовые и т.д., которые могут быть использованы для оценки эффективности проектных работ на всех этапах инновационного проекта. Постоянное сравнение и объективная оценка результатов своих разработок с имеющимися аналогичными результатами в мировой базе знаний, а также своевременная корректировка своих действий, если в таковых возникает необходимость, является непременным условием обеспечения высокой эффективности любого инновационного проекта.

Так как сравнительная оценка проектных работ производится путем сопоставления полученных результатов с лучшими аналогичными показателями из мировой печати, то становится очевидным, что информационное обеспечение инновационного проекта является важным и необходимым условием для его успешной реализации. Ведь именно массовый поток достоверной информации о разрабатываемом объекте и формирует мировую базу знаний, собственно говоря, показывает каким должен быть «идеальный конечный результат» для данного инновационного проекта.

Информационное обеспечение инновационного проекта представляет собой сложный и многоаспектный процесс получения необходимой по количеству и качеству исходной информации, соответствующей специфике объекта управления, преобразования и переработки этой информации в целях получения новых прагматических знаний, необходимых для принятия управленческих решений, направленных, разумеется, на максимальное повышение эффективности и результативности проектных работ.

Получение новых прагматических знаний, их подготовка и передача всем участникам проекта для целенаправленного умелого использования ими в инновационных проектах – специфический, сложный и кропотливый процесс. Он предусматривает проведение широкого круга исследований и определенных работ, основными из которых являются следующие: разработка регламента поиска информации, выявление источников информации, непосредственный сбор информации, целеустремленное ее упорядочение, устранение информационного шума и отсека избыточной информации, восполнение пробелов в информационной базе, создание системы хранения, поиска и переработки информационных данных, определение показателей качества объекта, получение новых прагматических знаний с заранее поставленной целью, подготовка новой информации для всех

участников проекта, использование ЭВМ, средств автоматизации информационного обеспечения и др.

Глядя на этот, даже далеко не полный перечень работ, связанных с информационным обеспечением проекта, становится ясным, что это, без сомнений, отдельный и своеобразный по своей специфике вид профессиональной деятельности и этими вопросами должен заниматься профессионально подготовленный специалист. Само собой разумеется, что такой специалист должен быть участником проекта.

Профессионал по информационному обеспечению проекта выступает в нем носителем мировой базы знаний. Он должен уметь ее сжимать, трансформировать, получать новые прагматические знания из имеющейся первичной информации, подготавливать новые знания для конкретного проекта путем их преобразования к удобному для использования виду с заранее поставленной целью. Другими словами, он должен уметь управлять прагматическими знаниями в инновационных проектах для достижения максимальной эффективности их использования на всех фазах жизненного цикла проекта.

Сегодня среди участников проекта специалистов, которые могли бы заниматься только этим специфическим видом деятельности, просто нет. Но, даже если бы такой специалист и участвовал в реализации проекта, его работа была бы малополезной, поскольку отсутствует методология получения и подготовки новых прагматических знаний из мировой базы данных, отсутствуют конкретные методики для проведения таких работ.

Разработка соответствующего инструментария для получения, обработки, анализа, сжатия, трансформации и иных действий, необходимых для формирования новых прагматических знаний, осложнена еще и тем обстоятельством, что проблема качественного информационного обеспечения инновационных проектов является более сложной и многогранной, чем это кажется на первый взгляд. Ее, без преувеличения, можно считать глобальной. В качестве доказательств такого утверждения, ниже приводится краткое описание некоторых, пока еще не решенных, проблемных ситуаций, неизбежно возникающих при информационном обеспечении инновационных проектов.

В наше время специалисту в области информационного обеспечения проектов приходится иметь дело с невообразимо огромным объемом исходной информации, который, к тому же, постоянно возрастает. Наблюдаемый сегодня темп роста потоков информации так велик, что его часто называют информационным взрывом, употребляя это выражение без кавычек, – настолько точно оно отражает действительное положение дел [4]. Приведем лишь несколько, наиболее впечатляющих, примеров, подтверждающих сказанное.

Так, по данным ЮНЕСКО, в начале XIX века во всем мире выходило около 100 периодических изданий. К 1850 году количество периодических

изданий увеличилось до 1000, к 1900 году – превысило 10000, а теперь, по оценке некоторых специалистов, оно вплотную приблизилось к 100000. Кроме того, непрерывно увеличивается количество статей в журналах: сейчас ежегодно публикуется более 3 млн. статей. За последние 25 лет было издано книг почти столько же, сколько за предшествующие 500 лет [4]. В настоящее время на земном шаре ежегодно выходит в свет более полумиллиона книг только на научные темы [5]. Объем научно-технической информации в мире удваивается примерно каждые 10 лет [6]. Сегодня на каждого специалиста ежедневно появляется на свет более 3000 печатных листов информации.

Естественно, что ознакомиться с таким потоком информации, даже относящейся к какому-то сравнительно узкому направлению, одному человеку практически невозможно. Специалисту становится все труднее справиться с резко возросшими информационными нагрузками, которые ему приходится испытывать в процессе работы с информацией. Лавина информации столь сокрушительна, что человек просто капитулирует, не в силах ее переработать. Поэтому его интерес и внимание к информации несколько ослабевает.

Но это только лишь один аспект проблемы, касающейся использования больших массивов исходной информации для получения новых прагматических знаний.

Другой аспект этой проблемы заключается в том, что мировой поток публикаций выходит в печать на различных национальных языках, что еще в большей степени затрудняет работу с информацией. Отметим также, что порой информация в разных источниках информации бывает и противоречивой.

И еще об одном аспекте этой же проблемы. Основная опасность заключена не в самих потоках информации как таковых, а в ограниченных возможностях человека по их обработке и восприятию. Так как возможности человека не безграничны, то огромные массивы информации, нуждающиеся в изучении и переработке, приводят к информационному кризису, суть которого заключается в следующем.

С одной стороны, дальнейший прогресс человечества немислим без дальнейшего возрастания объемов информации, но, с другой стороны, тот же рост ее становится и помехой прогрессу! [4]. Быстро увеличивающиеся в объеме потоки информации все труднее становится обрабатывать, а также учитывать и использовать уже имеющиеся в печати сведения об интересующем объекте. В результате неполного анализа всей имеющейся в мире информации, не редко стало встречаться такое негативное явление для науки и техники, как дублирование разработок. Так, по данным работы [6], из-за недостаточного использования мировой информации количество повторно получаемых данных в исследованиях достигает в различных областях научно-технического творчества 60 %, а порой, даже – 80 %. А это все

потери времени и средств, которые в США, например, оцениваются многими миллиардами долларов [6]. Кроме того, дублирование разработок еще в большей степени увеличивает общий поток информации, причем, не принося при этом новых знаний.

Таким образом, огромный объем и темпы роста информации, «многоязычность» ее представления в печати, дублирование разработок, в какой-то мере, создают хаос и неразбериху в информационном потоке. Поэтому, естественно, информация из мировой прессы, которая предоставляется специалисту для анализа, рассматривается им не как жизненно важный исходный материал для последующего повышения эффективности инновационных проектов, а как дополнительное затруднение, помеха его работе, усиливающая общую неопределенность и приводящая к потере ориентации в мировой базе знаний. Разумеется, все это негативно отражается на потребительских свойствах и качестве разрабатываемого продукта, следовательно, на способности его полностью удовлетворить запросы общества. А ведь только правильное понимание мировой базы знаний и полное владение ею, может обеспечить получение новых и надежных прагматических знаний, так необходимых для создания наиболее эффективных объектов в рамках инновационных проектов.

Другими словами, качественное информационное обеспечение инновационного проекта, использование при разработке объектов новых прагматических знаний, полученных из полных потоков исходной информации, страхует руководителя проектных работ от риска оказаться в зоне количественной или качественной неопределенности, в зоне ложных управленческих решений, влекущих потерю средств и времени на дублирование разработок или исследования тупиковых ситуаций и направлений.

Из этого следует, что решение проблемы обработки, по истине, колоссальных массивов исходной информации, достигающих порой сотен тысяч печатных единиц даже в самых узких направлениях науки и техники, требует тщательного рассмотрения вопросов сжатия или свертки информации, приведения ее к какому-то концентрированному виду, который позволил бы охватить всю мировую базу знаний независимо от количества обрабатываемых источников информации, представить ее наглядно и в такой форме, чтобы с ней было удобно работать, получать новые прагматические знания для инновационного проекта в рамках имеющихся сил и средств, отведенных бюджетом для этих целей.

И здесь традиционные подходы к решению проблемы обработки больших информационных потоков не годятся, поскольку не позволяют в полной мере исследовать мировую базу знаний по интересующему направлению науки и техники.

Одним из основных приемов сжатия информации, широко применяемым в наши дни, является реферирование публикаций. При составлении

реферата происходит концентрация содержания опубликованного материала: очень кратко излагается тема (или сюжет) публикации, приводятся конкретные результаты исследований и рекомендации, если такие имеются в реферируемом материале. Конечно, реферат позволяет существенно уменьшить объем изучаемого материала, сконцентрировать внимание специалиста на самом основном, понять смысл публикации и, тем самым, сократить время обработки источника информации.

Изучение содержания рефератов – это не плохой способ исследования массива информации, но сегодня он уже не может считаться эффективным, хотя бы по той лишь причине, что количество рефератов, даже по какому-то одному узкому направлению науки и техники, довольно велико. А это, в свою очередь, существенно затрудняет или делает вообще невозможным изучение большого информационного массива посредством рефератов. В качестве доказательства этого утверждения, приведем лишь несколько, довольно убедительных примеров.

В реферативном журнале «Сварка» (издается, как отдельный выпуск, с 1967 года, а до этого раздел «Сварка» помещался в реферативном журнале «Металлургия») с 1956 по 2001 годы включительно было представлено 281629 рефератов, освещающих абсолютное большинство публикаций из мировой прессы, посвященных этому технологическому процессу изготовления металлических конструкций. В реферативном журнале «Тракторы и сельскохозяйственные машины и оборудование» с 1963 по 2001 годы было помещено 264645 рефератов, а в реферативном журнале «оборудование и технология пищевой промышленности» за этот же временной период представлено 190206 рефератов.

Эти примеры наглядно показывают, с каким количеством рефератов придется работать для изучения указанных направлений науки и техники. Можно лишь представить, сколько потребуется времени специалисту, только для беглого просмотра сотен тысяч рефератов, не говоря уже об изучении их содержания.

Возможно, у кого-то возникнет такой вопрос: а зачем изучать все рефераты подряд? Надо просмотреть только тот раздел реферативного журнала, в котором информация будет представлять непосредственный интерес для участников проекта, поскольку касается только лишь конкретного продукта проекта.

Безусловно, это так, но, во-первых, для глубокого изучения динамики изменения рынка, темпов и направлений развития отрасли, к которой относится продукт проекта, все же придется изучать весь объем информационного массива, а во-вторых, даже в очень узком направлении науки и техники количество рефератов остается довольно большим.

Например, реферативный журнал «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» (это действительно узкое направление), с момента его издания, с 1983 года по 2001 год включительно, содержит, ни много не мало, 29181

реферат. Допустим, нас интересует только одно направление нетрадиционной энергетики – ветроэнергетика. Действительно, в указанном реферативном журнале имеется отдельный раздел, посвященный этому виду энергетики. За все годы издания этого реферативного журнала в этом разделе было помещено 7996 рефератов. Ну, а если изучать ветроэнергетику по рефератам вообще, то придется смотреть их, начиная с 1956 года (начало выхода в свет этого источника информации). Тогда придется обратить внимание, по меньшей мере, на 10597 рефератов.

Эти примеры наглядно показывают, что уже сегодня исследование большого массива информации, даже в узком направлении науки и техники, посредством изучения содержания рефератов малоэффективно. В таком объеме информации (количестве рефератов) легко «заблудиться» и, потратив уйму времени, что недопустимо с учетом постоянного сокращения сроков обновления выпускаемой продукции и высоких темпов изменения конъюнктуры рынка, так и не увидев главного или перспективного направления развития изучаемой технической системы, то есть того, ради чего, собственно говоря, и проводились исследования.

Нетрудно предположить, что в ближайшие годы изучение больших информационных массивов посредством рефератов станет практически невозможным или, по крайней мере, безрезультатным. Это предположение очевидно и не требует каких-либо доказательств, поскольку в мировой печати наблюдается устойчивая тенденция к нарастанию объема разнообразной информации и темпов ее накопления [4].

Из сказанного следует, что уже сегодня реально назрела объективная необходимость в разработке принципиально новой методики обработки информации, позволяющей оперативно и безошибочно извлекать для себя полезные сведения из больших информационных массивов. Отсутствие такой методики обработки большого количества источников информации, в какой-то мере, сдерживает дальнейшее развитие общественного производства, «тормозит» процесс создания новых видов товаров и услуг, приводит к нерациональному использованию средств на различного рода исследования.

Безусловно, в арсенале ученых имеются многочисленные рекомендации по извлечению полезных сведений из потока публикаций, но все они относятся к локальным методам обработки отдельных видов источников информации. Например, контент-анализ дает рекомендации только по работе с источниками средств массовой информации (газеты, журналы, радио- и телевыступления и пр.) [7], патентно-конъюнктурные исследования – только по обработке патентной документации [8]. Но, во-первых, локальные методы обработки информации в принципе не позволяют системно выявить и комплексно оценить все свойства изучаемого объекта, включая и потребительские, во-вторых, не учитывают

глобальные изменения в экономике, не ориентируются на запросы потребителей продукции, разрабатываемой в рамках инновационных проектов и, в третьих, не позволяют обрабатывать большие массивы информации, включающих десятки и даже сотни тысяч разнообразных по виду, форме и содержанию публикаций. Для обработки больших объемом публикаций традиционные методы не подходят. Ведь такие огромные массивы информации обладают определенными свойствами, своей архитектурой, неповторимостью, «живут» и развиваются по определенным законам, подобно биологическим существам (такая аналогия вполне допустима, поскольку каждая публикация отражает мысли ее автора или, образно говоря, в ней присутствует частица его разума. Тогда тематическая подборка информационных материалов по какому-то определенному направлению – это, в какой-то мере, коллективный разум активной части человечества по данному вопросу),

Существующие рекомендации рассчитаны на обработку небольших массивов однотипных публикаций, где задача поиска и выявления полезной информации может быть решена тривиальным перебором вариантов из ограниченного числа имеющихся.

При этом, в соответствии с рекомендациями по обработке массивов публикаций, исследователи разделяют на части информационный поток и наблюдают, опять же по отдельности, только технические или социальные аспекты изучаемого объекта. А ведь современного и производителя продукции и потребителя товаров и услуг, прежде всего, интересуют экономические аспекты объекта. Все остальное для них – вторично.

Сегодня оптимизация потребительских свойств любого объекта может быть осуществлена посредством дополнительных знаний о нем, продуцированных из больших информационных массивов. Такой подход к разработке новых видов товаров и услуг становится основным средством повышения эффективности инновационных проектов.

Критический анализ других аспектов информационного обеспечения инновационных проектов можно было бы продолжить, но ограничимся вышеизложенным материалом. На наш взгляд, его вполне достаточно для понимания, что все затронутые вопросы – это лишь различные грани одной и той же глобальной проблемы, сущность которой заключается в следующем.

Человечество, в силу законов своего эволюционирования, всегда будет нуждаться в таких товарах и услугах, которые способны на текущий момент времени полностью удовлетворить его потребности, каждый раз меняющиеся и постоянно растущие в соответствии с очередным достигнутым уровнем развития общественных отношений.

Понимая, что ничего в этом мире не дается «даром», общество вкладывает огромные средства и отвлекает значительную часть материальных ресурсов

на исследования, привлекает лучших своих представителей к разработке новых видов продукции. Однако эти, по истине, колоссальные вклады и усилия, в большинстве случаев, не дают желаемого результата. Часть средств, и не малая, расходуется на дублирование ранее проведенных исследований, на создание малоэффективных, неконкурентных (а порой, и вообще ненужных) товаров с низкими потребительскими свойствами, не отвечающими запросам общества.

Невозможность удовлетворить насущные потребности общества в товарах и услугах вызывает его раздражение и недовольство. Неудовлетворенность общества потребительскими свойствами вновь созданной продукции и есть общественная компонента рассматриваемой глобальной проблемы. Ее существование обусловлено тем, что в невообразимо возросшем в последние годы потоке информации, стало невозможным контролировать содержание всех публикаций конкретными методами. А это неизбежно приводит к хаосу и неразберихе в рекомендациях, к дублированию разработок, к потере лучших объектов и последних достижений науки и техники, к неопределенности направлений изысканий, к невозможности выявления тенденций и закономерностей, а значит, и к невозможности делать сколько-нибудь надежные прогнозы в отношении дальнейшего состояния на рынке того или иного товара или услуги, то есть к невозможности предугадать желания общества.

Общественность, и в первую очередь, инвесторы и потребители продукции, конечно же, не будут мириться с сложившейся ситуацией. Напротив, они будут стремиться как-то ее изменить в лучшую для себя сторону. Ведь неразумно же продолжать финансирование разработок новых видов товаров и услуг, потребительские свойства которых не отвечают современным требованиям, предъявляемым к ним. Естественно, для этого общество обращается за помощью к науке. Наука же, по результатам постоянно проводимых ею исследований, подтверждает факт неуклонного роста в мире количества публикаций и утверждает, что темпы роста объема информации в перспективе будут постоянно нарастать.

Более того, наблюдаемый ныне информационный бум привел к тому, что появилось противоречие между неоспоримой полезностью информации для создания нового конкурентного продукта в рамках инновационного проекта, с одной стороны, и невозможностью воспользоваться ею в полной мере из-за ограниченности человеческих возможностей к восприятию такого колоссального количества информации, с другой стороны.

Одной из причин такого парадокса является отсутствие методов эффективной обработки больших информационных массивов и частичное несоответствие содержания публикаций для потребителя продукции (в большинстве случаев приводимые в публикациях сведения (технические характеристики, результаты исследований, расчеты и

пр.) мало интересны для потребителя конечной продукции).

Другой причиной является отсутствие методики выявления из информационных массивов и применения в проектах новых знаний о разрабатываемом объекте. Сегодняшнее отсутствие методологии извлечения новых знаний из больших массивов информации, методологии управления этими знаниями на всех этапах инновационного проекта, отсутствие конкретного инструментария, обеспечивающих возможность трансформации новых знаний в форму, удобную для использования их всеми участниками проекта и обеспечивающих создание именно конкурентного продукта проекта, способного полностью удовлетворить запросы потребителей продукции – это научная компонента все той же затронутой нами проблемы.

Таким образом, изучаемая проблема имеет две основные компоненты: общественную и научную, а также носит научно-прикладной характер, поскольку ее решение связано с разработкой на научной основе набор методик, позволяющих практически пользоваться знаниями, полученными из больших информационных массивов при создании новых товаров и услуг.

Теперь настало время подвести итог и сформулировать проблему в общем виде.

В настоящее время отсутствует методология и конкретный практический инструментарий, позволяющих в совокупности системно оценить посредством больших информационных массивов инвестиционную привлекательность любого коммерческого предложения или, иначе говоря, любой инновации, с точки зрения ее потребительских свойств как будущего товара или услуги не этапе принятия решения о ее финансировании, оптимизации и корректировки параметров разрабатываемого объекта в процессе его материализации и последующей реализации в рамках инновационного проекта.

Справедливо возникает вопрос. Как долго будет существовать данная проблема? Может она в ближайшее время решится сама собой? Однозначно, нет. Поскольку темп накопления информации человечеством неуклонно возрастает и управление знаниями, полученными из больших информационных массивов, находится только на начальной фазе, указанная проблема с течением времени будет становиться все острее и существеннее до тех пор, пока не изменятся каким-то образом тенденции развития мировой экономики в целом. А это, в силу инерционности процессов, произойдет не скоро (если вообще произойдет): предпосылок для таких изменений пока не наблюдается.

Тогда уместно задать и второй вопрос. Возможно ли решение этой проблемы сейчас? Да. Благодаря наличию определенных достижений в области теории и практики в таких надотраслевых направлениях науки как «управление проектами», «интеллектуальная собственность», «качество» делают реальным решение обозначенной проблемы уже сегодня.

Актуальность этой проблемы очевидна. В наши дни рынок Украины наводнен товарами импортного происхождения, что существенно сдерживает развитие отечественно производства и, в целом, негативно отражается на благосостоянии населения: покупательская способность продолжает оставаться на низком уровне, не создаются новые рабочие места. Для вытеснения и замены импортной продукции на украинском рынке необходимо, чтобы товары отечественных производителей не только не уступали по качеству и потребительским свойствам аналогичным импортным товарам, но и существенно превосходили их, имея при этом более низкую цену.

Для решения этой важной задачи Украина приняла инновационную стратегию развития своей экономики. И это не случайно. На протяжении всей многовековой истории развития человечества, инновации играли ведущую роль в техническом прогрессе, способствуя постоянному повышению уровня общественного производства. По оценке многих специалистов, такие страны как Япония, США, Германия и ряд других, достигли своего экономического могущества благодаря постоянному и интенсивному внедрению в производство передовых достижений науки и техники [1, 2].

Поэтому выбор инновационной стратегии реализации своих планов и программ – это наиболее реальный подход к выходу Украины из экономического кризиса и, возможно, единственный путь вхождения Украины в мировое экономическое сообщество в качестве равноправного партнера.

Следует отметить, что на современном этапе развитие экономики абсолютного большинства стран мира определяют две ведущие мировые тенденции [9], которые в полной мере проявляются и в Украине при реализации ее инновационной стратегии развития общественного производства. Какие же это тенденции?

Прежде всего, это экономическая тенденция. Сегодня в мире происходит становление нового направления – новационного развития общественного производства и отношений, с переходом от экономики вещей к экономике знаний. При таком подходе к дальнейшему развитию социально-экономических отношений в обществе существенно возрастает потребность в создании все большего числа прорывных новшеств в единицу времени и, одновременно, снижаются возможности выделения для этого достаточных человеческих и финансовых ресурсов. В итоге резко обостряются потребности в значительном повешении эффективности инноваций, а также их адаптации к быстро меняющимся и усложняющимся требованиям потребителей продукции и услуг.

Другой социальной тенденцией является заметная активизация в последние годы творческой деятельности, как отдельных людей, так и целых коллективов, стремящихся стать активными участниками экономических процессов. А это неизбежно приводит к созданию, причем высокими

темпами, бесчисленного множества инноваций во всех сферах общественной жизни человечества. В итоге существенно усложнился поиск среди них эффективных технических и организационных решений, даже в одном узком направлении науки и техники.

Выбор инновационной стратегии развития своей экономики и влияние на нее отмеченных выше социально-экономических тенденций, свидетельствуют о том, что Украина уже волилась в мировой экономический процесс, а значит, вынуждена принимать и жить по его законам.

Известно [10], что высокая эффективность внедрения инноваций в экономику государства достигается при их разработке в рамках инновационных проектов, о чем свидетельствует положительный опыт ряда высокоразвитых стран, использующих такой подход при решении любых задач.

Сегодня проектная ориентация решения экономических и социальных проблем принята и в Украине. Сейчас практически все солидные предприятия и организации, большинство средних и мелких фирм, решают вопросы своего дальнейшего развития посредством проектов, преимущественно инновационных, так как такой подход к обеспечению стабильности работы предприятия является уже общепризнанным: он достаточно надежен и результативен. Причем тенденция к увеличению числа инновационных проектов в Украине носит стабильно нарастающий характер.

Однако, продукция, создаваемая в рамках инновационных проектов, к сожалению, часто не отвечает запросам ее потребителей по той лишь причине, что она не соответствует критериям, предъявляемым к ней мировой общественностью. Критерии же качества и необходимых потребительских свойств продукции можно выявить с достаточной для практического применения точностью из массива информации, посвященной разрабатываемому продукту проекта.

Поэтому полезность информации на всех фазах любого проекта не вызывает сомнений, но ведь для каждого участника проекта необходимы свои данные о разрабатываемом продукте, причем эти данные различны в зависимости от фазы проекта, характера проектных работ.

Следовательно, важным является своевременное предоставление конкретной информации, ценной для данного вида проектных работ, а для этого необходимо уметь быстро и качественно обрабатывать большие информационные потоки. Но как это сделать, как извлечь пользу из огромного количества публикаций, пока остается не ясным.

Понятно, что большой массив информации необходимо каким-то образом трансформировать в форму, удобную для его использования всеми участниками проекта. А это означает, что сегодня крайне необходим принципиально новый инструментарий для обработки больших

информационных массивов, который позволит не только постоянно сравнивать и корректировать свои действия с мировой базой знаний (с мнением общественности в отношении продукта), но и максимально сократить сроки и ресурсы на сбор, анализ и использование информации с целью достижения максимальной эффективности завершения проекта.

Для решения этой актуальной проблемы проведены соответствующие исследования, направленные, прежде всего, на изучение свойств больших информационных массивов, на разработку теоретических основ получения новых прагматических знаний о продукте проекта, на разработку эффективных приемов структуризации и трансформации массива информации для оперативной и эффективной его обработки, на изучение конъюнктуры рынка товаров и услуг посредством непрерывных информационных потоков и др.

Объектом исследования стали процессы принятия управленческих решений на всех этапах инновационного проекта на основе новых прагматических знаний о разрабатываемом продукте проекта, полученных из больших информационных массивов.

Предмет исследования – процессы оценки инвестиционной привлекательности инноваций, в частности, объектов промышленной собственности, с точки зрения их потребительских свойств.

В процессе проведения экспериментальных и теоретических исследований использовались статистические методы наблюдений и обработки информации, регрессионный и корреляционный анализы, эконометрические методы моделирования и прогнозирования с использованием элементов теории вероятности и теории нечетких множеств, а также разнообразные методы обработки информации, которые прошли, и успешно, апробацию при решении конкретных оптимизационных задач, связанных с сжатием информации и ее анализа для принятия управленческих решений.

Результаты исследований позволили разработать методологию использования больших информационных массивов в проектах и получить набор практического инструментария, позволяющих в совокупности, комплексно оценить привлекательность проектного предложения на этапе принятия решения о его финансировании и последующей реализации в рамках инновационного проекта.

Полезность предлагаемой методологии и конкретных пошаговых методических рекомендаций заключается в том, что их применение обеспечивает существенное снижение риска принятия неправильного решения в отношении инновации, предложенной к введению в рыночный оборот в рамках инновационного проекта. В целом, эта методология и методики позволяют вести разработку продукта проекта, обладающего теми потребительскими свойствами, которые от него ожидает общество. А это, в свою очередь, позволит

субъектам предпринимательской деятельности наладить производство отечественной продукции, способной конкурировать с аналогичной продукцией импортного производства и, тем самым, способствовать дальнейшему развитию экономики Украины.

В заключении отметим, что проблема создания и продвижения на рынок даже конкурентных товаров и услуг гораздо шире, чем рассматриваемая в данной работе. Но, предложенная методология и разработанные практические рекомендации позволяют, хотя бы частично, ее решить, гарантировать, что в рамках инновационных проектов будут создаваться объекты, не хуже, чем существующие их аналоги. Продвижение же товаров на рынок – это уже другая задача, решением которой занимаются маркетологи. Поэтому вопросы маркетинга в данной работе не рассматривались.

#### Л и т е р а т у р а

- 1 Цыбулев П.Н. Оценка интеллектуальной собственности: Конспект лекций. – К.: УкрИНТЭИ, 2001. – 164 с.
- 2 Интелектуальна власність в Україні: правові засади та практика. – Наук.-практ. Вид.: У 4-х т. / За заг. Ред. О.Д.Святоцького. – Т. 1: Право інтелектуальної власності / С.О.Довгий, В.С. Дроб'язко, В.О.Жаров та ін.; За ред. В.М.Литвина, С.О.Довгого. – К.: Видавничий Дім "Ін Юре", 1999. – 500 с.
- 3 Шапиро В.Д. и др. Управление проектами. – СПб.: «ДваТри», 1993. – 443 с.
- 4 Чурсин Н.Н. Популярная информатика. – К.: Техніка, 1982. – 158 с.
- 5 Комаров М.С. Основы научных исследований. – Львов: Вища школа. Изд-во при Львов. ун-те, 1982. – 128 с.
- 6 Лудченко А.А., Лудченко Я.А., Примак Т.К. Основы научных исследований. – К.: Знание, КОО, 2001. – 113 с.
- 7 Иванов В.Ф. Контент-аналіз: Методологія і методика дослідження ЗМК: Навч. посібник / Наук. ред. А.З.Москаленко. – К.: ІСДЮ, 1994. – 112 с.
- 8 Патентні дослідження. Методичні рекомендації / За ред. В.Л.Петрова. – К.: Видавничий Дім "Ін Юре", 1999. – 264 с.
- 9 Пигоров Г.С., Таран Ю.Н. Интеллектуализация социально-экономического развития страны // Сб. науч.-методич. матер. «Новационно-творческое образование и интеллектуализация социально-экономического развития стран» / Под ред. Ю.Н.Таран и Г.С.Пигорова. – Днепропетровск: ГмеуАН, ГНОЦ «Творчество», 1999. – с. 70 – 87.
- 10 Мир управления проектами /Под ред. Х.Решке, Х.Шелле. – Пер с англ. – М.: Аланс, 1993. – 304 с.

#### R e f e r e n c e s

1. Tsybulev P.N. Otsenka intelektualnoy sobstvennosti: Konspekt lek-tsiy. – K.: UkrINTEI, 2001. – 164 s.
2. Intelektualna vlasnist v UkraYinI: pravovI zasadi ta praktika. – Nauk.-prakt. Vid.: U 4-h t. / Za zag. Red. O.D.Svyatotskogo. – T. 1: Pravo Intele-ktualnoYi vlasnostI / S.O.Dovgij, V.S. Drob'yazko, V.O.Zharov ta In.; Za red. V.M.Litvina, S.O.Dovgogo. – K.: Vidavnicliy DIm "In Yure", 1999. – 500 s.

3. Shapiro V.D. i dr. Upravlenie proektami. – SPb.: «DvaTri», 1993. – 443 s.

4. Chursin N.N. Populyarnaya informatika. – K.: TehnIka, 1982. – 158 s.

5. Komarov M.S. Osnovyi nauchnyih issledovaniy. – Lvov: Vischa shkola. Izd-vo pri Lvov. un-te, 1982. – 128 s.

6. Ludchenko A.A., Ludchenko Ya.A., Primak T.K. Osnovyi nauchnyih issledovaniy. – K.: Znanie, KOO, 2001. – 113 s.

7. Ivanov V.F. Kontent-analiz: Metodologiya I metodika doslIdzhennya ZMK: Navch. posIbnik / Nauk. red. A.Z.Moskalenko. – K.: ISDO, 1994. – 112 s.

8. PatentnI doslIdzhennya. MetodichnI rekomendatsIyi / Za red. V.L.Petrova. – K.: Vidavnichiy DIm “In Yure”, 1999. – 264 s.

9. Pigorov G.S., Taran Yu.N. Intellektualizatsiya sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya strany // Sb. nauch.-metodich. mater. «Novatsi-onno-tvorcheskoe obrazovanie i intellektualizatsiya sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya strany» / Pod red. Yu.N.Taran i G.S.Pigorova. – Dnepropetrovsk: GmeuAN, GNOTs «Tvorchestvo», 1999. – s. 70 – 87.

10. Mir upravleniya proektami /Pod red. H.Reshke, H.Shelle. – Per s angl. – M.: Alans, 1993. – 304 s.

**Kalyuzhnyy V.V.**

#### **THE PROBLEM OF PRACTICAL USE OF MEGA-MASS INFORMATION**

*When developing innovative products, it is necessary that it satisfies the needs of consumers as best as possible. It is recommended to use mega-masses of information to assess the attractiveness of innovation, which reflects the aggregate opinion of the public. However, a huge number of sources of information do not allow them to extract new pragmatic knowledge about the product of the project. To do this, it is necessary to use new methods based on the processing of statistical data by known methods.*

**Keywords:** *innovation, efficiency, evaluation, comparison, information, mega-mass, processing, problem, methodologies.*

**Калюжный Валерий Вилинович**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедры «Право интеллектуальной собственности и инноватика» ИЮиМП ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ им. В.Даля»

**E-mail:** kvvkvkvv@mail.ru

**Valery Kalyuzhny**, Ph. D., Associate Professor, Head of the Department "Intellectual Property Law and Innovation" IU&IL SEU VPE LPR "LNU V. Dahl"

**E-mail:** kvvkvkvv@mail.ru

**Рецензент: Витренко Владимир Алексеевич** д.т.н., профессор, проректор по научной работе и инновационной деятельности ЛНУ им. В.Даля.

*Статья подана 19.10.2017*

УДК 658.3

## ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ ЗАРОЖДЕНИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Калужный В.В., Бугаевская Ю.Ю.

### PREREQUISITES FOR THE EMERGENCE OF INNOVATION ACTIVITIES

Kalyuzhnyy V. V., Bugaevskaya Ju. Ju.

*Отмечено, что развитию научно-технического прогресса способствуют проблемы, которые постоянно возникают во всех сферах человеческой деятельности. Решение любой проблемы порождает новую проблему. Раскрыты понятия техническая потребность, техническая необходимость, техническая возможность, техническая задача. Несмотря на схожесть указанных понятий, они принципиально отличаются друг от друга, поскольку требуют различных подходов для разрешения проблем.*

**Ключевые слова:** научно-технический прогресс, движущая сила, проблема, техническая потребность, необходимость, возможность, задача.

Развитие общества, по своей сущности, – это ничто иное, как постоянное движение его вперед к определенным намеченным рубежам, которые оно само же себе и устанавливает с помощью различных критериев и прогнозов. При этом, достигнув, или только лишь приблизившись к намеченному рубежу, общество сразу же определяет для себя новые желаемые уровни своего развития, ставит перед собой новые цели и процесс их достижения, не прерываясь, продолжается. Такое движение общества вперед довольно устойчиво и наблюдается на протяжении всего многовекового периода развития человечества.

Закономерное и постоянное развитие общества, очевидно, и составляет смысл его существования, является основой прогресса человечества, одним из неперенных условий его выживания в сложнейших условиях реальной действительности, которая всегда имела и будет иметь место на нашей планете.

Следует отметить, что развитие общества – это, отчасти, движение его в неизвестное. И это важно, потому что сегодня, несмотря на наличие многообразных способов и методик прогнозирования, будущее, к сожалению, пока не удастся ни точно предсказать, ни рассчитать. Прежде всего, это связано с тем, что внутренняя и внешняя окружающая среда постоянно изменяется под влиянием бесчисленного множества взаимосвязанных факторов, поведение и количество которых непостоянно и непредсказуемо.

В ходе эволюции социально-экономических явлений, связи между одними и теми же факторами непрерывно изменяются. При этом какая-то часть факторов исчезает навсегда, а какая-то – вновь появляется через некоторое время, но уже в ином качестве, возникают принципиально новые факторы различной степени значимости. О существовании некоторых факторов мы даже не подозреваем из-за нехватки знаний об окружающей среде, а все ныне известные нам факторы, характеризующие в полном объеме события и процессы, даже и учесть не всегда представляется возможным.

По этой причине прогнозы всегда носят вероятностный характер и нередко преподносят «сюрпризы» в процессе их реализации. Чем длиннее прогнозируемый период (время упреждения), тем расплывчатей граничные условия, тем выше вероятность появления неожиданных и непредсказуемых ситуаций.

Именно элементы неизвестности будущего не позволяют заранее все предусмотреть и точно рассчитать, а значит, своевременно подготовиться должным образом к адаптации в постоянно меняющихся условиях окружающей внешней среды. Иными словами, неизвестность неизбежно и постоянно порождает те или иные проблемы, с которыми обществу приходится сталкиваться в процессе своего эволюционирования. Преодоление этих проблем каждый раз позволяет обществу сделать очередной шаг вперед, подняться на новый уровень своего развития, приблизиться к намеченной цели.

Из этого следует, что именно проблемы, в сущности, являются своеобразным реальным источником и внутренней движущей силой развития общества, поскольку порождает определенные действия людей, направленные на их разрешение или преодоление. Проблемы, образно говоря, всегда выступают в качестве непрерывно действующего сигнала, вызывающего раздражение в обществе, а, следовательно, и его ответную, адекватную реакцию. Другими словами, наличие проблемных ситуаций в обществе является одним из неперенных и обязательных условий его развития.

Человечество развивается, как правило, одновременно во всех направлениях своей деятельности, хотя, порой, и не равномерно и не так успешно, как хотелось бы. Но одновременность развития общества абсолютно во всех направлениях, вынуждает его решать целый ряд различных проблем также одновременно.

Естественно, этих проблем очень много, все они чрезвычайно разнообразны по форме и проявлениям, имеют преходящий, исторический характер и взаимосвязаны. Возникновение и зарождение проблем диалектически взаимообусловлено: разрешение одной проблемы сопряжено с зарождением другой (в противном случае общество прекратило бы свое развитие).

Разумеется, в каждом направлении человеческой деятельности имеются свои неповторимые проблемы, имеющие свой характер (технические, научные, экономические, социальные), специфику (медицинские, педагогические), масштабность (мировые, государственные, глобальные, локальные, семейные, личные), актуальность (требующие немедленного решения или с ними можно как-то сосуществовать), сложность (сверхсложные, сложные, простые, сверхпростые) и т.д.

Очевидно, единой классификации проблем в природе не существует, да и нет, наверное, в этом необходимости. Отсутствие общей классификации проблем, вероятно, связано с тем, что сам факт наличия любой проблемы, автоматически порождает необходимость ее решения, причем независимо от того, к какому классу она была бы отнесена.

В основе решения любой проблемы лежит стремление людей к усовершенствованию и улучшению той или иной стороны их общественной жизни. Решение проблемы, в сущности, заключается в устранении противоречий, возникающими между растущими запросами общества на современном этапе его развития и возможностями, уже сложившимися к тому времени, технических систем и общественных отношений, в удовлетворении его потребностей.

При поиске решения проблемы перед обществом стоит задача не просто в обнаружении противоречий, а в раскрытии особенностей их проявления в техническом прогрессе и в общественной жизни, в выяснении конкретного механизма действия противоречий как внутренних импульсов развития техники, в частности, и общества, в целом [1, 2].

На развитие общества решающее воздействие оказывает техника. Рассматривая диалектику и закономерности ее совершенствования, невольно происходит осознание того, что техника является общественной материальной системой, отражающей социально-экономический уровень развития общества. Она служит проводником преобразующей деятельности людей, инструментом познания и

использования сил, свойств, законов развития природы, человека и общества, средством управления естественными и социальными процессами при удовлетворении общественных потребностей. Техника возникает, функционирует и развивается как специфическое общественное явление в системе общества [2]. Свои основные функции она выполняет будучи средством трудовой деятельности людей в материальном и духовном производстве и служит объединяющим элементом в таких разнородных связях, как: «техника – природа», «техника – предмет труда», «техника – человек», «техника – наука», «техника – социальные отношения», «техника – общественное сознание» и т.д. Все эти связи реализуются через отношение «человек – техника», при непосредственном воздействии экономических, социальных и других отношений в обществе [3].

Поскольку техника играет основополагающую роль в развитии человечества, то, естественно, обществу наиболее часто приходится сталкиваться с решением именно технических проблем. При этом противоречия, выявляемые в процессе решения технических проблем, с научной точки зрения, можно условно разделить на три типа: административные, технические и физические [4].

К административным относят такие противоречия, которые присутствуют первоначально в самом факте возникновения технической проблемы или задачи, когда нужно что-то сделать, но как это сделать – неизвестно. Их эвристическая (подсказывательная) сила равна нулю, но именно они побуждают людей к творчеству, к поиску выхода из сложившейся ситуации.

К техническим относятся противоречия, возникающие между частями или параметрами технической системы при попытке их изменения: если известными способами улучшать одну часть (параметр) системы, то неизбежно и недопустимо ухудшится ее другая часть (параметр).

Физическими называют противоречия, заключающиеся в предъявлении к одной и той же части технической системы взаимопротивоположных, взаимоисключающих требований. В такой ситуации возникает парадокс, присутствующий всегда в технической проблеме. Физические противоречия всегда являются причиной технических.

Техническое противоречие можно трактовать и более широко, как всевозможные несоответствия и диспропорции между различными характеристиками взаимодействующих элементов в разнородных системах связей и отношений [2]. Они возникают как в отдельных объектах, так и во взаимодействии между ними, между техническими средствами и обрабатываемым объектом, между характеристиками объекта и работающим с ним человеком, а также между техническими потребностями, необходимостью и возможностями.

Изучение проблемной ситуации – это, прежде всего, выявление технических противоречий. Только после этого возможна постановка и формулирование определенной задачи.

Здесь уместным будет привести некоторые понятия и термины, употребляемые в процессе анализа проблемной ситуации и выявления технических противоречий [4].

*Техническая потребность* общества связана с осознанием растущих противоречий между спросом общества на те или иные новые материалы, источники энергии, средства коммуникации, продукты питания, медикаменты, машины, приборы и др. невозможностью удовлетворить этот спрос имеющимися средствами. В технической потребности выражается запрос общества на технические средства, способные разрешить возникшие –противоречия.

*Техническая необходимость* выражает такую ступень познания объекта, когда вскрывается его сущность, законы действия и существования. Это то, что внутренне присуще самой природе технических систем, определяется их уровнем и характером развития на данном этапе.

*Техническая возможность* – это комплекс материальных факторов, а также определенных знаний работников производства, обеспечивающих реализацию технической необходимости и удовлетворение технических потребностей общества.

*Техническая проблема* – это отражение ситуации, складывающейся в процессе изучения соотношения между технической необходимостью и наличными техническими возможностями. В ее основе лежит противоречие между целью поиска, которая выражает осознание технической потребности и необходимости, и отсутствием или незнанием условий и способов ее достижения при данных возможностях.

*Техническая задача* – это выражение определенной цели получить тот или иной эффект от искомого технического решения (разрешения противоречия), воплощающего ту или иную идею (принцип, процесс). В структуру сознательно сформулированной задачи входят: указания на искомый результат, определение условий функционирования будущего объекта, технические условия реализации и указания на предполагаемые пути и способы решения задачи. Математикам хорошо известно, что правильно сформулированная задача – это пятьдесят один процент ее решения.

Технические противоречия всегда проявляются своеобразно при решении различных технических проблем. Они создают свою проблемную ситуацию, специфическое разрешение которой возможно только посредством творчества.

Разумеется, все технические противоречия, какие только могут встретиться, классифицированы [1]. Но при этом следует иметь в виду, что классификация технических противоречий на

ограниченное число «типов» чисто условна. Внутри каждого типа находится много чрезвычайно разнообразных (но по определенным признакам аналогичных) противоречий.

Результатом разрешения технического противоречия становится инновация, т.е. создание принципиально нового технического объекта (или системы объектов, объединенных между собой функциональными связями), представляющего органический синтез нового технического решения и элементов прежних решений в новом целом. Это справедливо даже по отношению к радикальным техническим достижениям.

История многовекового развития человечества показывает, что основой технического прогресса является стремление людей к удовлетворению своих социальных и экономических потребностей, которые, в свою очередь, способствуют прямо или косвенно развитию общественных отношений. Объективная необходимость преодоления ряда проблем побуждает, как отдельных людей, так и целые коллективы, постоянно разрешать технические противоречия, создавая при этом новые интеллектуальные и материальные ценности, отличающиеся от своих предшественников лучшими потребительскими свойствами, способными наиболее полно удовлетворить насущные запросы общества.

Из всего сказанного можно сделать следующий общий вывод. В будущее нет светлой и столбовой дороги. Продвигаясь к намеченным рубежам, к вершине своего развития, человечество вынуждено карабкаться по тернистым его склонам, разгребая груды проблем. Устранение преград происходит посредством разрешения всевозможных противоречий, лежащих в их основе. Поэтому процессы умственного и физического продуцирования новых товаров и услуг, новых взаимоотношений, или, иначе говоря, инновационные процессы, продолжающиеся вот уже в течение нескольких тысячелетий и характеризующихся бесчисленным многообразием форм своего проявления, непрерывностью и бесконечностью, как во времени, так и по видам, являются основой развития общества.

Таким образом, процесс развития общества сам по себе создает предпосылки для возникновения инновационной деятельности человечества. Так было, есть и будет всегда.

#### Л и т е р а т у р а

1. Белозерцев В.И. Проблемы технического творчества как вида духовного производства. – Ульяновск: Приволж. кн. изд-во, Ульяновск. отд., 1970. – 352 с.
2. Белозерцев В.И. Техническое творчество. Методологические проблемы. – Ульяновск: Приволж. кн. изд-во, Ульяновск. отд., 1975. – 248 с.
3. Чус А.В., Данченко В.Н. Основы технического творчества. – Киев: Вища школа. Головне вид-во, 1983. – 184 с.

4. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. – М.: Сов. радио, 1979. – 176 с.

#### References

1. Belozertsev V.I. Problemyi tehničeskogo tvorčestva kak vida duhovnogo proizvodstva. – Ulyanovsk: Privolzh. kn. izd-vo, Ulyanosk. otd., 1970. – 352 s.

2. Belozertsev V.I. Tehničeskoe tvorčestvo. Metodologičeskie problemyi. – Ulyanovsk: Privolzh. kn. izd-vo, Ulyanosk. otd., 1975. – 248 s.

3. Chus A.V., Danchenko V.N. Osnovyi tehničeskogo tvorčestva. – Kiev: Vischa shkola. Golovne vid-vo, 1983. – 184 s.

4. Altshuller G.S. Tvorčestvo kak tochnaya nauka. – М.: Sov. radio, 1979. – 176 s.

#### **Kalyuzhnyy V. V., Bugaevskaya Ju. Ju. PREREQUISITES FOR THE EMERGENCE OF INNOVATION ACTIVITIES**

*It is noted that the development of scientific and technological progress is promoted by problems that constantly arise in all spheres of human activity. Solving any problem raises a new problem. The concepts of technical need, technical necessity, technical capability, and technical task are revealed. Despite the similarity of the above concepts, they are fundamentally different from each other, because they require different approaches to solve problems.*

**Keywords:** scientific and technical progress, driving force, problem, technical need, necessity, opportunity, task.

**Калюжный Валерий Вилинович**, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедры «Право интеллектуальной собственности и инноватика» ИЮиМП ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ им. В.Даля»  
**E-mail:** kvvkvkvv@mail.ru

**Valery Kalyuzhny**, Ph. D., Associate Professor, Head of the Department "Intellectual Property Law and Innovation" IU&IL SEU VPE LPR "LNU V. Dahl"  
**E-mail:** kvvkvkvv@mail.ru

**Бугаевская Юлия Юрьевна**, старший преподаватель кафедры «Право интеллектуальной собственности и инноватика» ИЮиМП ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ им. В.Даля»  
**E-mail:** bugaevskaya@inbox.ru

**Juliya Bugaevskaya**, Senior Lecturer of the Department "Intellectual Property Law and Innovation" IU&IL SEU VPE LPR "LNU V. Dahl"  
**E-mail:** bugaevskaya@inbox.ru

**Рецензент: Витренко Владимир Алексеевич** д.т.н., профессор, проректор по научной работе и инновационной деятельности ЛНУ им. В.Даля.

Статья подана 19.10.2017

## ТРЕБОВАНИЯ

### к оформлению статей для публикации в научном журнале «ВЕСТНИК Луганского национального университета имени Владимира Даля»

#### ПУБЛИКАЦИЯ СТАТЕЙ

1. **Документы и материалы собираются на кафедрах, ответственных за раздел**, затем передаются в издательство университета.
2. К публикации принимаются статьи, материалы которых соответствуют научному направлению сборника (**определяется кафедрой, формирующей раздел в журнале**).
3. *Статьи, не соответствующие научному направлению журнала или Требованиям к оформлению статей, редакцией не принимаются.*
4. Для принятия решения о публикации статьи в журнале необходимо предоставить:
  - сопроводительное письмо (с указанием, что статья ранее нигде не публиковалась) от организации, где работают авторы, и сведения об авторах статьи, рецензию.Для сотрудников ЛНУ им. В. Даля вместо письма можно предоставить выписку из заседания совета факультета и рецензию;
  - электронный вариант статьи:

**Название файла статьи:** <фамилия автора\_город> например – Петров\_Луганск.doc.  
Название английского файла Petrov\_Lugansk.doc.  
Статья сохраняется в форматах \*.doc, \*.docx, \*.rtf.

**Внимание!** Убедительная просьба, проверить получение редакцией материалов.

**Внимание!** Редакция оставляет за собой право возвращать статьи авторам на доработку в следующих случаях: правка ошибок после вычитки, статья небрежно оформлена и не соответствует требованиям редакции.

**ДЛЯ ВЫЧИТКИ** текст статьи (английский текст не вычитывается) распечатывают в соответствии с такими требованиями:

- формат А4 (поля по 20 мм с каждой стороны);
- шрифт Times New Roman,
- размер –14 пт,
- межстрочное расстояние – 1,5 строки.
- четкая печать на лазерном или струйном принтере.

Статьи подаются в одном экземпляре, напечатанные на лазерном (струйном) принтере, с подписями всех авторов, файл статьи на диске или e-mail: [izdat.lguv.dal@gmail.com](mailto:izdat.lguv.dal@gmail.com), а также предоставляются данные на английском языке (авторы статьи, заглавие статьи; наименование организации, ведомства, должность, электронный адрес автора); аннотация; ключевые слова; список литературы латиницей).

Луганский национальный университет имени Владимира Даля,  
г. Луганск, кв. Молодежный, 20,а

**СТРУКТУРА СТАТЬИ**

УДК

**НАЗВАНИЕ СТАТЬИ (на языке текста)**  
**Фамилии, инициалы авторов (на языке текста статьи)**

**НАЗВАНИЕ СТАТЬИ (на английском языке)**  
**Фамилии, инициалы авторов (на английском языке)**

*Аннотация на языке статьи***Ключевые слова:**

Основной текст статьи, включающий следующие разделы:

**Введение****Изложение основного материала****Результаты исследований****Выводы****Л и т е р а т у р а на языке текста статьи****Л и т е р а т у р а л а т и н и ц е й****Фамилии, имя, отчество (ПОЛНОСТЬЮ), название статьи (на английском языке)***Аннотация (на английском языке)**Ключевые слова (на английском языке)***Сведения об авторах (на русском и английском языке), e-mail: (каждого автора)****Рецензент***Статья подана***ОБРАЗЕЦ статьи на сайте университета**[http://www.dahluniver.ru/about\\_university/departments/izdatelstvo/](http://www.dahluniver.ru/about_university/departments/izdatelstvo/)**ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ**

**Основной текст статьи** размещается на формате А4 (80х245 мм), ориентация – книжная со следующими полями: верхнее – 3 см, нижнее – 2,25 см, левое – 2 см, правое – 11 см. От края до верхнего колонтитула – 2 см, до нижнего колонтитула – 1см, межстрочный интервал – 1,0. Запрет висячих строк. Автоматическая расстановка переносов (ширина зоны переноса слов – 0,25 см). Запрет переноса слов прописными буквами.

Текст статьи оформляется в редакторе **Microsoft Word XP/2003/2007/2010**.

Статья сохраняется в форматах \*.doc, \*.docx, \*.rtf.

## ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ

**На первой странице** в первой строке набирается УДК, без абзацного отступа. (выравнивание по левому краю). Шрифт Times New Roman, размер 10 пт, начертание – обычный.

*пропуск строки*

**Название статьи на языке текста** (русском или украинском) набирается прописными буквами (шрифт Times New Roman, размер – 11 пт, начертание – **полужирный**, выравнивание – по центру).

*пропуск строки*

**Фамилии, инициалы авторов** (количество авторов **не более 3-х** от одной организации) **на языке текста статьи** (русском или украинском) (шрифт Times New Roman, размер – 11 пт, начертание – **полужирный**, выравнивание – по центру).

*пропуск строки*

*пропуск строки*

**Название статьи на английском языке** набирается прописными буквами (шрифт Times New Roman, размер – 11 пт, начертание – **полужирный**, выравнивание – по центру).

*пропуск строки*

**Фамилии, инициалы авторов на английском языке** (шрифт Times New Roman, размер – 11 пт, начертание – **полужирный**, выравнивание – по центру).

*пропуск строки*

*пропуск строки*

*пропуск строки*

**Аннотация на языке статьи объемом не менее 500 знаков (не менее 8 строк)** (шрифт Times New Roman, размер – 9 пт, начертание – *курсив*, выравнивание – по ширине, без абзацного отступа).

**Ключевые слова** на языке статьи (не более 7 слов) размещаются с новой строки (шрифт Times New Roman, размер – 9 пт, начертание – *курсив*, выравнивание – по ширине, без абзацного отступа).

*пропуск строки*

*пропуск строки*

**Основной текст** статьи набирается шрифтом Times New Roman; размер – 10 пт; начертание – обычный; межстрочный интервал – 1,0; выравнивание – по ширине, абзацный отступ – 0,75 см.

Заголовок каждого раздела (**Вступление** и т.д.) выделяют по тексту полужирным, помещают с новой строки. Текст раздела идет сразу после заголовка в той же строке.

**Статья должна включать такие разделы:**

**Введение** (постановка проблемы, задачи в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами, анализ последних публикаций (не менее 3-х статей), в которых анализируется решение данной проблемы, формулировка цели статьи (отдельный абзац с новой строки – «Целью работы является...») и постановка задач);

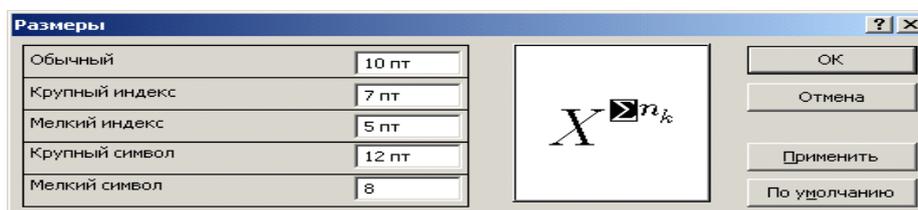
**Изложение основных материалов**

**Результаты исследований**

**Выводы**

**Литература**

**Формулы и символы** набираются только (!!!) в редакторе формул Microsoft Equation 2.0/3.0 или MathType со следующими параметрами: стиль – математический; размеры шрифта:



Формулы не должны быть деформированы (формат объекта → размер → масштаб → 100%)

Нумерация формул – в круглых скобках с выравниванием по правому краю границы текста.

**Внимание!** Убедительная просьба не увлекаться "декоративной математикой".

**Рисунки, диаграммы и графики** размещаются непосредственно в тексте без обтекания (формат рисунка → положение → обтекание → в тексте) в последовательности, в которой приводятся ссылки на них в статье, сразу после первой ссылки на них. Рисунки выполняются в форматах .jpg, .wmf или .tif. Выполненные в Word рисунки должны быть сгруппированы и стоять без обтекания либо помещены в полотно.

Подрисовочный текст, номер, название рисунка выполняется шрифтом Times New Roman; размер – 9 пт; начертание – обычный; интервал – 1,0.

Рисунки не должны быть деформированы.

**Внимание!** Запрещается внедрять графические материалы в виде объектов, связанных с др. программами, например, с КОМПАС, MS Excel и т.п. Рисунок, выполненный непосредственно в MS Word, не принимаются.

**Таблицы.** Таблица озаглавляется словом "Таблица" (шрифт – обычный TNR 9 пт, выравнивание – по правому краю) со следующим за ним номером. В следующей строке помещается название таблицы с прописной буквы (не более 3-х строк), (шрифт – полужирный, TNR, 9 пт, выравнивание – по центру) без заключительной точки. Шрифт заголовков столбцов и строк, содержания таблицы – обычный TNR 9 пунктов. Таблицы нумеруются арабскими цифрами и размещаются после первого упоминания (ссылки на них).

*пропуск строки*

Заголовок «**Л и т е р а т у р а**» размещается после выводов и набирается строчными буквами (шрифт Times New Roman, размер – 9 пт, начертание – **полужирный**, разреженный – 2,5 пт, выравнивание – по центру). Список литературных источников выполняется шрифтом Times New Roman; размер – 9 пт; начертание – обычный, в виде нумерованного списка с точкой без скобки.

*пропуск строки*

Заголовок «**R e f e r e n c e s**» и список литературы, набранный латиницей, помещают через интервал после списка литературы с использованием сайта <http://translit.ru> (шрифт Times New Roman; размер – 9 пт; стиль – **полужирный**, разреженный – 2,5 пт, выравнивание – по центру). Используйте, по возможности, ссылки на переводные версии журналов и книг, а не просто транслитерируйте их.

**Внимание!** Список использованной литературы в статье, в соответствии с требованиями **РИНЦ**, должен также быть представлен в романском алфавите отдельным элементом статьи под заголовком **References** повторяя список литературы на языке оригинала.

*пропуск строки*

*пропуск строки*

**Фамилии, инициалы авторов, название статьи (на украинском, если статья на русском или русском, если статья на украинском языках)** (Times New Roman, размер – 9 пт, начертание – **полужирный**, выравнивание – по ширине, абзацный отступ – 0,75 см).

**Аннотация на украинском (русском) языках** размещаются с новой строки, объемом не менее 500 знаков (не менее 8 строк) (Times New Roman, размер – 9 пт, начертание – *курсив*, выравнивание – по ширине, абзацный отступ – 0,75 см).

**Ключевые слова на украинском (русском) языках** (до 7 слов) размещаются с новой строки после аннотации (шрифт Times New Roman, размер – 9 пт, начертание – *курсив*, выравнивание – по ширине, абзацный отступ – 0,75 см).

*пропуск строки*

**Фамилии, инициалы авторов, название статьи на английском языке** (Times New Roman, размер – 9 пт, начертание – **полужирный**, выравнивание – по ширине, абзацный отступ – 0,75 см).

**Аннотация на английском языке** объемом не менее 850 знаков (не менее 12 строк) Times New Roman, размер – 9 пт, начертание – *курсив*, выравнивание – по ширине, абзацный отступ – 0,75 см).

**Аннотация должна быть:**

- информативной (не содержать общих слов);
- оригинальной (не быть калькой русскоязычной аннотации);
- содержательной (отражать основное содержание статьи и результаты исследований);
- структурированной (следовать логике описания результатов в статье);
- написана качественным английским языком (не компьютерный перевод);
- компактной (укладываться в объем 850 знаков).

**Ключевые слова на английском языке** (до 7 слов) размещаются с новой строки (шрифт Times New Roman, размер – 9 пт, начертание – *курсив*, выравнивание – по ширине, абзацный отступ – 0,75 см).

*пропуск строки*

**Сведения об авторах (на русском и английском языках): ПОЛНОСТЬЮ** фамилия, имя отчество (начертание – полужирный), ученая степень, звание, должность, место работы, адрес электронной почты (шрифт Times New Roman; размер – 9 пт; начертание – обычный, без абзацного отступа).

*пропуск строки*

**Рецензент:** указывается фамилия, инициалы, ученая степень, ученое звание рецензента из редколлегии Вестника по данному направлению (шрифт Times New Roman; размер 9 пт; начертание – обычный, без абзацного отступа).

*пропуск строки*

**Статья подана** (шрифт Times New Roman; размер 8 пт; начертание – обычный, выравнивание – по правому краю). Дата поступления статьи ставится кафедрой, отвечающей за формирование данного сборника.

**1. Статья, текст вместе с рисунками и др. нетекстовыми элементами, должна быть объемом 3...7 полных страниц (до списка литературы) формата А4 (210×297 мм).**

**ВЕСТНИК  
ЛУГАНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА  
имени ВЛАДИМИРА ДАЛЯ  
№ 3(5) Ч.2 2017**

**Научный журнал**

Оригинал-макет

*Е.А. Гриниченко*

Подписано к печати 23.10.2017  
Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Times  
Условных. печатных. стр. 31,62. Обл. печать. стр. 33.  
Тираж 100 экз. Изд. № 0056.

**ИЗДАТЕЛЬСТВО**  
Луганского национального университета  
имени Владимира Даля

*Свидетельство о регистрации серия МИ-СГР ИД 000003 от 20.11.2015 г.*

91034, г. Луганск, кв. Молодежный, 20,а.  
Тел.: (050) 285-80-08, (072) 138-34-80  
E-mail: izdat.lguv.dal@gmail.com  
<http://www.dahluniver.ru>