

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ**

В Е С Т Н И К

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

**«ЛУГАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

**№ 1(67)
2023**

**VII научно-практическая конференция
"ВОЗРОЖДЕНИЕ, ЭКОЛОГИЯ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ И
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДОНБАССА:
ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ"
15 декабря 2022 г.**

Луганск 2023

ВЕСТНИК

ЛУГАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ

№ 1 (67) 2023

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ОСНОВАН В 2015 ГОДУ
ВХОДИТ В БАЗУ
РИНЦ

ОСНОВАТЕЛЬ
ГОУ ВО ЛНР «ЛУГАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ

Журнал зарегистрирован в Министерстве информации,
печати и массовых коммуникаций
Серия № ПИ 000170 от 19 января 2021 г.

Свидетельство о государственной регистрации
Издателя, изготовителя и распространителя средства
массовой информации
МИ-СРГ ИД 000003 от 20 ноября 2015г.

Журнал включен в перечень научных изданий ВАК ЛНР (Приказ № 8-ОД от 8.01.19) в котором могут публиковаться результаты диссертационных работ на соискание ученой степени доктора и кандидата физико-математических, химических, технических, экономических, исторических, философских, филологических, юридических, педагогических, психологических, социологических наук.

ISSN 2522-4905

Главная редакционная коллегия :

Рябичев В.Д., докт. техн. наук, (главный редактор),
Гутько Ю.И., докт. техн. наук, (зам. главн. редактора),
Витренко В.А., докт. техн. наук (зам. главн. редактора),
Авершин А.А., канд. психол. наук,
Андрійчук Н.Д., докт. техн. наук,
Атоян А.И., докт. филос. наук,
Белых А.С., докт. пед. наук,
Бельдюгин В.А., канд. ист. наук,
Болдырев К.А., докт. экон. наук,
Будиков Л.Я., докт. техн. наук,
Губачева Л.А., докт. техн. наук,
Дейнека И.Г., докт. техн. наук,
Дрозд Г.Я., докт. техн. наук,
Ерошин С.С., докт. техн. наук,
Замота Т.Н., докт. техн. наук,
Исаев В.Д., докт. филос. наук,
Клименко А.С., докт. филол. наук,
Кривоколыско С.Г., докт. хим. наук,
Крохмалева Е.Г., канд. пед. наук,
Корсунов К.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,
Салита С.В., докт. экон. наук,
Санжаров С.Н., докт. ист. наук,
Свиридова Н.Д., докт. экон. наук,
Семин Д.А., докт. техн. наук,
Скляр П.П., докт. психол. наук,
Тарарычкин И.А., докт. техн. наук,
Тисунова В.Н., докт. экон. наук,
Утутов Н.Л., докт. техн. наук,
Фесенко Ю.П., докт. филол. наук,
Харьковский Р.Г., канд. ист. 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 государственного университета имени Владимира Даля.
(Протокол № 1 от 4.10.2022 г.)

Материалы номера печатаются на языке оригинала.

VESTNIK

LUGANSK
VLADIMIR DAHL
STATE UNIVERSITY

№ 1 (67) 2023

THE SCIENTIFIC JOURNAL
WAS FOUNDED IN 2015
INCLUDED INTO THE BASE OF
RISC

FOUNDER
SEE HT LPR
«LUGANSK VLADIMIR DAHL
STATE UNIVERSITY»

Journal is registered by the Ministry of Information,
Publishing and Mass Communications
Series № PI 000170 of January, 19 2021

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

MI-SRG ID 000003 of November, 20 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТА Александрова А.А., Сердюк А.И.-----	9
ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Андрійчук Н.Д., Богатырёва Л.Ю.-----	14
МЕТОДИКА РАСЧЕТА РЕГУЛИРОВОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ С ВИХРЕВЫМИ РЕГУЛИРУЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ Андрійчук В.Н.-----	18
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ НА ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ Бегей А.А., Рябинина М.М.-----	27
ПЕРЕРАБОТКА И УТИЛИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ: ЩЕЛОЧНЫХ И УГОЛЬНО-ЦИНКОВЫХ БАТАРЕЕК Белецкий Я.О., Сердюк А.И.-----	30
ОЦЕНКА 9-ЭТАЖНОЙ НАДСТРОЙКИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛЫХ 5-ЭТАЖНЫХ ДОМОВ ПЕРВЫХ МАССОВЫХ СЕРИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАЛИ НОРМАЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ В СРАВНЕНИИ С ВЫСОКОПРОЧНЫМИ СТАЛЯМИ Бизирка И.И.-----	34
НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ДОБЫЧИ УГЛЯ В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ АЛЮМИНИЯ Верех-Белоусова Е.И.-----	38
АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ОЧАГОВ САМОНАГРЕВАНИЯ ШАХТНЫХ ОТВАЛОВ ЛУГАНЩИНЫ Верех-Белоусова Е.И., Олейник Н.В.-----	44
ВЫСОКОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЦЕМЕНТНЫЕ БЕТОНЫ ДЛЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА Вишторский Е.М., Белов И.В., Назарова А.В.-----	49
СВАРКА ПЛАКИРОВАННОЙ СТАЛИ РСФ36Z + 316L ПРИ ПОСТРОЙКЕ МОРСКИХ СТАЦИОНАРНЫХ БУРОВЫХ ПЛАТФОРМ Гальцов И.А., Фомин Е.В.-----	54
МОДЕЛЬ СОЭКСТРУЗИОННОЙ ГОЛОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИМЕРНЫХ ТРУБ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ Гапонов А.В.-----	60
ТРЕНДЫ ЭВОЛЮЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ЛНР Гапонов А.В., Косарев В.Б., Скорченко Ю.А.-----	65
ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ БЕТОНОВ Гудкова Е.А.-----	71
СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВ ЦИНКОМ Демьяненко Т.И.-----	76
ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ Засько В.В., Загородняя А.В., Мирошникова А.А.-----	79

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА БЫСТРОВЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖИЛЬЯ И ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДОНБАССА	
Колесникова Ю.В., Скачко Н.А., Дьяковская О.С. -----	83
ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В СИСТЕМЕ «УМНЫЙ ДОМ»	
Копец К.К. -----	90
МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ	
Копец Ю.В., Дрозд Г.Я. -----	96
РАСШИРЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНОГО СЕЗОНА ПРИ УСТРОЙСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА НА ОСНОВЕ ТВЕРДЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ	
Лессинч В.П., Бегей А.А. -----	101
СТЕРЖНЕВАЯ ОСНОВА АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	
Лямцев В.Г., Клиничаян А.В. -----	107
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ	
Лямцев В.Г., Клиничаян А.В., Назарова А.М. -----	111
ИСТОРИЧЕСКИЙ ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА НАРОДОВ РОССИИ	
Межерицкий С.И., Назарова А.М., Лукьянова Т.И. -----	115
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: ТЕНДЕНЦИИ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ	
Мордвина Ю.В. -----	118
ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ УСАДОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В ТЯЖЕЛОМ ЦЕМЕНТНОМ БЕТОНЕ	
Назарова А.В., Коваленко Д.С., Парамонов В.И. -----	122
ВЛИЯНИЕ ЗЕРНОВОГО СОСТАВА ОТРАБОТАННОЙ ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ НА ЕЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	
Назарова А.В., Коваленко Д.С., Шокало М.П. -----	126
ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ КЛАПАНЫ РЕГУЛИРУЮЩИХ ОРГАНОВ СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН	
Ремень В.И., Квенцель А.Л. -----	132
МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЙ: МЕТОДОЛОГИИ, ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ	
Салуквадзе И.Н., Радионов Д.Г. -----	137
МИФОЛОГИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ	
Салуквадзе И.Н., Скорченко Ю.А. -----	141
РЕЦИКЛИНГ БЕТОНА КАК АЛЬТЕРНАТИВА УНИЧТОЖЕНИЮ И ЗАХОРОНЕНИЮ	
Скачко Н.А. Колесникова Ю.В. -----	147
ЭВОЛЮЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ ДОНБАССА В КОНТЕКСТЕ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ XX-XXI ВЕКОВ	
Скорченко Ю. А. -----	151
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ	
Сороканич С.В., Дьяковская О.С., Парамонова А.В. -----	157
ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ОТХОДА АЛЮМОШЛАКА НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНОГО ТЕСТА	
Сороканич С.В., Парамонова А.В. -----	162
АНАЛИЗ ПРИМЕНЯЕМЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ТЕПЛОЭФФЕКТИВНЫХ НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ	
Сорокин В.А. -----	168

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ И ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ
РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ПЕРВЫХ МАССОВЫХ СЕРИЙ ПЯТИЭТАЖНОЙ
ЗАСТРОЙКИ

Хвортова М.Ю.----- 173

ОСОБЕННОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ
МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Хвортова М.Ю., Бизирка И.И.----- 180

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ КАРКАСОВ ПРИ
СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Хвортова М.Ю., Бизирка И.И., Дрозд Г.Я.----- 183

БИОЭНЕРГЕТИКА ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ - АКТУАЛЬНО И
СВОЕВРЕМЕННО

Чердиченко Г.Е., Пастушкова И.Д.----- 189

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВОДЫ

Шевцова Т.Е.----- 195

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА И РЕКОНСТРУКЦИИ

Шокало М.П.----- 199

CONTENTS

PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF HYDROGEN ENERGY FOR MOTOR TRANSPORT	
Alexandrova A.A., Serdyuk A.I.-----	9
HIGHLY EFFICIENT HEAT EXCHANGERS OF HEAT SUPPLY SYSTEMS	
Andriychuk N.D., Bogatyreva L.Yu. -----	14
DESIGN PROCEDURE FOR REGULATION CHARACTERISTICS OF VENTILATION SYSTEMS WITH VORTEX REGULATION DEVICES	
Andriichuk V.N.-----	18
ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF ROAD CONDITIONS ON THE TRANSPORT AND OPERATIONAL CONDITION OF THE HIGHWAY	
Begei A.A., Ryabinina M.M. -----	27
RECYCLING AND DISPOSAL OF ELECTRONIC EQUIPMENT POWER BATTERIES: ALKALINE AND CARBON-ZINC BATTERIES	
Beletskiy Y.O., Serdyuk A.I. -----	30
EVALUATION OF A 9-STOREY SUPERSTRUCTURE DURING THE RECONSTRUCTION OF RESIDENTIAL 5-STOREY BUILDINGS OF THE FIRST MASS SERIES USING NORMAL STRENGTH STEEL IN COMPARISON WITH HIGH-STRENGTH STEEL	
Bizirka I.I. -----	34
DIRECTIONS FOR THE USE OF COAL MINING WASTE AS A SECONDARY RAW ALUMINUM	
Verekh-Belousova E.I. -----	38
ANALYSIS AND EVALUATION OF THE PROSPECTS FOR THE USE OF REMOTE METHODS FOR STUDYING THE CENTERS OF SELF-HEATING OF MINE DUMPS IN THE LUHANSK REGION	
Verekh-Belousova E.I., Oleynick N.V. -----	44
HIGH-PERFORMANCE CEMENT CONCRETE FOR HYDRO-ENGINEERING CONSTRUCTION	
Vishtorsky E., Belov I., Nazarova A. -----	49
WELDING OF PCF36Z + 316L CLAD STEEL IN THE CONSTRUCTION OF OFFSHORE STATIONARY DRILLING PLATFORMS	
Galjcov I.A., Fomin E.V.-----	54
MODEL OF A CO-EXTRUSION HEAD FOR THE PRODUCTION OF POLYMER PIPES USED FOR WATER SUPPLY	
Gaponov A.V. -----	60
TRENDS IN THE EVOLUTION OF THE CONSTRUCTION COMPLEX OF THE LPR	
Gaponov A.V., Kosarev V.B., Skorchenko Yu.A.-----	65
FEATURES OF CONCRETE LEACHING PROCESSES	
Gudkova E.A. -----	71

THE STATE OF THE SOIL COVER AND ASSESSMENT OF SOIL CONTAMINATION WITH ZINC

Demyanenko T.I. -----76

THE FACTORS DEVELOPING A DESTABILIZING INFLUENCE ON THE CONSTRUCTION AND INSTALLATION WORKS DURING CONSTRUCTION OF HIGH-RISE BUILDINGS

Zasko V.V., Zagorodnya A.V., Miroshnikova A.A.-----79

THE USE OF TECHNOLOGIES FOR THE CONSTRUCTION OF PREFABRICATED BUILDINGS FOR THE RESTORATION OF HOUSING AND INFRASTRUCTURE OF DONBASS

Kolesnikova Yu.V., Skachko N.A., Dyakovskaya O.S. -----83

APPLICATION OF FUZZY LOGIC ALGORITHMS IN THE "SMART HOUSE" SYSTEM

Kopets K. -----90

METHODS FOR RECYCLING SOLID WASTE

Kopets I.V., Drozd G.Y.-----96

EXTENDING OF PAVEMENT APPLYING WARM ASPHALT MIXTURES BASED ON SOLID HYDROCARBONS

Lessinch V.P., Begei A.A.-----101

THE LINCHPIN OF ARCHITECTURAL DESIGN

Lyamtsev V.G., Klinchayan A.V. -----107

CURRENT ISSUES OF MODERN ARCHITECTURE

Lyamtsev V.G., Klinchayan A.V., Nazarova A.M.-----111

HISTORICAL EXPERIENCE OF CONSTRUCTION OF THE PEOPLES OF RUSSIA

Mezheritsky S.I., Nazarova A.M., Lukyanova T.I. -----115

NEW TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION: TRENDS AND MODERN METHODS

Mordvina Yu.V. -----118

EFFICIENT WAYS FOR REDUCING SHRINKAGE IN HEAVY CEMENT CONCRETE

Nazarova A.V., Kovalenko D.S., Paramonov V.I.-----122

INFLUENCE OF THE GRAIN COMPOSITION OF A SPENT MOLDING GROUND ON ITS TECHNICAL CHARACTERISTICS AND APPLICATION

Nazarova A.V., Kovalenko D.S., Shokalo M.P.-----126

PNEUMATIC VALVES OF THE REGULATING DEVICES OF THE ROAD-BUILDING MACHINES

Remen V.I., Kventsel A.L.-----132

MODELING OF BUSINESS PROCESSES OF ENTERPRISES: METHODOLOGIES, APPROACHES AND METHODS

Salukvadze I.N., Radionov D.G.-----137

MYTHOLOGY OF THE URBAN ENVIRONMENT

Salukvadze I.N., Skorchenko Yu. A. -----141

CONCRETE RECYCLING AS AN ALTERNATIVE TO DESTRUCTION AND BURIAL

Skachko N.A. Kolesnikova Y.V.-----147

**EVOLUTION OF DONBASS ARCHITECTURE IN THE CONTEXT OF ARTISTIC
CULTURE XX-XXI CENTURIES****Skorchenko Yu. A.----- 151****ECONOMIC EFFICIENCY OF THE USE OF MODIFIED CONCRETE MIXES****Sorokanich S.V., Dyakovskaya O.S., Paramonova A.V.----- 157****THE EFFECT OF TECHNOGENIC WASTE OF ALUMINUM SLAG ON
THE PROPERTIES OF CEMENT DOUGH****Sorokanich S., Paramonova A. ----- 162****THE ANALYSIS APPLIED STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR
THERMAL EFFICIENCY OF EXTERIOR WALLS OF BUILDINGS****Sorokin V.A. ----- 168****JUSTIFICATION OF THE NECESSITY AND SELECTION OF OPTIMAL OPTIONS FOR THE
RECONSTRUCTION OF RESIDENTIAL BUILDINGS OF THE FIRST MASS SERIES OF
FIVE-STOREY BUILDINGS****Khvortova M.Y. ----- 173****FEATURES IMPROVING THE THERMAL EFFICIENCY OF LOW-RISE BUILDINGS****Khvorova M.Y., Bizirka I.I.----- 180****PROMISING DIRECTIONS FOR THE USE OF STEEL FRAMES IN CONSTRUCTION AND
RECONSTRUCTION OF BUILDINGS ON STRUCTURES****Khvortova M.Y., Bizirka I.I., Drozd G.Y.----- 183****BIOENERGY OF THE LUHANSK PEOPLE'S REPUBLIC - RELEVANT AND TIMELY****Cherednichenko G.E., Pastushkova I.D.----- 189****MODERN METHODS OF PURIFICATION OF TECHNICAL AND PROCESS WATER****Shevtsova T.E. ----- 195****RESTORATION OF THE INFRASTRUCTURE THROUGH THE USE OF INNOVATIVE
TECHNOLOGIES OF CAPITAL REPAIRS AND RECONSTRUCTION****Shokalo M.P. ----- 199**

УДК 620.93

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТА

Александрова А.А., Сердюк А.И.

PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF HYDROGEN ENERGY FOR MOTOR TRANSPORT

Alexandrova A.A., Serdyuk A.I.

В статье рассмотрены преимущества водорода в качестве автомобильного топлива – отсутствие токсичных выбросов, в том числе тепловых. Следовательно, водород является экологически чистым топливом при его использовании, особенно для автотранспорта в крупных населенных пунктах. Для получения водорода в промышленных масштабах в настоящее время в основном (на 85%) используется природный газ – метан. Поэтому в местах получения водорода будет выделяться в атмосферу парниковый углекислый газ. То есть никакой декарбонизации выбросов в атмосферу за счет водородной энергетики в настоящее время практически не будет в масштабе всей биосферы планеты.

Ключевые слова. Водород, углекислый газ, парниковый эффект, метан, электролиз воды, паровая конверсия метана, водородная энергетика.

Введение. Традиционным топливом для автотранспорта являются углеводородсодержащие химические соединения, такие как природный газ, бензин, дизельное топливо, являющиеся исчерпаемым природным сырьем (ИПС). При их сгорании основными продуктами являются углекислый газ и вода, а также токсичные продукты неполного сгорания топлива, не полностью сгоревшие углеводороды и оксид углерода. Последние при работе нейтрализаторов выхлопных газов окисляются до углекислого газа и воды. Так как автотранспорт потребляет большое количество топлива, то он является существенным источником парникового углекислого газа в атмосфере. В настоящее время предпринимаются попытки замены данного вида топлива на водород [6].

Изложение основных материалов. Успехи в развитии водородных технологий продемонстрировали, что использование водорода приводит к качественно новым показателям в работе энергетических систем, в том числе и автотранспорта. Преимущество водородной энергетики в том, что водород можно не сжигать, а электрохимически окислять, используя катализатор – платину, то есть непосредственно превращать в электроэнергию, минуя стадию сжигания. В этом случае намного выше коэффициент полезного двигателя (КПД), абсолютно отсутствуют выбросы, нет никаких тепловых загрязнений. Водород также считается хорошим топливом, так как при его сгорании выделяется наибольшее из всех известных горючих газов количество энергии, приходящееся на единицу массы топлива, – 119,83 МДж/кг (удельная теплота сгорания природного газа равна 41...49 МДж/кг (у чистого метана 50 МДж/кг). Большинство авиа-, автопроизводителей, а также производителей водных судов сейчас очень активно работают в этом направлении.

В настоящее время полагают, что попытки пересадить планету на электромобили обречены на неудачу, а водородный транспорт станет обыденностью совсем скоро. К такому выводу пришли британские эксперты, которые прогнозируют взрывной рост продаж автомобилей с водородными двигателями к 2025 году. По сути, водородный транспорт, это тот же электромобиль, только с другим аккумулятором. Емкость водородного аккумулятора в десять раз больше емкости литий-ионного. Баллон с 5 кг водорода заправляется около 3 минут, его хватает до 500 км

пробега. Плюсы водородного двигателя – экологичность при использовании. Водородный транспорт не выбрасывает в атмосферу диоксид углерода, имеет высокий уровень КПД, например, у двигателя внутреннего сгорания (ДВС) он составляет около 35%, а у водородного — от 45%. Водородный автомобиль сможет проехать на 1 кг водорода в 2,5-3 раза больше, чем на эквивалентном ему по энергоёмкости и объёму галлоне (3,8 л) бензина, бесшумная работа двигателя, более быстрая заправка — особенно в сравнении с электрокарами, сокращение зависимости от углеводородов. Водородным двигателям непосредственно не нужна нефть, запасы которой не бесконечны [1].

Но у водорода присутствуют и минусы. Водород обладает высокой летучестью, проникает даже в небольшие щели и легко воспламеняется, высокая стоимость, для заправки водородом нужны специальные станции, до 95% водорода получают из углеродсодержащих ископаемых, кроме того, при создании топлива используют паровой риформинг метана, для которого нужны углеводороды. Так что и здесь возникает зависимость от природных ресурсов [1].

К отрицательным свойствам водорода (по сравнению с природным газом) также следует отнести более низкую теплоту сгорания, приходящуюся на единицу объёма газа (3050 ккал/м³ для водорода против 9572 ккал/м³ для метана или соответственно 12,75 и 40,00 МДж/м³), необходимость большего производственного объёма для хранения (при равных потенциалах хранимого тепла), более высокий уровень генерируемой влаги при равных количествах высвобождаемой тепловой энергии (0,35 м³ для водорода против 0,22 м³ для метана), т.е. при использовании водорода в качестве теплоносителя при сгорании в замкнутом объёме образуется большее количество водного конденсата. Концентрационные пределы взрываемости водорода (4,1 – 75%) значительно шире, чем природного газа (5 – 15%), потому что, несмотря на более высокую температуру начала воспламенения (510°C), необходимая для этого энергия активации у водорода в десять раз ниже, чем у метана [1, 2].

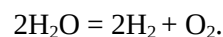
Результаты исследований. Основным способом получения водорода должен быть электролиз воды или водных растворов путем использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в частности электрической, которую могут дать энергия солнечного излучения, потоков воды, ветра, биомассы, тепловая энергия верхних слоев

земной коры и океана. Наиболее развито это направление в настоящее время в ФРГ. Но оно обеспечивает только 13-15 % всей энергии, потребляемой государством [4].

Рассмотрим основные промышленные способы получения водорода:

1. Электролиз воды.

Много всяких изобретателей пытаются использовать именно эту технологию. Воздействуя на дистиллированную воду электрическим током, можно разложить её на составляющие – кислород и водород:



Впервые электролитическое разложение воды на кислород и водород было осуществлено в 1800 году, а промышленное освоение этого метода началось с 1888 года, когда стали доступны генераторы постоянного электрического тока. Электролиз воды – довольно дорогая технология получения водорода. В совокупности на электролиз приходится всего 4-5% от общего произведённого объёма водорода (рис. 1). Это основные, хорошо освоенные и изученные методы промышленного получения водовода. Однако все они дороги в сравнении с традиционной углеродсодержащей энергетикой. Водород – дорогое топливо. Поэтому его сегодня практически не используют в качестве автомобильного топлива.

Технология электролиза воды выглядит привлекательно в связи с экологической чистотой получения и возможности создания установок с широким диапазоном производительности (от нескольких литров до сотен кубометров водорода в час). Способ прост и удобен в эксплуатации, обладает высокой чистотой производимого водорода. Дополнительно побочным продуктом является получение кислорода – ценного химического вещества. Но, главное, электролиз воды – очень перспективный метод получения экологически чистого водорода из возобновляемых или атомных источников электрической энергии.

Методов разложения воды для выделения водорода множество.

Основные из них:

1. Электрохимический;
2. Термический;
3. Термохимический;
4. Биохимический;
5. Фотохимический;
6. Электролитический.



Рис. 1. Структура мирового производства (а) и потребления (б) водорода

Разумеется, наиболее проработанный и изученный метод – электролитический. Он позволяет производить водород с КПД до 90%.

Существуют три промышленных способа реализации электролизной технологии производства водорода. Они отличаются типом используемого электролита и условиями проведения электролиза.

Щелочной электролиз — процесс прохождения электрического тока через раствор электролита от анода к катоду, вследствие чего на них образуются соответственно водород и кислород:

Дальнейшим усовершенствованием технологии в области КПД и экономичности стала разработка электролизеров с твердо-полимерным электролитом (ТПЭ).

ТПЭ-электролизеры в 6 раз дороже водно-щелочных с аналогичными характеристиками, но при этом экологически чистые; имеют значительно меньшие массо-габаритные характеристики и энергозатраты, повышенный уровень безопасности, возможность работы в нестационарных режимах, простое обслуживание [5].

Тип электролизёра	Энергозатраты, $\text{H}_2 \text{ м}^3 / \text{кВт} \cdot \text{ч}$	Температура, К	Производительность, $\text{H}_2 \text{ м}^3 / \text{ч}$	Давление, МПа	КПД, %
щелочной	4,5–5,5	320–370	до 500	0,1–5	50–70
с твердым полимерным электролитом (ТПЭ)	3,5–4,5	350–370	до 100	0,1–15	80–90
с твердым оксидным электролитом	2,5–4	1070–1270	—	0,1–3	≥ 85

Рис. 2. Способы реализации электролизной технологии производства водорода

Минимальная чистота получения водорода электролизом с ТПЭ – 99,98%.

Для получения водорода из воды при электролизе требуется, как минимум, столько же энергии, сколько её выделяется при сгорании водорода. Однако не вся эта энергия должна поступать в виде электроэнергии — можно использовать в электролизерах и тепловую энергию воды. Тут имеется энергетический баланс: чем выше её температура, тем больше вклад тепловой энергии и меньше вклад электрической. В ряде случаев это сулит немалую выгоду – можно использовать тепло

от любого источника: скажем, от ядерного реактора. Особенно значительна экономия электроэнергии при температурах воды в районе тысячи градусов. Однако в этих условиях сама вода переходит в пар, и снова потребуются твердый термостойкий электролит.

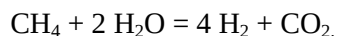
Многочисленные работы, в которых сделана попытка дать технико-экономическую оценку путей развития производства водорода на ближайшие годы, свидетельствуют о перспективности разрабатываемых электрохимических методов [3].

В перспективе можно ожидать, что параллельно с разработкой термических, термохимических, биохимических и других методов получения водорода из воды начнутся интенсивные работы по усовершенствованию существующих и созданию более экономичных новых методов электролитического разложения воды на базе электрической энергии станций, работающих на атомной энергии. Одно из таких направлений уже разрабатывается – электролиз воды под давлением.

2. Паровая или парокислородная конверсия метана (ПКМ).

Метан – основной компонент природного газа, его концентрация в нём достигает от 77 до 99%. Высокое содержание метана и в попутных нефтяных газах – от 31 до 91%. Уже из химической формулы метана ясно, что метан «сильно обогащён» водородом. Следовательно, получение водорода именно из метана должно быть наиболее рентабельным. Это самый дешёвый и рентабельный способ получения водорода. Этот способ также является самым используемым – в настоящее время он даёт 85 % мирового производства водорода (Рис. 1). Себестоимость процесса – от 2 до 5 долларов за 1 кг водорода!

В сумме процесс паровой конверсии метана и природного газа можно записать уравнением:



Смесь газов охлаждают и промывают водой под давлением. При этом CO_2 растворяется, а малорастворимый в воде водород идет на промышленные нужды. Вода не может длительное время удерживать растворенный углекислый газ или угольную кислоту, и CO_2 будет поступать в атмосферу и усиливать парниковый эффект.

Затраты энергии на синтез водорода такие же, как и при получении энергии при его использовании [2]. Энергию для получения водорода даёт метан или природный газ. Но его нужно потратить в 2,4 раза больше (в случае метана $119,83/50,0=2,4$). На получение 1 кг водорода будет расходовано 2 кг метана и выделится 5,5 кг углекислого газа. То есть никакой декарбонизации выбросов в атмосферу не происходит в масштабе всей биосферы планеты. Использование водорода в качестве автомобильного топлива даёт экологическую чистоту выбросов в местах их массового использования (города), но процессы синтеза водорода создают неблагоприятную экологическую ситуацию в местах их осуществления. Несомненно, развивать

водородную энергетику следует для будущего, когда электроэнергия будет генерироваться только за счёт ВИЭ.

В парокислородной конверсии вместе с горячим паром в активную зону реактора подаётся кислород. Реакции процесса аналогичные, что и для ПКМ, однако дополнительно происходит окисление метана кислородом:

Реагирование веществ в парокислородной конверсии метана даёт общий результирующий тепловой эффект, равный нулю! Это делает установку дороже на 5–10 %. В настоящий момент уже разработан высокоэффективный проточный мембранный аппарат для одновременного риформинга метана и окисления образующего СО на никелевых и палладиевых катализаторах. Чистота водорода достигает 99,999 %, тогда как при конверсии природного газа — всего 76,2 %.

Основными потребителями водорода до настоящего времени являются химическая промышленность и нефтепереработка. Водород является ключевым элементом в производстве минеральных удобрений (получение аммиака). Более половины потребляемого в мире водорода на сегодняшний день используется в качестве химического сырья. Раскисляющее действие водорода широко применяют в порошковой металлургии, металлообработке, производстве стекла, синтетических рубинов и т.п. Применение водорода в микроэлектронике, главным образом, связано с получением кремния путём восстановления SiCl_4 [1]. Основным потребителем водорода как топлива является космонавтика. Комбинация «жидкий водород (топливо) — жидкий кислород (окислитель)» обеспечивает выделение максимального количества энергии на единицу массы, что является определяющим критерием для аэрокосмических приложений.

В каждой стране наблюдаются сдвиги в пользу водородной энергетики. Рассмотрим на примере РФ. В России в 2014 году появился свой производитель водородных топливных ячеек — АТ Energy. Компания специализируется на аккумуляторных системах для дронов, в том числе военных. Именно ее топливные ячейки использовали для беспилотников, которые снимали Олимпиаду-2014 в Сочи. С 2018 года водородная энергетика – приоритетное направление научно-технического развития Госкорпорации «Росатом» [5]. Российская атомная отрасль обладает существенным технологическим и научно-исследовательским потенциалом по развитию основных методов

производства водорода – как паровой конверсии метана, так и электролизного производства. Научная деятельность уже ведется крупнейшими научно-конструкторскими организациями отрасли, в 2019 году были получены первые результаты по оценке развития собственных технологий производства. Согласно разработанной Минэнерго РФ «дорожной карте», в ближайшие годы Росатом планирует испытать пилотную установку по производству водорода на АЭС и выступить одним из партнеров строительства полигона по отработке внедрения водорода на железнодорожном транспорте. Одна из приоритетных технологических задач получения водорода – обеспечить минимизацию выбросов парникового углекислого газов при производстве водорода [6].

Таким образом, водород является экологически чистым топливом при его использовании, но для его получения в настоящее время в основном используются невозобновляемые углеродсодержащие источники энергии (природный газ), при использовании которых происходит усиление парникового эффекта [3].

Выводы. Таким образом, водород является экологически чистым топливом при его использовании, особенно для автотранспорта в крупных населенных пунктах. Но в местах получения водорода будут выделяться парниковый углекислый газ и другие загрязняющие вещества. Для получения водорода в настоящее время в основном используются невозобновляемый углеродсодержащий источник энергии – природный газ. На получение 1 кг водорода расходуется 2 кг метана и выделяется в атмосферу 5,5 кг углекислого газа. То есть никакой декарбонизации выбросов в атмосферу за счет водородной энергетики в настоящее время не происходит в масштабе всей биосферы планеты.

Л и т е р а т у р а

1. "Развитие НИОКР в области водородной энергетики в России" Б.Ф. РЕУТОВ, начальник отдела энерго-ресурсоэффективных технологий Федерального агентства по науке и инновациям.
2. Козлов С.И. Водородная энергетика: современное состояние, проблемы, перспективы. –М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2009. – 520 с.
3. Панич А. Альтернативные источники энергии [Электронный ресурс] – <http://www.nestor.minsk.by/sn/2003/21/sn32118.html>.

4. Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии: пер. с англ. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 392 с.

5. Глухов В.В., Некрасова Т.П. Экономические основы экологии. – 3-е изд. — СПб.: Питер, 2003. – 384 с.

6. Лаврус В.С. Источники энергии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://lib.ru/NTL/rel03_w6.txt.

Alexandrova A.A., Serdyuk A.I.

PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL SAFETY OF HYDROGEN ENERGY FOR MOTOR TRANSPORT

The article discusses the advantages of hydrogen as an automobile fuel – the absence of toxic emissions, including thermal ones. Consequently, hydrogen is an environmentally friendly fuel when used, especially for motor transport in large settlements. Currently, natural gas - methane is mainly used (by 85%) to produce hydrogen on an industrial scale. Therefore, in places where hydrogen is produced, greenhouse carbon dioxide will be released into the atmosphere. That is, there will be practically no decarbonization of emissions into the atmosphere due to hydrogen energy at the present time on the scale of the entire biosphere of the planet.

Keywords. Hydrogen, carbon dioxide, greenhouse effect, methane, electrolysis of water, steam conversion of methane, hydrogen energy.

Александрова Александра Александровна, студентка 4 курса направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность», ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». **E-mail:** alexandrova.a.a-izos-4@donnasa.ru

Alexandrova Aleksandra Aleksandrovna, student 4 kursa, areas of training "Technospheric Safety", State Educational Establishment of Higher Education «Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture».

Сердюк Александр Иванович, д.х.н., профессор, профессор каф. Техносферная безопасность», ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». **E-mail:** ecoalserdiuk@rambler.ru

Serdyuk Alexander Ivanovich, doctor of chemical sciences professor, professor departments "Technospheric Safety", State Educational Establishment of Higher Education «Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture».

Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич, д.т.н., профессор кафедры ПГСнА, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 27.11.2022 г.

УДК 621.565.93

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Андрийчук Н.Д., Богатырёва Л.Ю.

HIGHLY EFFICIENT HEAT EXCHANGERS OF HEAT SUPPLY SYSTEMS

Andriyчук N.D., Bogatyreva L.Yu.

Наиболее распространенным типом теплообменного аппарата является кожухотрубный теплообменник. Существуют различные виды конструкций кожухотрубных аппаратов, которые успешно используются не только в системах отопления и вентиляции. Одной из важных задач усовершенствования теплообменных аппаратов данного типа заключается в повышении эффективности теплопередающих показателей между высокотемпературной и низкотемпературной средами.

Ключевые слова: теплообменник, кожухотрубный теплообменник, пластинчатый теплообменник, формирование вихревых структур.

Теплообменники необходимы для осуществления обмена температурами между горячим теплоносителем и нагреваемой средой. Данный процесс осуществляется внутри кожуха.

Существуют два наиболее распространённых типа теплообменника, кожухотрубные и пластинчатые (рис. 1).

Теплообменные аппараты работают согласно первому закону термодинамики, и необходимая передача тепла от более горячего к более холодному обеспечивается как и 30 лет назад, так и в современном оборудовании. Требования же к современному теплообменному оборудованию со временем становятся более высокими. Надежность, сохранение продолжительной работоспособности, достаточный запас прочности, компактность, удобство в обслуживании, ремонтпригодность, высокое качество изготовления при низкой цене – это характеристики, которым должен соответствовать современный теплообменный аппарат [1-3].



а



б

Рис. 1. а – кожухотрубный теплообменный аппарат, б – пластинчатый теплообменный аппарат

Сравним теплообменные аппараты. Пластинчатый теплообменный аппарат является более дешевым по сравнению с кожухотрубным,

но достаточно сложно произвести промывку данного аппарата. Процесс сборки и разборки аппарата производится на месте при участии не

менее трех человек. Конструкция пластинчатого теплообменного аппарата имеет многочисленные резиновые уплотнители сложной формы, которые достаточно быстро изнашиваются, а полная их замена стоит 20% от стоимости самого аппарата. Кожухотрубный теплообменный аппарат легко демонтируется и транспортируется в связи с малыми размерами. Имеются всего две прокладки, которые достаточно просты в замене и стоимость 0,015% от стоимости самого теплообменника.

Рассмотрим детальнее кожухотрубный теплообменный аппарат, который состоит из кожуха и пучка труб. Кожух теплообменника – это труба, толщина стенок выбирается в соответствии с диаметром и рабочим давлением среды, но не менее 4 мм. Различие кожухов заключается в способе крепления корпуса с трубной решеткой и крышками.

Пучок труб крепится в трубных решетках посредством разболтовки, запайки, заварки, развальцовки или сальниковыми креплениями.

Трубная решетка, используется листовая сталь толщиной не менее 20 мм, приваривается к кожуху или зажимается болтами между фланцами крышки и кожухом.

Одними из основных проблем во время разработки новых теплообменных аппаратов являются термомеханические проблемы во время переходных режимов, загрязнения, коррозия, компактность, повышение верхнего предела температуры горячего теплоносителя.

Современные кожухотрубные теплообменники представлены интенсифицированными теплообменниками, используются устройства, турбулизирующие теплоноситель (рис. 2).

Применение труб с поверхностными интенсификаторами теплоотдачи позволяет разрушать ламинарный пограничный слой, не затрагивая основной поток, при этом сохраняется теплогидравлическая эффективность.

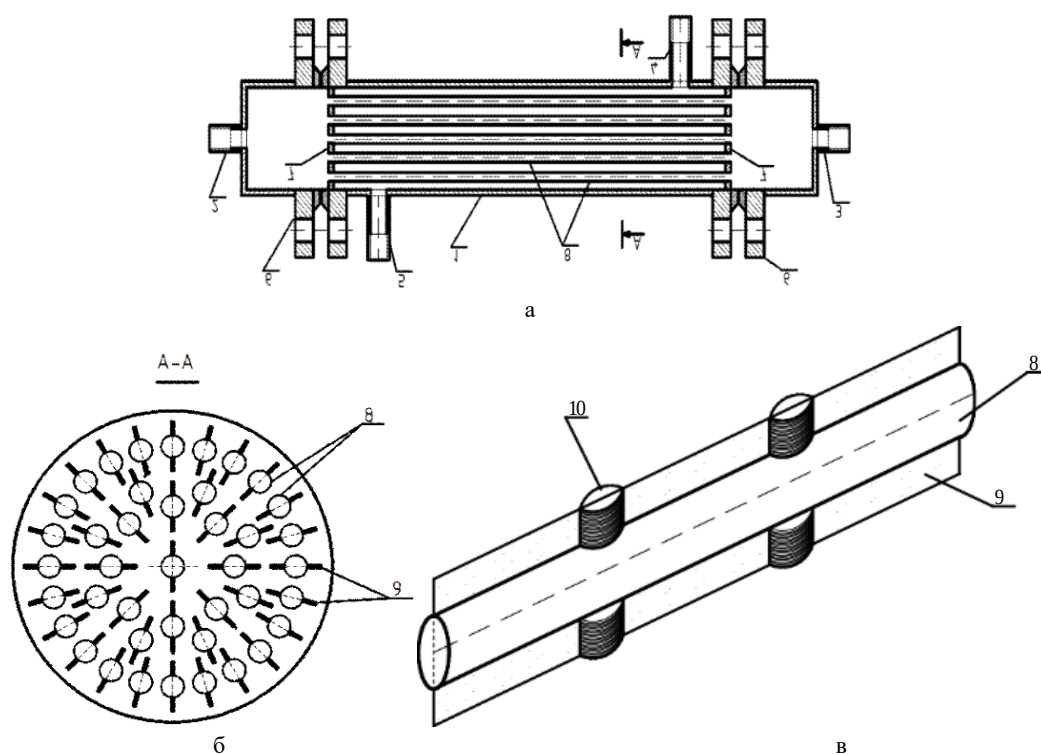


Рис. 2. Интенсивный кожухотрубный теплообменный аппарат:

а – продольный разрез; б – поперечный разрез; в – общий вид теплообменной трубки.

1 – корпус; 2 – патрубок для подачи горячей жидкости; 3 – патрубок отвода охлажденной жидкости; 4 – патрубок для подачи нагреваемой жидкости; 5 – патрубок отвода нагретой жидкости; 6 – фланцевое соединение; 7 – поперечные перегородки; 8 – теплообменные трубки; 9 – пластины; 10 – ребра криволинейного сечения

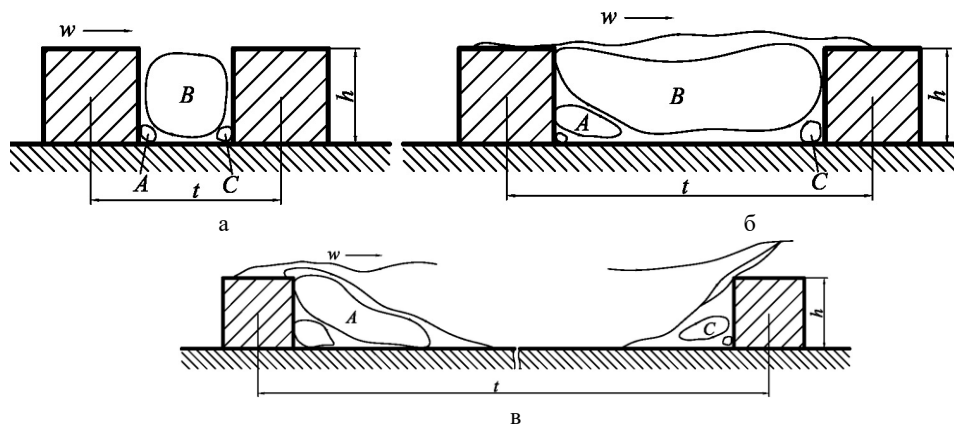


Рис. 3. Схема структуры вихревых зон между турбулизаторами в безградиентном пограничном слое

Применение поперечных выступов на поверхности канала позволяет утверждать, что это наиболее рациональный способ управления организованными вихревыми структурами. Существуют три структурные схемы:

- образуется один трехмерный вихрь B (рис. 3, а), по углам два малых вихря A и C . При тесном расположении выступов турбулентность возникает за счет трехмерных выбросов массы из вихря в основной поток, а также больших градиентов скорости и турбулентного напряжения на верхней границе вихря;

- увеличивая относительный шаг t/h до 4, растягивается вихрь B (рис. 3, б). Один из малых вихрей A также увеличивается в размерах;

- дальнейшее увеличение относительного шага t/h наблюдается присоединение потока между выступами с формированием обратного течения за задней кромкой турбулизатора и зоной рециркуляции перед следующим по потоку турбулизатором (рис. 3, в).

Визуализация течения в плоскостях показана на рис. 4. Результаты визуализации указывают на необходимость использования выступов с плавной геометрией..

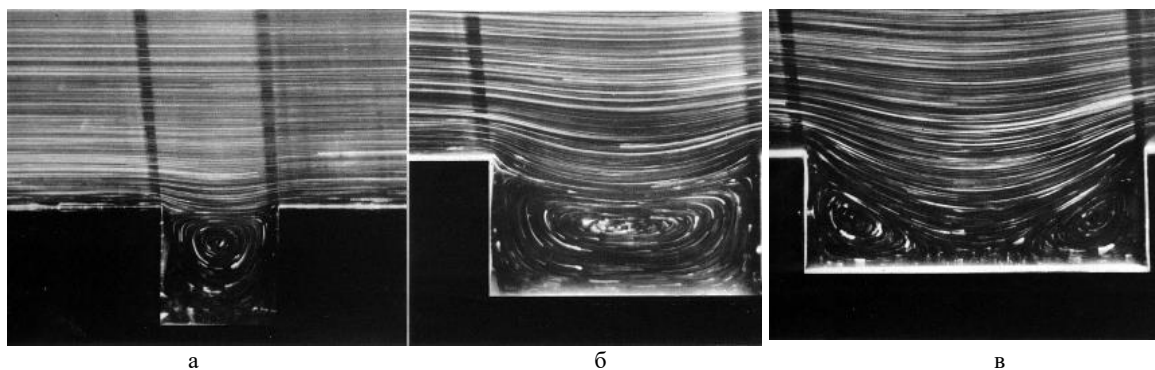


Рис. 4. Визуализация течения при $Re_h=0,01$ в плоскостях, параллельных плоскости симметрии канала:
а – $t/h=1$; б – $t/h=2$; в – $t/h=3$

Применяя интенсификаторы теплопередачи с плавными формами образующаяся вихревая зона с небольшими отрывными линиями обеспечивает уменьшение гидравлических потерь.

Стоит отметить, что процесс сборки теплообменного аппарата с интенсифицированными трубами не отличается от

процесса сборки теплообменного аппарата с гладкими трубами.

Выводы.

1. Использование интенсифицированного теплообменника обеспечивает до 10% энергосбережения.

2. Коэффициент теплопередачи выше в 1,5 – 2 раза.

3. Интенсифицированные теплообменники позволяют управлять организованными вихревыми структурами.

4. Завихрение потока обеспечивает самоочистку, что снижает загрязнения поверхностей.

5. При использовании труб с кольцевыми выступами плавной формы, полученными методом накатки, улучшаются теплогидравлические и массогабаритные характеристики теплообменных аппаратов.

Л и т е р а т у р а

1. Гортышов, Ю.Ф. Теплогидравлическая эффективность перспективных способов интенсификации теплоотдачи в каналах теплообменного оборудования. Интенсификация теплообмена: монография / Ю.Ф. Гортышов, И.А. Попов, В.В. Олимпиев, А.В. Щелчков, С.И. Каськов; под общ. ред. Ю.Ф. Гортышова. – Казань: Центр инновационных технологий, 2009. – 531 с.

2. Калинин, Э.К. Эффективные поверхности теплообмена / Э.К. Калинин, Г.А. Дрейцер, И.З. Копп и др. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 407 с.

3. Мигай, В.К. Повышение эффективности современных теплообменников [Текст] / В.К. Мигай. – Л.: Энергия. Ленингр. отд-ние, 1980. – 144 с.

4. Молочников, В.М. Особенности формирования вихревых структур в отрывном течении за выступом в канале при переходе к турбулентности [Текст] / В.М. Молочников, А.Б. Мазо, А.В. Малюков, Е.И. Калинин, Н.И. Михеев, О.А. Душина, А.А. Паерелий // Теплофизика и аэромеханика. – 2014. – № 3. – С. 325-334.

5. Лау, Макмиллин, Хан. Характеристики теплообмена при турбулентном течении в канале квадратного сечения со скошенными дискретными рёбрами // Современное машиностроение, А. – 1991. №10. – С.99-107.

**Andriychuk N.D., Bogatyreva L.Yu.
HIGHLY EFFICIENT HEAT EXCHANGERS
OF HEAT SUPPLY SYSTEMS**

The most common type of heat exchanger is the shell and tube heat exchanger. There are various types of shell-and-tube apparatus designs that are successfully used not only in heating and ventilation systems. One of the important tasks of improving heat exchangers of this type is to increase the efficiency of heat transfer performance between high-temperature and low-temperature environments.

Keywords: heat exchanger, shell-and-tube heat exchanger, plate heat exchanger, formation of vortex structures.

Андрійчук Николай Данилович, д.т.н., профессор кафедры вентиляции, теплогазо- и водоснабжения института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: kafedravtgv@yandex.ua

Andriychuk Nikolay Danilovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of ventilation, heat and gas and water supply, Institute of construction, architecture and housing and communal services of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Богатырёва Любовь Юрьевна, к.т.н., доцент кафедры вентиляции, теплогазо- и водоснабжения института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: bogatyreva.lyuba@mail.ru

Bogatyreva Lyubov Yuryevna, Ph.D., associate professor of the Department of ventilation, heat and gas and water supply, Institute of construction, architecture and housing and communal services of SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University"

Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич, д.т.н., профессор кафедры ПГСнА, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 06.11.2022

УДК 697

МЕТОДИКА РАСЧЕТА РЕГУЛИРОВОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ С ВИХРЕВЫМИ РЕГУЛИРУЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ

Андрийчук В.Н.

DESIGN PROCEDURE FOR REGULATION CHARACTERISTICS OF VENTILATION SYSTEMS WITH VORTEX REGULATION DEVICES

Andriichuk V.N.

Для моделирования и исследования вентиляционных систем с вихревыми регулируемыми устройствами предложена методика расчета их регулировочных характеристик. Представлены три типовые схемы построения вентиляторных установок: схема с вихревым регулирующим устройством в линии нагнетания, схема с вихревым регулирующим устройством в параллельной ветви и схема с вихревым регулирующим устройством в линии всасывания. При моделировании характеристик вентиляционных систем с вихревыми регулируемыми устройствами приведенная методика расчета позволяет проводить анализ рабочих процессов для представленных основных схем вентиляторных установок. Характеристиками вентилятора рассматривается зависимость для полного напора от расхода и зависимость для коэффициента полезного действия от расхода. Характеристики вентилятора в процессе моделирования аппроксимируются полиномами второго порядка. При исследовании энергетической эффективности различных схем вентиляторных установок в качестве регулировочной характеристики принимается зависимость для относительной мощности от глубины регулирования расхода. Выполнено моделирование вентиляционных систем с вихревыми регулируемыми устройствами на примере вентиляторной установки с вентилятором ВР 80-75.1 № 2,5. На основе предложенной методики расчета регулировочных характеристик обоснована возможность повышения энергетической эффективности вентиляционной системы за счет уменьшения мощности, которая потребляется вентиляционной установкой. Величина уменьшения мощности определяется схемой установки вихревого регулирующего устройства и достигается за счет снижения потерь энергии, связанных с процессом регулирования.

Ключевые слова: методика расчета, вентиляционная система, вентиляторная установка, вихревой регулирующий элемент, дроссель, моделирование.

Введение. Одной из основных задач регулирования механических систем вентиляции

является обеспечение на всех участках вентиляционной сети значений расходов воздуха, предусмотренных проектом [1-4]. Для регулирования и наладки предварительно выполняется техническое испытание вентиляторной установки, при котором осуществляется снятие фактических показателей ее работы.

Самым распространенным способом регулирования вентиляционной системы является изменение характеристики сети, т. е. увеличение или уменьшение суммарного сопротивления путем открытия или закрытия регулирующих устройств (дроссель-клапанов, шиберов, воздухораспределительных устройств и т.п.) [5-8]. Для вентиляционной системы регулирование начинают с регулирования вентиляторной установки для того, чтобы привести в соответствие значение ее полного давления и производительности проектным параметрам. Регулирование сети проводят в линиях, расположенных ближе к вентилятору. Путем создания дополнительных сопротивлений в линиях с помощью регулирующих устройств производительность по ответвлениям доводят до проектных значений [9-11]. Избытки воздуха перераспределяют по участкам, передавая их на те линии, где значения расходов воздуха занижены.

В том случае, когда расходы воздуха через устройства вентиляционной системы, а также в головном участке вентиляторной установки будут доведены до проектных параметров или будут отличаться от них не более чем на 10%, регулирование заканчивают. При регулировании обычно учитывают увеличение потребляемой

мощности вентиляторов при повышении их производительности.

Актуальность задачи. Все большее применение в системах вентиляции и воздушного отопления находят вихревые регулирующие устройства (ВРУ) [12-16]. ВРУ не содержат подвижных механических элементов и поэтому имеют более высокие показатели надежности и долговечности в сравнении с механическими регулирующими устройствами.

Принцип работы ВРУ в качестве регулирующего устройства заключается в следующем. Основной поток через ВРУ (рис. 1) поступает в радиальный канал и выходит через центральное отверстие [12, 14, 16]. При отсутствии сигнала потока управления, который подводится в тангенциальный канал, гидравлическое сопротивление, которое создает ВРУ основному потоку, не велико. Поступающий в тангенциальный канал поток управления закручивает основной поток, при этом коэффициент гидравлического сопротивления ВРУ значительно возрастает, что приводит к изменению расхода вентиляционной установки. В качестве управляющего потока может быть использована часть основного потока, который подается через регулирующий орган, имеющий значительно меньшие размеры, чем ВРУ [12, 13].

Анализ эффективности вентиляторных установок с ВРУ требует разработки методик расчета регулировочных характеристик, позволяющих определять затраты мощности,

связанные с процессом регулирования. В настоящее время накоплен определенный опыт расчета и проектирования ВРУ [12, 16], позволяющий выбирать требуемые геометрические параметры по заданным рабочим аэродинамическим характеристикам ВРУ. Вместе с тем в литературе практически отсутствуют сведения по расчету характеристик рабочих процессов при совместной работе вентиляторных установок с ВРУ, в частности, нет общепринятых методик расчета регулировочных характеристик вентиляционных систем с ВРУ.

В этой связи актуальной является задача совершенствования методов моделирования рабочих процессов в системах вентиляции с ВРУ.

Целью работы является разработка методики расчета регулировочных характеристик вентиляционных систем с ВРУ, анализ эффективности типовых схем вентиляторных установок с ВРУ.

Изложение основного материала. В общем случае вентиляторные установки с ВРУ могут быть построены по следующим трем основным схемам (рис. 2-4): вентиляторная установка с ВРУ в линии нагнетания (рис. 2); вентиляторная установка с ВРУ в параллельной ветви (рис. 3); вентиляторная установка с ВРУ в линии всасывания (рис. 4). На рисунках обозначены: В – вентилятор; ВРУ – вихревое регулирующее устройство; ДР – дроссель; РЕ – регулирующий элемент в канале управления.

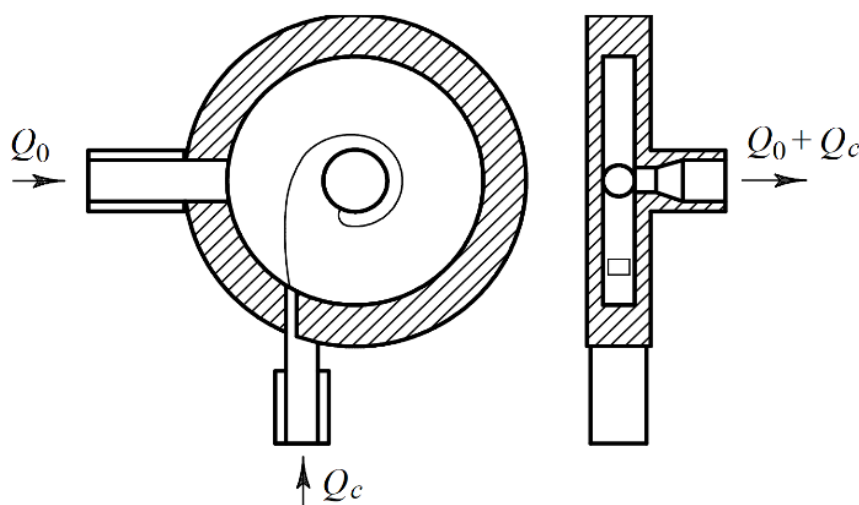


Рис. 1. Вихревое регулирующее устройство

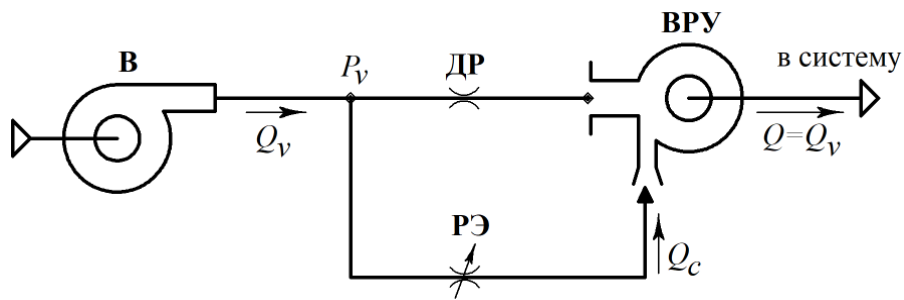


Рис. 2. Вентиляторная установка с ВРУ в линии нагнетания

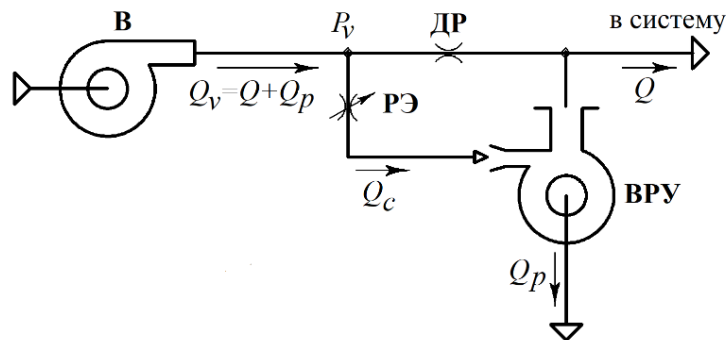


Рис. 3. Вентиляторная установка с ВРУ в параллельной линии

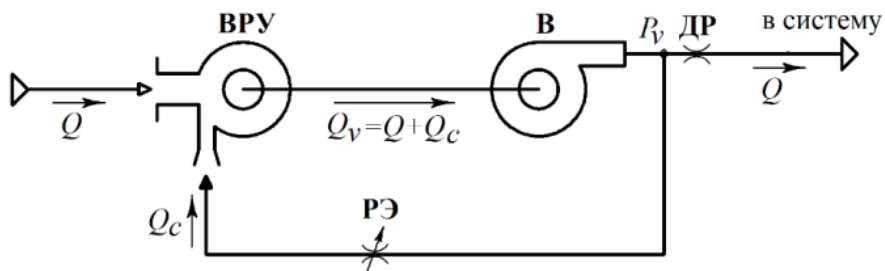


Рис. 4. Вентиляторная установка с ВРУ во всасывающей линии

Рабочий процесс регулирования вентиляционной установки с ВРУ в линии нагнетания поясняется на рис. 5.

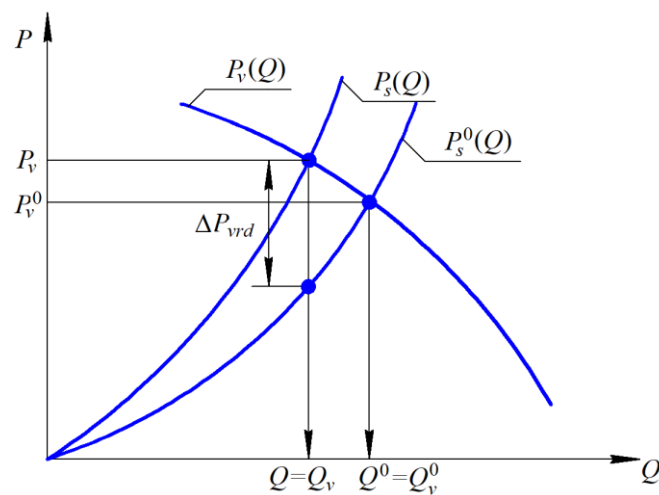


Рис. 5. Регулирование вентиляционной установки с ВРУ в линии нагнетания

Для нормального открытого ВРУ характеристика вентилятора $P_v(Q)$ и начальная характеристика сети $P_s^0(Q)$, устанавливаемая дросселем ДР, определяют начальное значение расхода в систему, которое равно расходу вентилятора $Q^0 = Q_v^0$. При открытии канала управления, что осуществляется установленным в нем регулирующим элементом РЭ, закручивается основной поток и возрастает аэродинамическое

сопротивление ВРУ. Изменяется характеристика сети за счет дополнительного перепада давления на ВРУ $\Delta P_{ВРУ}$. Значение расхода Q , поступающего в систему, как и расхода вентилятора Q_v , уменьшается. Для данной схемы вентиляционной установки $Q = Q_v$.

Рабочий процесс регулирования вентиляционной установки с ВРУ в параллельной линии поясняется на рис. 6.

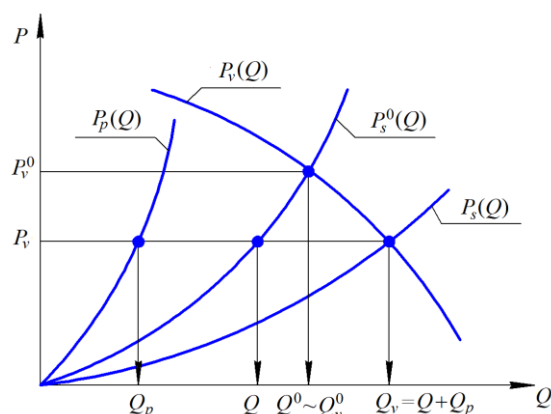


Рис. 6. Регулирование вентиляторной установки с ВРУ в параллельной линии

В данной схеме начальное максимальное значение расхода Q^0 , поступающего в систему, обеспечивается при нормально закрытом ВРУ и устанавливается дросселем ДР. Значение расхода вентилятора Q_v^0 больше Q^0 на величину расхода в канале управления Q_c . Выбором геометрических параметров ВРУ [12, 14, 16] можно обеспечить его закрытие максимальным значением расхода в канале управления $Q_{c,max}$ до 5% от начального расхода вентилятора. Поэтому для начальной рабочей точки можно принять $Q^0 \approx Q_v^0$.

При закрытии канала управления, что осуществляется установленным в нем регулирующим органом РЭ, снижается закрутка потока в ВРУ и, следовательно, аэродинамическое сопротивление ВРУ уменьшается. С ростом расхода в параллельной линии Q_l расход в систему Q уменьшается, а значение расхода вентилятора Q_v увеличивается, при этом $Q_v = Q + Q_l$.

Рабочий процесс регулирования вентиляционной установки с ВРУ в линии всасывания поясняется на рис. 7.

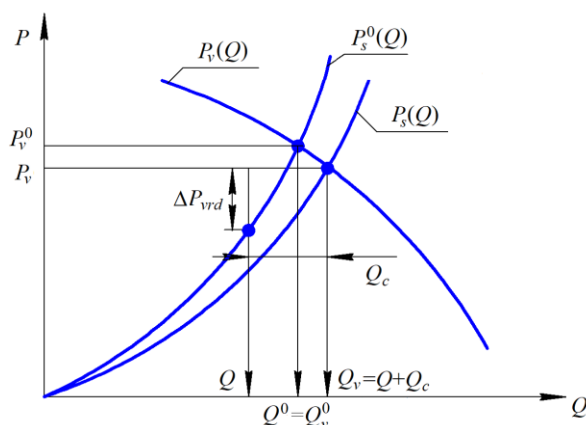


Рис. 7. Регулирование вентиляторной установки с ВРУ в линии всасывания

Как и в схеме вентиляторной установки с ВРУ в линии нагнетания, так и схеме с ВРУ в линии всасывания начальное максимальное значение расхода Q^0 , равное начальному расходу вентилятора Q_v^0 , обеспечивается при нормально открытом ВРУ и устанавливается дросселем ДР. При открытии канала управления, что осуществляется установленным в нем регулирующим элементом РЭ, закручивается основной поток и возрастает аэродинамическое сопротивление ВРУ. Характеристика сети изменяется как за счет дополнительного перепада давления на ВРУ $\Delta P_{ВРУ}$, так и дополнительного расхода в канале управления Q_c . Расход в систему Q уменьшается, а значение расхода вентилятора Q_v возрастает, при этом $Q_v = Q + Q_c$.

Необходимо отметить, что заметное отличие регулировочных характеристик для данной схемы, в сравнении со схемой ВРУ в линии нагнетания, будет лишь в том случае, если расход в канале управления будет составлять более 10% расхода вентилятора. Поэтому выбор геометрических параметров ВРУ для данной схемы должен обеспечивать соответствующий уровень расхода управления.

Анализ рабочих процессов в рассмотренных схемах позволяет предложить следующую методику расчета регулировочных характеристик вентиляторных установок с ВРУ.

I. Вентиляторная установка с ВРУ в линии нагнетания.

I.1. Получаем аппроксимационные зависимости для характеристик вентилятора $P_v(Q)$ и его КПД $\eta_v(Q)$. Согласно известным подходам [1, 12] достаточную точность обеспечивает аппроксимация полиномом второго порядка:

$$P_v(Q) = a + bQ + cQ^2, \quad (1)$$

$$\eta_v(Q) = A + BQ + CQ^2. \quad (2)$$

I.2. Определяем начальное значение мощности вентиляторной установки

$$N_0 = \frac{P_v^0 Q_v^0}{\eta_v^0} = \frac{(a + bQ_v^0 + c(Q_v^0)^2) Q_v^0}{A + BQ_v^0 + C(Q_v^0)^2}. \quad (3)$$

I.3. Задаемся глубиной регулирования k

$$k = Q/Q^0 \quad (4)$$

и определяем новое значение расхода в систему

$$Q = kQ^0. \quad (5)$$

I.4. Определяем новое значение расхода Q_v , полного напора P_v и КПД вентилятора η_v

$$Q_v = Q, \quad (6)$$

$$P_v(Q) = a + bQ_v + cQ_v^2, \quad (7)$$

$$\eta_v(Q) = A + BQ_v + CQ_v^2. \quad (8)$$

I.5. Рассчитываем величину мощности вентиляторной установки и ее безразмерное значение

$$N = P_v Q_v / \eta_v, \quad (9)$$

$$\bar{N} = N / N_0 \quad (10)$$

I.6. Повторяем пп. 3-5 и устанавливаем зависимость $\bar{N}(k)$.

I.7. Для расчета характеристик ВРУ удобно воспользоваться функциональными зависимостями в виде

$$Q_c = f_c(P_v, \xi), \quad (11)$$

$$\Delta P_{ВРУ} = f_p(Q, Q_c), \quad (12)$$

где ξ – параметр управления РЭ, которым может выступать электрический сигнал, площадь проходного сечения, положение регулирующего органа [13-16] и др.

Зависимости (11, 12) устанавливаются для конкретного ВРУ по известным методикам [12, 14]. На основании (11) по результатам расчетов, выполненных в пп. I.6, при необходимости можно определить другие регулировочные характеристики, например, такие как $\bar{N}(\xi)$ и $k(\xi)$.

II. Вентиляторная установка с ВРУ в параллельной линии.

Пп. II.1-II.3 аналогично пп. I.1-I.3.

II.4. Определяем новое значение расхода Q_v , полного напора P_v и КПД вентилятора η_v следующим образом.

Для данной схемы значение полного напора вентилятора есть потребный напор для системы с расходом Q . Поскольку характеристика системы

есть начальная характеристика сети $P_c^0(Q)$, то $P_v = P_c^0(Q)$.

Начальная характеристика сети может быть описана квадратичной зависимостью

$$P_c^0 = R_0 Q^2, \quad (13)$$

где R_0 – приведенное аэродинамическое сопротивление системы [1, 12].

Поэтому

$$R_0 = P_v^0 / (Q^0)^2, \quad (14)$$

и значение нового полного напора вентилятора определяется выражением

$$P_v = R_0 Q^2. \quad (15)$$

Далее согласно (1) определяем новое значение расхода вентилятора

$$Q_v = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4c(a - P_v)}}{2c}, \quad (16)$$

и значение КПД η_v по зависимости (8).

Пп. II.5-II.7 аналогично пп. I.5-I.7.

III. Вентиляторная установка с ВРУ в линии всасывания.

Пп. 1-3 аналогично предыдущим методикам.

П. III.4. Определяем новое значение расхода Q_v и полного напора вентилятора P_v и его КПД η_v исходя из того, что характеристика сети изменится

как за счет дополнительного перепада давления на ВРУ $\Delta P_{ВРУ}$, так и дополнительного расхода в канале управления Q_c . Поэтому для конкретного ВРУ согласно (12) оцениваем величину $\Delta P_{ВРУ}$ и, учитывая особенности работы вентиляционной установки с параллельной линией (п. II.4), находим новое значение напора вентилятора

$$P_v = R_0 Q^2 + \Delta P_{ВРУ}. \quad (17)$$

Здесь величина приведенного аэродинамического сопротивления системы R_0 согласно (14).

Новые значения расхода вентилятора Q_v и его КПД η_v определяется соответственно по выражениям (16) и (8).

Пп. III.5-III.7 аналогично рассмотренным ранее.

Результаты исследований. Согласно предложенной методике проведен расчет регулировочных характеристик вентиляторной установки с вентилятором ВР 80-75.1 № 2,5.

Аппроксимационная характеристика вентилятора и его КПД представлены соответственно на рис. 8, 9 и имеют вид (единицы измерения в системе СИ):

$$P_v = 171,7 + 2,07 \cdot 10^3 Q - 5,82 \cdot 10^3 Q^2; \quad (18)$$

$$\eta_v = 0,0096 + 6,31 Q - 13,3 Q^2. \quad (19)$$

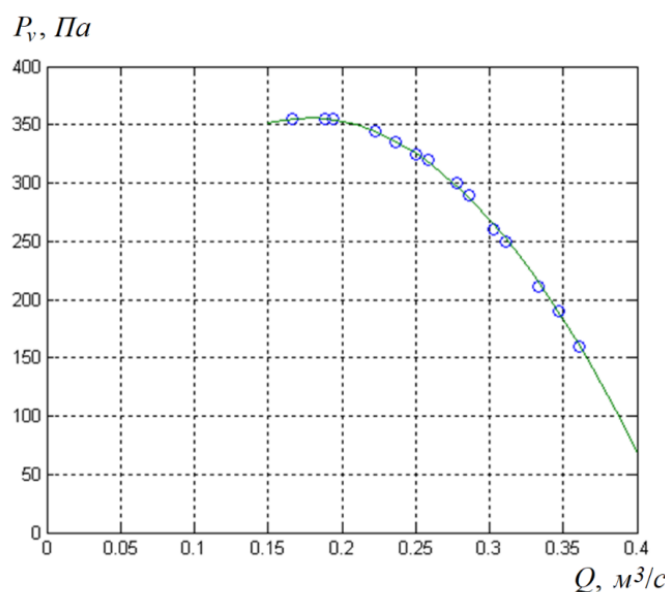


Рис. 8. Характеристика вентилятора ВР 80-75.1 № 2,5
(○ – опытные значения, — – аппроксимация)

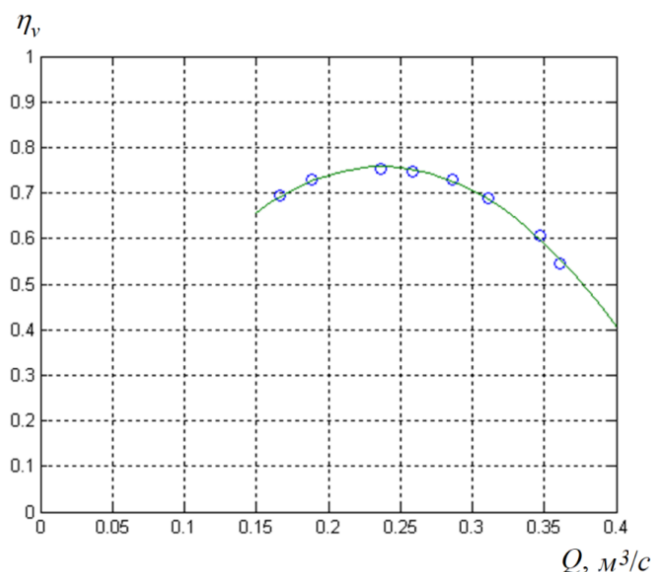


Рис. 9. КПД вентилятора BP 80-75.1 № 2,5 (○ – опытные значения, — – аппроксимация)

Результаты расчета регулировочных характеристик для рассмотренных схем вентиляторных установок с ВРУ показаны на рис. 10. В качестве начального значения расхода принималась величина $Q^0 = 0,32 \text{ м}^3/\text{с}$.

Анализ полученных результатов показывает, что установка с ВРУ в линии нагнетания не дает повышения эффективности за счет снижения затрат мощности, поскольку регулировочная характеристика соответствует известным при установке регулирующих устройств в напорной

линии. Снижение затрат мощности достигается в схеме вентиляторной установки с ВРУ в линии всасывания (кривая 3) и в большей степени с ВРУ в параллельной линии (более 10% при глубине регулирования до 0,5 от начального расхода, кривая 2). При установке регулирующего устройства в параллельной линии использовалось ВРУ с расходом управления Q_c до $0,05Q_0$, в линии всасывания устанавливалось ВРУ с характеристикой $\Delta P_{BPU} = 0,6R_0Q^2$.

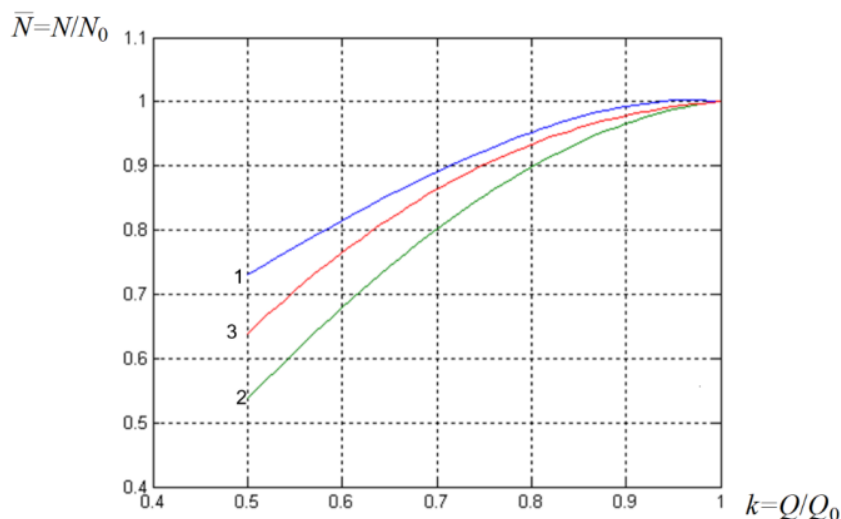


Рис. 10. Регулировочные характеристики вентиляторной установки (1 – ВРУ в линии нагнетания; 2 – ВРУ в параллельной линии; 3 – ВРУ в линии всасывания)

Следует отметить, что данный характер поведения регулировочных характеристик имеет место для вентиляторов с лопатками, загнутыми

назад. Кроме того, величина снижения затрат мощности определяется характеристиками

конкретного вентилятора, выбором начальной рабочей точки и другими факторами.

Выводы. Таким образом, для моделирования и исследования вентиляционных систем с ВРУ предложена методика расчета их регулировочных характеристик. Представлены три типовые схемы построения вентиляторных установок: схема с ВРУ в линии нагнетания, схема с ВРУ в параллельной ветви и схема с ВРУ в линии всасывания.

При моделировании характеристик вентиляционных систем с ВРУ приведенная методика расчета позволяет проводить анализ рабочих процессов для представленных основных схем вентиляторных установок. Характеристиками вентилятора рассматривается зависимость для полного напора от расхода и зависимость для коэффициента полезного действия от расхода. Характеристики вентилятора в процессе моделирования аппроксимируются полиномами второго порядка. При исследовании энергетической эффективности различных схем вентиляторных установок в качестве регулировочной характеристики принимается зависимость для относительной мощности от глубины регулирования расхода.

Выполнено моделирование вентиляционных систем с ВРУ на примере вентиляторной установки с вентилятором ВР 80-75.1 № 2,5. На основе предложенной методики расчета регулировочных характеристик обоснована возможность повышения энергетической эффективности вентиляционной системы за счет уменьшения мощности, которая потребляется вентиляционной установкой. Величина уменьшения мощности определяется схемой установки ВРУ и достигается за счет снижения потерь энергии, связанных с процессом регулирования.

Л и т е р а т у р а

1. Системы вентиляции: моделирование, оптимизация / Я.А. Гусенцова, К.Н. Андрийчук, А.А. Коваленко [и др.]. – Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2005. – 206 с.
2. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика / В.А. Ананьев, Л.Н. Балуева, А.Д. Гальперин [и др.]. – Москва: Евроклимат, 2003. – 416 с.
3. Соколов, В.І. Гідравліка / В.І. Соколов, О.С. Кроль, О.В. Єпіфанова. – Сєверодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2017. – 160 с.
4. Sokolov, V. Diffusion of circular source in the channels of ventilation systems / V. Sokolov // Advances in engineering research and application. ICERA 2018. Lecture notes in networks and systems. – 2019. – Vol. 63. – P. 278-283.
5. Ратушняк, Г.С. Регулювання витрати аеродинамічних потоків в системах вентиляції та аспірації: монографія / Г. С. Ратушняк, Р. В. Степанковський. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 112 с.
6. Судак, В. Системы VAV. Краткое описание / В. Судак, Я. Хендигер. – Краков: SMAY, 2009. – 80 с. Режим доступа: – URL: http://belimo.com.ua/files/VAV/VAV_book.pdf
7. Соколов, В.І. Дифузійні процеси в системах вентиляції / В.І. Соколов, О.С. Кроль, О.В. Єпіфанова. – Сєверодонецьк: СНУ ім. В. Даля, 2018. – 148 с.
8. Sokolov, V. Increased measurement accuracy of average velocity for turbulent flows in channels of ventilation systems / V. Sokolov // Proceedings of the 6th international conference on industrial engineering. ICIE 2020. Lecture notes in mechanical engineering. – 2021. – Vol. 2. – P. 1182-1190.
9. Беккер, А.М. Системы вентиляции / А.М. Беккер. – Москва: Техносфера, Евроклимат, 2005. – 232 с.
10. Свистунов, В.М. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства / В.М. Свистунов, Н.К. Пушников. – Санкт-Петербург: Политехника, 2007. – 423 с.
11. Sokolov, V. Criteria Analysis of Diffusion Processes in Channels of Industrial Ventilation Systems / V. Sokolov // Proceedings of the 7th international conference on industrial engineering. ICIE 2021. Lecture notes in mechanical engineering. – 2022. – Vol. 2. – P. 725-731.
12. Вихревые устройства в системах вентиляции / Я.А. Гусенцова, Е.А. Иващенко, А.А. Коваленко [и др.]. – Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2006. – 296 с.
13. Сьомін, Д.О. Вихорокамерні нагнітачі: монографія / Д.О. Сьомін, А.С. Роговий. – Харків: ФОП Мезіна В.В., 2017. – 204 с.
14. Сємин, Д.А. Расчет характеристик запирания крупномасштабных вихревых клапанов / Д.А. Сємин. – Луганск: Деп. в УкрНИИИТИ, № 2754-Ук88, 1988. – 20 с.
15. Sokolov, V., Porkuian, O., Krol, O., Baturin, Y.: Design Calculation of Electrohydraulic Servo Drive for Technological Equipment / V. Sokolov, O. Porkuian, O. Krol, Y. Baturin // Advances in Design, Simulation and Manufacturing III. DSMIE 2020. DSMIE 2020. Lecture Notes in Mechanical Engineering. – 2020. – Vol. 1. – P. 75-84.
16. Струйная техника в системах вентиляции / Я.А. Гусенцова, Е.А. Иващенко, А.А. Коваленко [и др.]. – Луганск: ВНУ им. В. Даля, 2007. – 292 с.

Andriichuk Vladislav Nikolaevich

DESIGN PROCEDURE FOR REGULATION CHARACTERISTICS OF VENTILATION SYSTEMS WITH VORTEX REGULATION DEVICES.

To model and study ventilation systems with vortex regulation devices, the design procedure for calculating their regulation characteristics is proposed. Ventilation systems with vortex regulation devices are considered. Three typical schemes for constructing ventilator units are presented: a scheme with the vortex regulation device in the pressure line,

a scheme with the vortex regulation device in the parallel line and a scheme with the vortex control device in the suction line. To simulate the characteristics of ventilation systems with vortex regulation devices, the calculation method is presented that allows the analysis of working processes for the presented basic schemes of ventilation units. The ventilator characteristics consider the dependence for the total head on the flow rate and the dependence for the efficiency on the flow rate. When modeling, the ventilator characteristics are approximated by the second-order polynomials. When studying the energy efficiency of various schemes for ventilator units, the dependence for the relative power on the depth of flow rate regulation is taken as the regulation characteristic. The modeling of ventilation systems with the vortex regulation devices was carried out using the example of the ventilator unit with the ventilator VR 80-75.1 N 2,5. On the basis of the proposed design procedure for calculating the regulation characteristics, the possibilities of increasing the energy efficiency of ventilation system by reducing the power consumed by the ventilator unit have been substantiated. The amount of power reduction is determined by the installation scheme of the vortex regulation device and is achieved by reducing the energy losses associated with the regulation process.

Keywords: *design procedure, ventilation system, ventilator unit, throttle, vortex regulation device*

Андрійчук Владислав Николаевич, старший преподаватель кафедры вентиляции, теплогазо- и водоснабжения института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: vlad19790401a@gmail.com

Andriichuk Vladislav Nikolaevich, Senior Lecturer of Ventilation, Heat, Gas and Water Supply Department of Construction, Architecture and Housing and Communal Services Institute of SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Соколов Владимир Ильич, д.т.н., профессор кафедры вентиляции, теплогазо- и водоснабжения института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 01.12.2022

УДК 628.7

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ НА ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Бегей А.А., Рябинина М.М.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF ROAD CONDITIONS ON THE TRANSPORT AND OPERATIONAL CONDITION OF THE HIGHWAY

Begei A.A., Ryabinina M.M.

Дорожные условия существенно влияют на техническое состояние, безопасность движения и соответственно на оценку стоимости участка автомобильной дороги. Существующая нормативная база ремонтных работ, строительства и реконструкции выдвигает повышенные требования по улучшению транспортно-эксплуатационного состояния и требует разработки отдельных проектов, составления смет на их выполнение.

Ключевые слова: автомобильная дорога, транспортно-эксплуатационное состояние, смета.

Введение. Увеличение количественного состава автомобильного парка, рост грузоподъемности и скорости движения автомобилей обуславливают необходимость улучшения дорожных условий практически всей сети автомобильных дорог ЛНР. В настоящее время эксплуатируемые автомобильные дороги построены по старым нормативам, поэтому возникает острая потребность в проведении оценки стоимости автомобильной дороги с учетом их эксплуатационного состояния, а также в установлении пригодности тех или иных отдельных участков дорог для эксплуатации с учетом безопасного движения.

Цель работы: выполнить анализ влияния дорожных условий на транспортно-эксплуатационное состояние автомобильной дороги.

Постановка задачи. Для оценки качества автомобильной дороги используют группы переменных по времени показателей, характеризующих транспортную работу дороги, технико-эксплуатационные качества дорожной

одежды и земляного полотна, общее состояние дороги и условия движения.

Для оценки транспортно-эксплуатационного состояния дорог используют комбинированные методы оценки. Такие методы позволяют оценить дорогу и как инженерную, и как инженерно-транспортное сооружение, что обеспечивает удобное и безопасное движение транспортных средств с высокими скоростями и разрешенными нагрузками. Оценку транспортно-эксплуатационных показателей дороги выполняют в осенне-весенний период года с использованием двух критериев – показателя качества и состояния дороги и коэффициента обеспечения расчетной скорости движения. Для улучшения транспортно-эксплуатационных качеств дороги надо систематически изучать ее состояние, режимы движения транспортных средств, регулярно проводить паспортизацию и инвентаризацию дорог.

Отклонения размеров геометрических элементов, которые допущены при строительстве автомобильных дорог, существенно увеличиваются в процессе их эксплуатации. Основным из таких элементов является ширина проезжей части, обочин, разделительной полосы и т.д. Фактическая ширина построенных и эксплуатируемых дорог существенно отличается от проектных размеров, и эти отклонения, как правило, превышают допустимые значения. Имеют место отклонения фактических поперечных уклонов проезжей части от проектных, а также несимметричные уклоны. Уменьшение уклонов или их отсутствие приводит к застою воды у дороги, что вызывает разрушение земляного полотна и дорожного покрытия. Неровности покрытия в процессе эксплуатации

увеличиваются под воздействием толчков колес автомобилей и от неравномерного увлажнения земляного полотна и основания. Фактическое состояние покрытия, с точки зрения обеспечения его равенства, во многих случаях является неудовлетворительным, поскольку превышает допустимые нормы. Недопустимым также является наличие на дорогах выбоин и других деформаций, разрушений. Как известно, от ширины проезжей части, ее ровности, продольных и поперечных уклонов зависит скорость движения, а следовательно, пропускная способность автомобильных дорог. В случае разрушения кромки проезжей части уменьшается ее эффективная ширина, что также является причиной уменьшения скорости движения транспортных средств.

Очень сложным является движение автомобиля на кривых участках дороги. На таких участках возникают боковые силы, действующие на верхний слой дорожного покрытия, которые и влияют на устойчивость автомобиля. Таким образом, движение автомобиля сопровождается действием на покрытие системы сил, различных по направлению и величине. Большое значение имеет ровность дорожного покрытия, она позволяет снизить негативное воздействие автомобиля на дорогу. Наличие неровностей на дороге вызывает ударное действие шины колеса на покрытие, что негативно влияет на дорогу, автомобиль, водителя и транспортную работу в целом.

Объективное оценивание реальных дорожных условий обеспечивает эффективные проектные решения по реконструкции дорог и плановых текущих мероприятий по их ремонту и повышению безопасности движения. Такие оценки основываются на анализе закономерностей движения одиночных автомобилей и транспортных потоков, пропускной способности дороги, на результатах исследования причин аварийности и ухудшения условий работы водителей. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог определяются скоростью и себестоимостью перевозок, безопасностью и удобством проезда по дороге, ее пропускной способностью. Перечисленные качества невозможно выразить одним обобщенным показателем. Поэтому при оценке качества дороги или ее отдельных участков нужно пользоваться методами, которые определяют указанные свойства. Эти же показатели следует использовать при оценке вариантных решений и разработки мероприятий, направленных на повышение транспортно -

эксплуатационных качеств дороги. Достаточно надежно оценивают состояние дороги с помощью таких показателей, как скорость движения, пропускная способность, безопасность движения, ровность и скользкость дорожного покрытия. На основе этих показателей строят графики пропускной способности дороги, коэффициентов аварийности, коэффициентов безопасности, равенства коэффициентов и коэффициентов сцепления колес автомобиля с покрытием. По графикам выявляют участки возможных заторов и мест ДТП, оценивают экономичность и удобство движения, определяют меры по улучшению условий движения транспортных средств на автомобильной дороге или на отдельных наиболее опасных ее участках.

Состояние покрытия, а также геометрические элементы существенно влияют на безопасность движения и изменение дорожных условий, что соответственно обуславливает изменение стоимости участков автомобильных дорог. Наличие неровностей и связанное с ними снижение скорости увеличивают расход топлива на перевозку грузов и пассажиров на 30–35% [1, 2]. Натурные исследования свидетельствуют о том, что часто фактическая ось дороги на кривых не совпадает с проектной. Вместо круговых и переходных кривых имеют место ломаные линии. Нарушения в соблюдении проектных размеров автомобильной дороги ухудшают ее архитектурно-ландшафтную привлекательность. Таким образом, транспортно-эксплуатационное состояние дороги является определяющим фактором эффективной работы как автомобильной дороги, так и транспортных средств. Кроме транспортно-эксплуатационных показателей, на стоимость дороги влияют и организационные меры по совершенствованию условий дорожного движения. Все виды организационных работ и технических мероприятий направлены на улучшение транспортно-эксплуатационного состояния и условий дорожного движения, что требует разработки отдельных проектов и составления смет на их выполнение. Для ускоренной оценки содержания дорог можно использовать квалиметрическую модель, по которой оцениваются состояние участка дороги и сооружений на ней [3].

Капитальный ремонт – одна из форм улучшения состояния объекта в процессе его эксплуатации. Следует отметить, что такую форму совершенствования объектов в дорожном строительстве используют достаточно редко в связи

с отсутствием надлежащего финансирования в ЛНР, но это не значит, что она отсутствует. Проект реконструкции магистральных автомобильных дорог предусматривает изменения технических параметров объектов в будущем. Прежде всего для этих объектов нужно обеспечить отвод земли, учитываемый на стадии разработки проекта в соответствии с перспективами развития транспортных сооружений. В дорожном строительстве при реконструкции того или иного объекта предусматривается увеличение количества полос движения автомобильной дороги, уменьшение продольных уклонов, строительство дорожных развязок в разных уровнях, строительство сооружений дорожной и автотранспортной служб и т.д.

Техническое переоснащение, ремонтные работы и реконструкция предусматривают совершенствование технических параметров на основе использования новых научно - технических разработок, изобретений и рационализаторских предложений для отдельных сооружений, отдельных элементов дороги или ее участков. Это могут быть устройства дополнительных полос проезжей части на подъемах дорог, освещение и телефонизация вдоль дорог, устройства для управления дорожным движением, шумозащитные сооружения и т.д.

Выводы. Современное состояние сети автомобильных дорог и дорожных условиях для обеспечения эффективной работы автомобильной дороги и транспортных средств требуют существенного улучшения транспортно-эксплуатационных показателей, условий безопасности движения и будут существенно влиять на проведение оценки стоимости объектов транспортного строительства.

Л и т е р а т у р а

1. Сильянова В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц: Учебник для студ. высш. образование. заведений / В.В. Сильянова, Е.Р. Домке. – 3-е изд. – М.: Издательский центр "Академия", 2009. – 352 с.
2. Савченко В.Я. Транспортно-эксплуатационные

свойства автомобильных дорог: учебное пособие / В.Я. Савченко, В.В. Губа. – Донецк: ГБУЗ "ДонНТУ", 2011. – 229 с.

3. Сиденко В.М. Управление качеством в дорожном строительстве. / В.М. Сиденко, С.Ю. Рокас – М.: Транспорт. 1981. – 252 с.

Begei A.A., Ryabinina M.M.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF ROAD CONDITIONS ON THE TRANSPORT AND OPERATIONAL CONDITION OF THE HIGHWAY

Road conditions significantly affect the technical condition, traffic safety and, accordingly, the cost assessment of the road section. The existing regulatory framework for repairs, construction and reconstruction puts forward increased requirements for improving the transport and operational condition and requires the development of individual projects, making estimates for their implementation.

Key words: highway, transport and operational condition, estimate.

Бегей Алла Анатольевна, старший преподаватель кафедры «Проектирование и технологии строительства» ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: alla.begei@yandex.ua

Begei Alla Anatolievna, senator teacher, SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рябинина Маргарита Михайловна старший преподаватель кафедры «Проектирование и технологии строительства» ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: m.ryabinina2014@yandex.ru

Ryabinina Margarita Mihailovna, senator teacher, SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Промышленное, гражданское строительство и архитектура», института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 11.11.2022

УДК 504.3.054

ПЕРЕРАБОТКА И УТИЛИЗАЦИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ: ЩЕЛОЧНЫХ И УГОЛЬНО-ЦИНКОВЫХ БАТАРЕЕК

Белецкий Я.О., Сердюк А.И

RECYCLING AND DISPOSAL OF ELECTRONIC EQUIPMENT POWER BATTERIES: ALKALINE AND CARBON-ZINC BATTERIES

Beletskiy Y.O., Serdyuk A.I.

В статье рассмотрены элементы питания электронных оборудований, такие как щелочные и угольно-цинковые батарейки, их воздействие на окружающую среду, способы и методы из переработки и утилизации с целью уменьшения негативного воздействия на окружающую среду. Проанализированы механический, гидрометаллургический и пирометаллургический способы переработки батареек. Рассмотрено воздействие компонентов щелочных угольно-цинковых батареек на организм человека. Определен наиболее экономически и экологически выгодный метод переработки батареек.

Ключевые слова: щелочные батарейки, угольно-цинковые батарейки, переработка, утилизация, тяжелые металлы.

Введение. Мы живем в мире, где тяжело представить нашу жизнь без батареек, они прочно вошли в наш быт. Еще несколько десятилетий назад батарейки намного реже использовались в повседневной жизни, что было связано с их достаточно высокой стоимостью, обусловленной сложностью производства и просто малым потребительским спросом. В последние годы не только значительно удешевился процесс промышленного изготовления автономных источников питания, но и повысилась их востребованность. Бытовая электроника стала широкодоступна, многие устройства (телевизоры,

кондиционеры, аудиоцентры) оснащены пультами дистанционного управления, для функционирования которых необходимы батарейки. Большое количество детских электронных игрушек также требует использования автономных источников питания.

Изложение основных материалов.

Современные элементы питания делятся на солевые, щелочные, воздушно-цинковые, ртутно-цинковые и серебряно-цинковые. Самые мощные батарейки – щелочные (алкалиновые). Обычно батарейки называют по наименованию металлов, из которых сделаны электроды.

Внутренности батарейки – это смесь тяжелых металлов. Свинец, ртуть, щелочь – это далеко не весь список того, что скрывается под корпусом батарейки. От попадания этих веществ в окружающую среду страдают подземные воды, воздух, земля. Если люди выбрасывают батарейки в мусорное ведро, то, как следствие, они попадают на городские свалки. Когда коррозия разъедает металлическую оболочку, токсичные вещества попадают в окружающую среду. Это кадмий (Cd), кобальт (Co), литий (Li), никель (Ni), ртуть (Hg), свинец (Pb), марганец (Mn), различные щелочи. Внутри находится цинковый анод и марганцевый катод [1]. Виды батареек представлены на рис. 1.

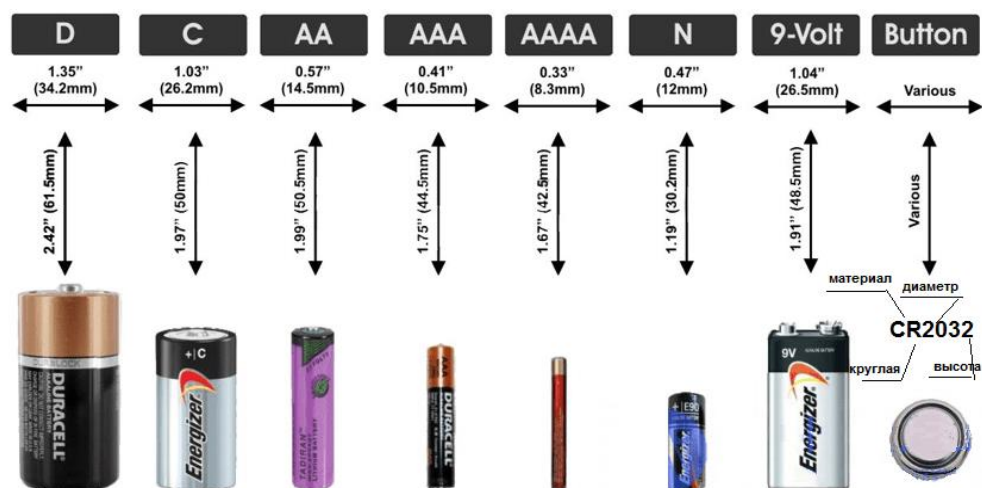


Рис. 1. Виды батареек по типоразмеру

Следующий тип батареек – щелочные. Многие называют их "алкалиновыми" – это калька с английского *alkaline*, то есть «щёлочь». Отрицательный полюс щелочной батарейки состоит из цинкового порошка по сравнению с цинковым корпусом солевых элементов, использование порошка позволяет увеличить скорость протекания химических реакций, а значит, и отдаваемый батарейкой ток. Положительный полюс – из диоксида марганца. Основным же отличием от солевых батареек является тип электролита: в щелочных в его качестве используется гидроксид калия [2].

Батарейка, даже отслужившая свой срок, не представляет опасности при условии, что ее корпус не поврежден и она хранится при комнатной температуре и минимальной влажности. Попадая же вместе с бытовыми отходами на свалку и подвергаясь воздействию разнообразных атмосферных факторов, батарейка начинает ржаветь и разрушаться под воздействием коррозии. Ее корпус теряет герметичность, содержимое получает доступ во внешнюю среду, отравляя ее и ее обитателей.

Щелочь и тяжелые металлы из разрушившейся батарейки представляют опасность для окружающей среды. Поступая вначале в почву, токсичные вещества достигают грунтовых вод, откуда попадают в водоемы, в том числе и те, из которых ведется забор водопроводной воды. Химическому загрязнению подвергаются земли и произрастающие на них растения, в том числе и многочисленные пищевые культуры; мясо и молоко сельскохозяйственных животных, пасущихся на зараженных пастбищах, тоже становятся опасными. Опасна не только пассивная коррозия, в результате которой батарейки загрязняют почву и воду;

нередко свалки подвергаются самовозгоранию, и находящиеся в мусоре батарейки, нагреваясь, выделяют в атмосферу диоксины, заражая еще и воздух. Диоксины в десятки тысяч раз ядовитее цианида и являются причиной раковых заболеваний и заболеваний репродуктивной системы.

Ртуть – сильнейший яд, относящийся к первому классу опасности. Накапливаясь в тканях всех органов, вызывает нервные расстройства и расстройства двигательного аппарата, заболевания дыхательной системы, ухудшает зрение и слух, приводит к повреждению головного мозга и нервной системы в целом, разрушительно действует на почки и печень. Особо опасна для детей. Справедливости ради надо заметить, что технология производства современных батареек не подразумевает использования ртути, однако она массово использовалась до 2001 года [3].

Свинец накапливается в почках и вызывает сильнейшие расстройства нервной системы и заболевания мозга.

Кадмий накапливается в почках, печени, костях и щитовидной железе. Приводит к возникновению раковых заболеваний [4].

Токсичное воздействие тяжелых металлов на организм не проявляется одномоментно, полученные с водой и пищей микродозы отравляющего вещества накапливаются в организме на протяжении многих лет, оказывая разрушающее влияние.

Для уменьшения негативного воздействия на окружающую среду нужно:

- уменьшить частоту использования батареек, отдавая предпочтение приборам, не требующим их применения;
- использовать аккумуляторы, вместо одноразовых батареек. В долговременной

перспективе очевидны как экономические, так и экологические выгоды: аккумуляторы могут перезаряжаться более тысячи раз и служат многие годы.

Результаты исследований. Существует три метода переработки щелочных угольно-цинковых батареек: механический, гидрометаллургический и пирометаллургический [5].

Механический способ переработки батареек включает пять этапов.

На первом этапе происходит сортировка батареек по составу. Батарейки поступают на технологическую линию по сортировке, где работники предприятия вручную сортируют батарейки и отбирают солевые, щелочные и угольно-цинковые. Для дальнейшей переработке необходимо обязательно сортировать батарейки, чтобы на выходе технологического процесса получить чистые материалы.

Вторым этапом является измельчение. Батарейки подвергаются дроблению на скоростной молотковой мельнице, на специальном устройстве – измельчителе-деструкторе шредерного типа ИДШТ-1 (рис. 2).



Рис. 2. Измельчитель ИДШТ-1

На третьем этапе происходит магнитная сепарация. После фракционирования на сите обе фракции подвергаются магнитной сепарации. На этой стадии из крупной фракции, не прошедшей через сито, выделяется металлический лом. Это корпус батарейки.

Четвертым этапом производится аэродинамическая сепарация. Немагнитная часть подвергается аэродинамическому сепарированию. Легкие компоненты уносятся потоком воздуха и осаждаются в циклоне-накопителе. Это полимерная оболочка батареек, резиновые изоляторы. Тяжелые компоненты проходят аэродинамическую колонну и накапливаются. Это цветной лом, преимущественно состоящий из цинковых электродов.

После аэродинамической сепарации получают

следующие материалы:

- резиновую смесь, полимерные пленки, которые используются для получения топлива методом пиролиза;

- лом цветных металлов, который используется в качестве вторичного сырья после переплавки.

Последний пятый этап – заключительный, который представляет систему отсеивания для получения смеси цинка, графита и марганца.

Часть химических элементов бывших источников питания, которая прошла через вибросито, представляет собой смесь оксида цинка, металлического цинка, диоксида марганца, графита.

Гидрометаллургический метод включает в себя использование растворов аммиака, композиций из соли и серной кислоты. Его применяют для получения оксида кадмия, который необходим в машиностроении и металлургии, а также мягких и твердых сплавов свинца.

Гидрометаллургический метод состоит из четырех этапов.

На первом этапе происходит загрузка батареек в емкость, где далее по конвейеру материал попадает в колодец с электромагнитом и сеточным дном для вытекания электролита поврежденных химических источников тока и дальнейшего дробления.

Второй этап представляет собой разделение материалов с помощью подачи водяной пыли при высоком давлении, где крупные части оседают на дно, откуда доставляются в резервуар с каустической содой для получения свинцовой пасты.

Третий этап – это плавление свинцовой пасты с охлаждением выделяющихся паров и отправление их на переработку.

На заключительном этапе происходит процесс рафинирования с получением твердых и мягких сплавов свинца.

Переработка пирометаллургическим методом происходит в четыре стадии:

На первой стадии происходит загрузка в печь, где образовывается сплав шлаков и газов.

Вторая стадия включает в себя испарение отходов кадмия, свинца и цинка, сгорание полимеров.

На третьей стадии продолжают нагревать материалы до получения расплавленного металла с восстановлением кобальта и никеля.

На заключительной стадии происходят дополнительные гидрометаллургические процессы с получением металла и шлака из алюминия,

марганца и лития с возможностью дальнейшего их применения [6-7].

Выводы. В работе рассмотрено воздействие компонентов щелочных и угольно-цинковых батареек на окружающую среду. Рассмотрены методы их переработки и утилизации, определено, что самым экологически и экономически выгодным методом переработки является механический метод, так как его стоимость ниже, а полученные в результате переработки компоненты можно сразу использовать в качестве вторсырья при производстве других батареек, резиновую смесь и полимерные пленки используют для получения топлива методом пиролиза. К большому сожалению, в ДНР нет предприятий по переработки и утилизации батареек, что ставит вопрос о потери большого количества «полезного» вторичного сырья от батареек.

Л и т е р а т у р а

1. ГОСТ Р МЭК 60285-2002. Аккумуляторы и батареи щелочные. Аккумуляторы никель-кадмиевые герметичные цилиндрические = Rechargeable batteries and batteries are alkaline. Nickel-cadmium sealed cylindrical accumulators: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 25 декабря 2002 г. N 509-ст. — Текст: непосредственный.

2. Патент №2164955C1. Российская Федерация. Способ утилизации отработанных химических источников тока: №. 2164955C1: заявл. 14.07.17; опубл. 10.04.19 / А.Н. Птицын, Л.И. Галкова, В.В. Ледвий, Г.В. Скопов. — 8 с. — Текст: непосредственный.

3. Малов, А.М. Ртуть как фактор риска для здоровья человека / А.М. Малов, В.К. Сибиряков, Л.А. Муковский, Е.В. Семенов. — Текст: непосредственный // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2014. — 16 (5). — С. 7-15.

4. Гудиева, И. Р. Физиологические свойства кобальта и его влияние на организм человека / И.Р. Гудиева. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 5 (243). — С. 42-46.

5. Kamal Ibne Amin Chowdhury. Child lead exposure near abandoned lead acid battery recycling sites in a residential community in Bangladesh : Risk factors and the impact of soil remediation on blood lead levels / Chowdhury Kamal Ibne Amin NurunnaharNurunnahar, LutfulKabir Mohammad et al. — Text: direct // Environmental Research — Volume 194. — 2021. — P. 234-242.

6. Барашев, А.Р. Технология переработки отработанных щелочных аккумуляторов / А.Р. Барашев, С.В. Карелов, О.С. Анисимова, А.А. Черепов. — Текст: непосредственный // 9 Всероссийская научно-техническая конференция «Приоритетные направления развития науки и технологий», Тула. — 2021. — С. 91-93.

7. Марунова, А.В. Методы переработки ХИТ / А.В. Марунова. — Текст: непосредственный // Научные исследования студентов и учащихся: сборник статей IV Международной научно-практической конференции, Пенза, 23 ноября 2021 года. — Пенза: Наука и Просвещение, 2021. — С. 50-52.

Beletskiy Y.O., Serdyuk A.I.

RECYCLING AND DISPOSAL OF ELECTRONIC EQUIPMENT POWER BATTERIES: ALKALINE AND CARBON-ZINC BATTERIES

The article discusses the batteries of electronic equipment, such as alkaline and carbon-zinc batteries, their environmental impact, methods and methods of recycling and disposal in order to reduce the negative impact on the environment. The mechanical, hydrometallurgical and pyrometallurgical methods of battery processing are analyzed. The impact of the components of alkaline carbon-zinc batteries on the human body is considered. The most economically and environmentally beneficial method of battery recycling has been determined.

Key words: alkaline batteries, carbon-zinc batteries, recycling, recycling, heavy metals.

Белецкий Ярослав Олегович аспирант, ассистент каф. «Техносферная безопасность», ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры».

E-mail: ya.o.beletskiy@donnasa.ru

Beletskiy Yaroslav Olegovich post-graduate student, assistant departments "Technospheric Safety", State Educational Establishment of Higher Education «Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture».

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

E-mail: ecoalserdiuk@rambler.ru

Serdyuk Alexander Ivanovich doctor of chemical sciences professor, professor departments "Technospheric Safety", State Educational Establishment of Higher Education «Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture».

Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич, д.т.н., профессор, профессор кафедры «Промышленное, гражданское строительство и архитектура», института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского государственного университета имени Владимира Даля.

Статья подана 24.10.2022

УДК 69.059.36

ОЦЕНКА 9-ЭТАЖНОЙ НАДСТРОЙКИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛЫХ 5-ЭТАЖНЫХ ДОМОВ ПЕРВЫХ МАССОВЫХ СЕРИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАЛИ НОРМАЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ В СРАВНЕНИИ С ВЫСОКОПРОЧНЫМИ СТАЛЯМИ

Бизирка И.И.

EVALUATION OF A 9-STOREY SUPERSTRUCTURE DURING THE RECONSTRUCTION OF RESIDENTIAL 5-STOREY BUILDINGS OF THE FIRST MASS SERIES USING NORMAL STRENGTH STEEL IN COMPARISON WITH HIGH-STRENGTH STEEL

Bizirka I.I.

В статье изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований, направленных на разработку и совершенствование конструктивных и организационно-технологических решений в проектах реконструкции пятиэтажных жилых домов массовой застройки, разработку и совершенствование методов экономического обоснования, меры по сокращению стоимости рассмотренных вариантов, сравнения которых позволит повысить эффективность данного вида реконструкции с применением несущего стального каркаса.

Ключевые слова: реконструкция, металлический каркас, надстройка, сталь, эффективность.

Введение. В последнее время остро стоит вопрос обеспечения населения жильем. Решение этой задачи возможно двумя способами: строительство новых зданий или реконструкция существующего жилого фонда. В сравнении с новым строительством, стоимость реконструкции значительно ниже. Поэтому представляет интерес вопрос реконструкции домов первых и последующих массовых серий в направлении повышения их потребительских качеств, продления жизненного цикла, снижения эксплуатационных затрат и улучшения их архитектурного облика.

В работе [1] приведены три основных способа реконструкции. Одним из способов является

реконструкция зданий с уширением корпуса и надстройкой. Согласно этому методу, реконструкция осуществляется за счет надстройки до 20 этажей из монолитного железобетона или металлического каркаса.

В последнее время все больший интерес представляет реконструкция с использованием многоэтажной надстройки из стали. Использование эффективных высокопрочных сталей как материала для наиболее нагруженных элементов надстройки является целью получения значительного эффекта за счет снижения массы конструкции в сравнении с монолитным железобетоном. Также выбор строительных материалов для надстраиваемых каркасов между монолитным железобетоном и металлом в пользу последнего является перспективным для использования в гражданском строительстве и реконструкции жилого фонда.

Целью работы является сравнительный анализ вариантов надстроек с использованием малоуглеродистой, низколегированной стали класса С245 нормальной прочности в сравнении с малоуглеродистыми, низколегированными высокопрочными сталями С440 и С550.

Изложение основного материала. Надстройка этажей производится без какой-либо догрузки существующего здания путем применения охватывающего и не соединенного с ним стального

рамного каркаса, устанавливаемого на буронабивные свайные фундаменты, расположенные с обеих продольных сторон дома. Такой метод возможен для любых зданий, с любым состоянием наружных стен и фундаментов. Он предусматривает опирание надстройки на отдельные специальные фундаменты. Предлагаемый нами вариант реконструкции зданий предполагает проведение работ по капитальному ремонту и перепланировке помещений в существующем здании методом надстройки 9 этажей (рис. 1-2). Таким образом, существующее здание не воспринимает дополнительных нагрузок.

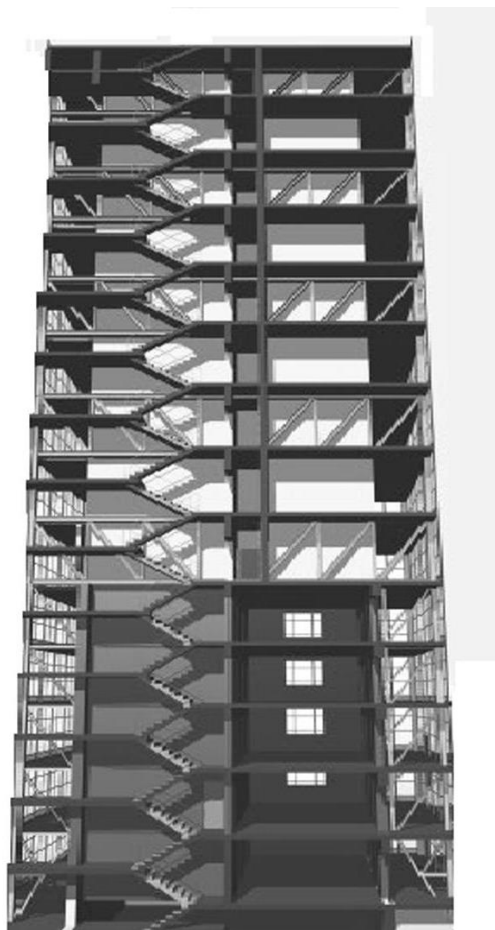


Рис. 1. Модель надстраиваемого металлического каркаса

Все несущие элементы выполняются из легких стальных конструкций из эффективных высокопрочных сталей, исключая тяжелый сборный железобетон. В нашей стране есть все предпосылки для создания собственного производства стальных каркасов, так как она является крупнейшим металлургическим центром.

Согласно схеме реконструкции, получаем результат в более ранние сроки (что обуславливается тем что металлические конструкции более легки в монтаже и установке) и получаем значительный эффект за счёт снижения массы конструкции из высокопрочной стали что ведёт к экономии средств [2].

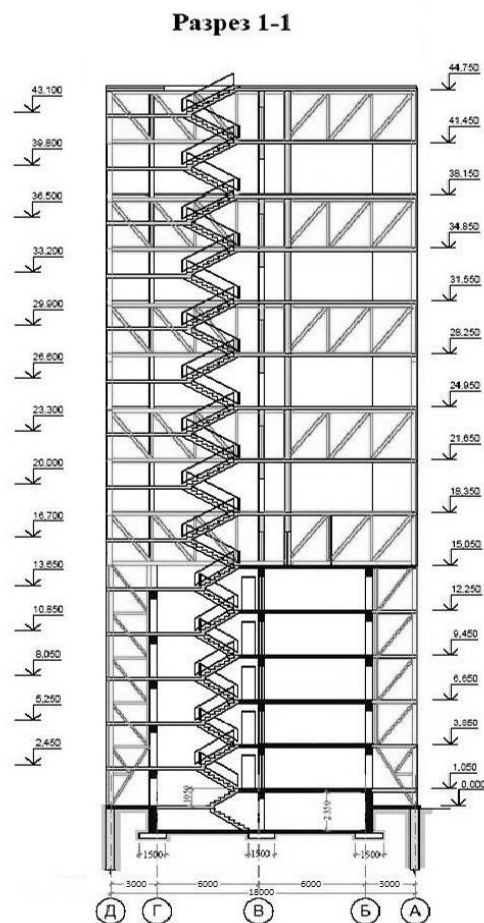


Рис. 2. Разрез модели надстраиваемого металлического каркаса

Ниже приведена разработанная в результате моделирования конструктивная схема (рис. 3).

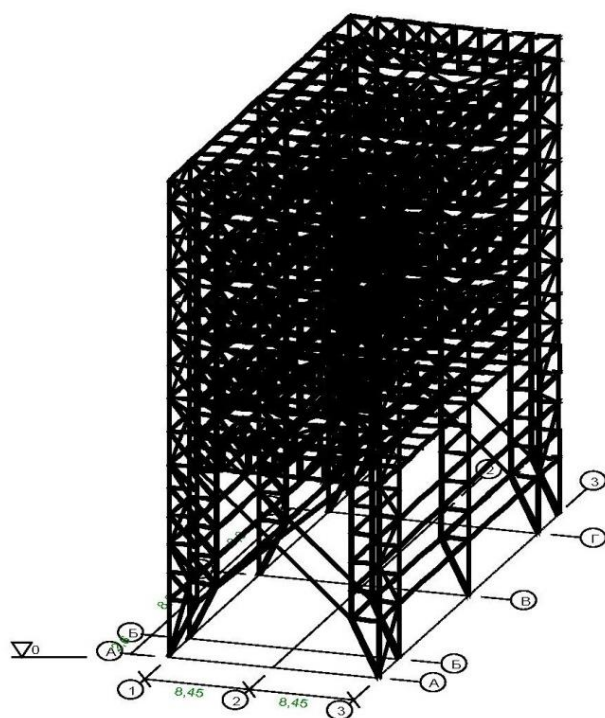


Рис. 3. Конструктивная схема 9-этажной надстройки стального каркаса

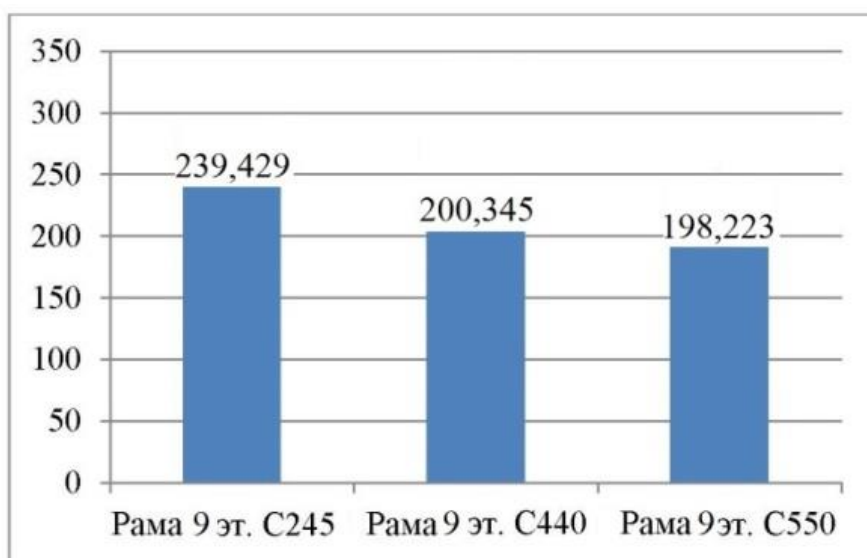


Рис. 4. Масса металлических конструкций рам 9-этажной надстройки, т

Дальнейший расчёт многоэтажной надстройки выполнялся в программном комплексе SCAD. Для сравнения стальной многоэтажной надстройки была выбрана сталь класса С245 нормальной прочности и малоуглеродистые, низколегированные стали С440 и С550 повышенной прочности [3].

Сравнение данных вариантов необходимо было начать с вычисления расхода металла по элементам в стальной раме 9-ти этажей из сталей соответственно С245, С440 и С550 (Р9 – С245, Р9 –

С440, Р9 – С550). Далее выполнялся расчёт 9-этажной надстройки с использованием сталей С245, С440, С550. Полученные в результате моделирования сравнительные характеристики расхода основных материалов надстроек приведены на рис. 4.

Ниже приведены результаты расчетов трудоемкости, продолжительности выполнения работ и показана стоимость работ (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная характеристика основных показателей возведения 9-ти этажной надстройки из металла

Тип рамы	Трудоемкость, чел.-час.	Продолжительность, рабочие дни	Общая стоимость, тыс. руб.
Р.М. С550	8517,61	61	43976,18
Р.М. С440	8490,11	61	43646,37
Р.М. С245	9270,29	66	43269,21

Получив данные расчета сравниваемых вариантов надстроек из стального каркаса, учитывая показатели трудозатрат и расхода материалов и стоимости конструкций, можно сделать вывод о том, что используемые при реконструкции высокопрочные, малоуглеродистые, низколегированные стали повышенной прочности типа 06Г2ФБ (С440) и 10Г2ФБ (С550) не принесли ожидаемого эффекта. Надстройка из обычной стали С245 оказалась экономически более выгодной.

Выводы: Проведённые вычислительные эксперименты показали, что многоэтажная надстройка из малоуглеродистой, низколегированной стали класса С245 нормальной прочности в сравнении с малоуглеродистыми, низколегированными высокопрочными сталями С440 и С550 более экономична. Использовать же высокопрочные стали С440 и С550, редко применяемые в строительстве, на данных типах надстроек неэкономично.

Л и т е р а т у р а

1. Бизирка И.И. Реконструкции жилого фонда на примере кирпичных зданий серии 1-447 постройки 50-70-х годов: основные проблемы и направления / И.И. Бизирка, М.Ю. Хвортова // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – №12(54) 2021. – С. 52-55.

2. Шаленный В.Т. Реконструкция жилых зданий одной из первых массовых серий с использованием многоэтажной надстройки из стали / В.Т. Шаленный, С.Ф. Акимов, В.Д. Малахов // Экономика строительства. – № 3 (76) 2020. – С. 108-122.

3. Акимов С.Ф. Вторая жизнь 5-ти этажных домов первых типовых серий / С.Ф. Акимов, А.С. Юзькив // Сборник тезисов участников Международного студенческого строительного форума – 2019 «Инновационное развитие строительства и архитектуры: взгляд в будущее». – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019. – С. 136-139.

4. Шихов А.Н. Реконструкция гражданских и промышленных зданий: монография [Текст]. / АН. Шихов // М.-во с.-х. РФ, ФГБОУ ВПО Пермская гос. с.-х. акад. им.

акад. Д.Н. Прянишникова. – Пермь: ИПЦ Прокрость, 2015. – 399 с.

5. Грабовский П.Г. Реконструкция и обновление сложившейся застройки города: учебное пособие для вузов / П.Г. Грабовский, В.А. Харитонов // М.: АСВ, Реалпроект. – 2006. – 624 с.

6. ГОСТ 27772-2015 «Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200133727>.

Bizirka I.I.

EVALUATION OF A 9-STOREY SUPERSTRUCTURE DURING THE RECONSTRUCTION OF RESIDENTIAL FIVE-STOREY BUILDINGS OF THE FIRST MASS SERIES USING NORMAL STRENGTH STEEL IN COMPARISON WITH HIGH-STRENGTH STEEL

The article presents the results of theoretical and experimental studies aimed at the development and improvement of design and organizational and technological solutions in projects for the reconstruction of five-story residential buildings of mass development, the development and improvement of economic justification methods, measures to reduce the cost of the options considered, the comparison of which will improve the efficiency of this type reconstruction using a load-bearing steel frame.

Key words: reconstruction, metal frame, superstructure, steel, efficiency.

Бизирка Ирина Ивановна, кандидат технических наук, доцент кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»
E-mail: bizirkaira@mail.ru.

Bizirka Irina Ivanovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial, Civil Engineering and Architecture, SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич, д.т.н., профессор кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 25.11.2022

УДК 504.06

НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ДОБЫЧИ УГЛЯ В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ АЛЮМИНИЯ

Верех-Белоусова Е.И.

DIRECTIONS FOR THE USE OF COAL MINING WASTE AS A SECONDARY RAW ALUMINUM

Verekh-Belousova E.I.

В статье предложены направления использования отходов добычи угля в качестве вторичного сырья соединений алюминия. Исследованы минералогический и химический составы образцов отвальной породы разной степени метаморфизма. Установлено, что по содержанию бокситов породу можно отнести к бедному алюминиевому сырью. Предложен способ кислотного химического выщелачивания растворимых соединений алюминия растворами серной кислоты различных концентраций, и доказано эффективное выщелачивание слабыми растворами кислоты. Предложен и обоснован способ биохимического (бактериального) выщелачивания солей алюминия. Экологичность и экономичность процесса биохимического выщелачивания обеспечивается тем, что основной реагент – серная кислота – образуется естественным путем, и процесс не нуждается в дополнительных технологических единицах для производства кислоты.

Ключевые слова: отвальная порода, переработка отходов, кислотное выщелачивание, бактерии, алюминий.

Введение. Вопросы утилизации промышленных отходов являются важным фактором обеспечения экологической безопасности. Однако в сложившихся условиях и требованиях экономики к значительному росту эффективности использования ресурсного потенциала утилизация подобного рода отходов должна быть обоснована как с экологической, так и с экономической точек зрения.

Результатом добычи и переработки угля в Луганщине является накопление большого количества крупнотоннажных отходов – породных отвалов и терриконов. Такие породные отвалы, занимая большие территории, негативно влияют на

состояние окружающей среды, подвергаются процессам горения, водной и ветровой эрозиям. В результате естественных физико-химических процессов, протекающих в толще складированной породы, прилегающие к отвалам территории подвергаются загрязнению тяжелыми металлами, оксидами серы и углерода, сероводородом, а также радионуклидами и органическими летучими соединениями. Большинство подобных отходов расположены в селитебных зонах и зачастую без соблюдения санитарно-защитной зоны, что оказывает прямое негативное воздействие на состояние здоровья населения, проживающего в зоне влияния.

Все эти и другие факторы требуют решения проблемы накопления отходов добычи и переработки угля в нашем регионе. Поэтому данной проблеме уже более трех десятилетий посвящают значительное количество научных работ отечественные и зарубежные ученые: М.Я. Шпирт, Б.С. Панов, Л.Г. Зубова, В.Б. Артемьев, А.К.М. Rainbow, D. Leinenger, E.Raask, I. Twardowska и др. Большинство исследователей предлагают схемы утилизации породы для производства строительных материалов, получения ценных металлов, удобрений и др. товарной продукции. Наиболее перспективными и успешными направлениями переработки такого рода отходов является их использование как бедного металлического сырья или для использования в строительстве. Однако проблема до сегодняшнего дня остается нерешенной в силу невозможности предложения эколого-экономически оправданных направлений комплексной или малоотходной утилизации. В

связи с вышеизложенным возникает актуальная научно-практическая задача обоснования основ экологически безопасной переработки отвальной породы угольных шахт Луганщины как техногенных месторождений металлов.

Основной целью работы является обоснование и разработка новых направлений утилизации отвальной породы угольных шахт Луганщины в качестве техногенных месторождений алюминия.

Для достижения поставленной цели были поставлены и решены следующие задачи:

1. Исследование минералогического и химического состава образцов отвальной породы разной степени метаморфизма с целью обоснования возможности их переработки как техногенного бедного алюминиевого сырья.

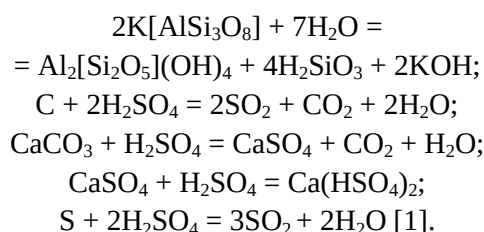
2. Проведение экспериментов по химическому и биохимическому (бактериальному) выщелачиванию подвижных (растворимых) соединений алюминия из образцов отвальной породы угольных шахт разной степени метаморфизма.

Изложение основных материалов. Отвальная порода угольных шахт содержит в своем составе практически все элементы периодической системы Д.И. Менделеева, что и обуславливает ее «богатый» минералогический состав. Однако основными по массе минералами являются алюмосиликаты и сульфидные соединения железа – пирит и марказит. В золе отвальной породы, согласно нашим исследованиям и данным донецких ученых [1], также преобладают оксиды кремния, железа и алюминия.

Основной причиной негативного влияния породных отвалов угольных шахт на окружающую среду выступают процессы химического и биохимического окисления сульфидов (в основном пирита), протекающие в складированной отвальной породе. Породы отвалов имеют своеобразные, отличающиеся от типичных ненарушенных почв водно-физические свойства: скелет и каменность обуславливают их высокую водопроницаемость, а наличие мелкоземлисто-элювия глинистых пород и щебнисто-каменистых фракций аргиллита с влагоемкостью около 8-10 % обуславливают достаточно большой запас влаги. В результате этого создается стабильный водный режим, сохраняя значительные запасы производительной влаги. Вследствие этого ранее существующее динамическое равновесие между поровыми растворами и твердой фазой нарушается, и результатом этого являются сложные

геохимические процессы взаимодействия поровых растворов обновленного состава с разнообразными компонентами породы [1-3]. Основным и опаснейшим из них является процесс образования серной кислоты при взаимодействии пирита и влаги, сконцентрированной на его поверхности с растворенным в ней кислородом атмосферного воздуха. А при наличии в поровых растворах тионовых бактерий *Th.ferrooxidans* процесс кислотообразования имеет уже биохимическую природу. Реакции образования серной кислоты являются экзотермическими и протекают с выделением большого количества тепла. Все эти факторы приводят к изменению минералогического состава поднятой на поверхность породы, возникают новые минералы, и такая минералогия уже имеет техногенное происхождение.

По результатам исследований донецких ученых М.П. Зборщика и В.В. Осокина [1], установлено, что при длительном самонагревании отвальной породы в ней образуются сернокислотные зоны, серная кислота взаимодействует с карбонатами кальция и ускоряет при повышенных температурах гидролиз полевых шпатов, окисляет уголь и углефицированное вещество, а также взаимодействует с элементной серой:



Образованная серная кислота интенсивно разлагает минералы породы, переводя их компоненты в виде сульфатов в раствор. Гидролиз полевых шпатов при повышенных температурах сопровождается образованием каолина. При дальнейшем самонагревании до 600 °С и более протекают процессы превращения каолина в метакаолин $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ и затем в $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$.

По данным Ю.А. Проскурни [4], в результате изучения терриконов угольных шахт были обнаружены такие техногенные минералы, в состав которых входит алюминий: галотрихит – $FeAl_2[SO_4]_4 \cdot 22H_2O$, пикерингит – $MgAl_2[SO_4]_4 \cdot 22H_2O$, тамаругит – $NaAl[SO_4]_2 \cdot 6H_2O$, алуноген – $Al_2[SO_4]_3 \cdot 17H_2O$, чермигит – $NH_4Al[SO_4]_2 \cdot 12H_2O$, мулит – $Al_6Si_2O_{13}$ и другие. Условия их образования разнообразны. Часть

минералов формируется в результате псевдофумарольной деятельности при сублимации газообразных продуктов из очагов горения (температура образования минералов – 80-300 °С). Однако гипергенные изменения пород в поверхностных слоях отвалов обуславливаются влиянием H_2SO_4 , которая образуется при химическом и биохимическом окислении сульфидов. Температура образования минералов этой группы – 10-80 °С. Серная кислота интенсивно разлагает силикаты угленосных пород, переводя их компоненты в виде сульфатов в раствор. Растворы, насыщенные H_2SO_4 , берут из вмещающих пород Fe, Al, Mg, Na, K и другие элементы. На поверхности выделяются алюмосульфатные корки (с преобладанием сульфатов Al^{3+} и Fe^{3+}), которые формируются при резком доминировании глинистых пород [2-4].

Для проведения исследований были отобраны образцы отвальной породы разной степени метаморфизма: свежесыпанная отвальная порода средней метаморфизации ш/у «Луганская» (г. Луганск); отвальная порода сильной метаморфизации в процессе самонагрева шахт им. Г. Вахрушева (г. Антрацит) и им. М. Свердлова (г. Свердловск); перегоревшая отвальная порода слабой метаморфизации шахты «Матросская» (г. Лисичанск).

Химический анализ отвальной породы на содержание отдельных элементов осуществляли с применением метода атомно-эмиссионной спектроскопии на приборе СТЭ – 1 УСА. Валовое содержание Al_2O_3 в золе образцов породы определялось весовым методом и с использованием объединенного реагента (алюминоном). Обменный (подвижный) алюминий в отвальной породе выделяли раствором хлористого калия с дальнейшим получением окрашенного комплекса алюминия с хромазуролом С (или ксилиноловым

оранжевым) в слабокислой среде с последующим фотометрированием полученного окрашенного раствора. Выделение чистой культуры бактерий Th. Ferrooxidans проводилось согласно общепринятым микробиологическим методикам.

Результаты исследований. Учитывая протекающие в складированной отвальной породе химические и биохимические процессы окисления сульфидов, техногенного минералообразования и выщелачивания металлов, использование отходов добычи и переработки угля в качестве техногенного алюминиевого сырья является оправданным, так как в породе имеются все необходимые для биохимического выщелачивания компоненты: каолиниты, сульфиды (пирит, марказит), тионовые бактерии Th. Ferrooxidans; а вследствие горения терриконов (или искусственного обжига породы) алюминий легче переходит в свободную ионную форму.

Спектральный анализ образцов породы показал, что в ее химическом составе преобладают такие компоненты, как Fe, Al, Cu, Ti, As, Cr, Mn, Co, Ba, Ni, Zn, Pb, Ga, Ge, Bi, Zr, Y, а содержание некоторых легких и редкоземельных металлов приближено к минимальной промышленной концентрации.

Проведены исследования на содержание оксида алюминия в образцах горелой и негорелой породы разной степени метаморфизма (табл. 1) и установлено, что минимальное содержание Al_2O_3 составляет 13%, а максимальное достигает 21%, поэтому отвальную породу можно отнести к бедному алюминиевому сырью. Превышение содержания Al_2O_3 в образцах перегоревшей породы объясняется тем, что горелые породы (горелый тонштейн) терриконов, по отношению к свежесдобытым, характеризуются большим содержанием Al_2O_3 .

Таблица 1

Содержание Al_2O_3 в образцах отвальной породы

Отвальная порода	Содержание Al_2O_3 , %
В стадии горения (г. Свердловск)	20,87
Перегоревшая (г. Антрацит)	19,80
Свежесыпанная (г. Луганск)	13,79
Перегоревшая (г. Лисичанск)	18,30

Химическое кислотное выщелачивание подвижного алюминия (сульфатных солей алюминия) проводилось с использованием растворов серной кислоты различных

концентраций: 80%, 40%, 20%, 10%, 5% и 2,5% (рис. 1). Различные концентрации сернокислых растворов подобраны с целью выявления оптимальных показателей выщелачивания и

имитирования естественных процессов образования серной кислоты при химическом и биохимическом

выщелачивании сульфидных соединений железа и элементарной серы.

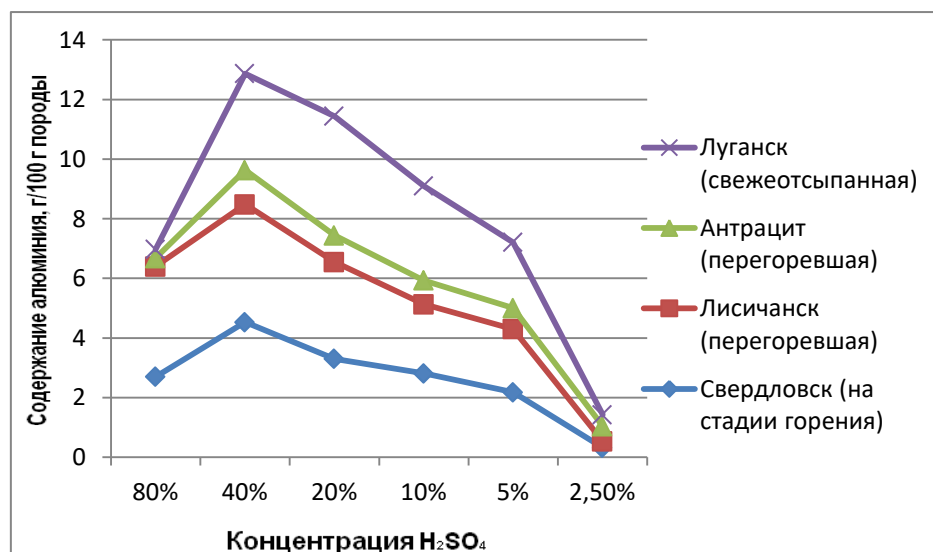


Рис. 1. Результаты кислотного выщелачивания алюминия

Образцы отвальной породы подвергались измельчению, а свежеотсыпанная отвальная порода шахты «Луганская» – дополнительному обжигу при $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ для разрушения крепких химических связей в алюмосиликатах и перевода структуры каолина в метакраин. В результате эксперимента установлено, что даже слабые растворы серной кислоты выщелачивают алюминий, а наибольшие показатели выщелачивания по всем образцам породы наблюдаются при 20-40% концентрации. Таким образом, в естественных условиях на начальных стадиях окисления пирита образованная серная кислота даже небольших концентраций способна разрушать алюмосиликаты, а самонагревание породы облегчает данный процесс.

Далее было проведено биохимическое (бактериальное) выщелачивание алюминия. Из образцов отвальной породы была выделена культура бактерий *Th. Ferrooxidans* (среда 9К Сильвермана и Ландгрена) [1, 5]. Культивировали полученную культуру в термостате при $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Рост микроорганизмов проявился на 2-3 сутки в виде пленки на поверхности и осадка гидроксида железа (III) на дне пробирки, изменения цвета раствора от зелено-голубого до желтого и бурого, понижения pH раствора, что является первостепенным фактором развития и дальнейшей жизнедеятельности бактерий. Из литературных источников известно [1, 6, 7], что окисное железо – один из источников

получения энергии бактериями *Th. Ferrooxidans* – поддерживается в растворе при pH менее 3, а при pH = 4 и выше продукты окисления препятствуют последующему контакту клетки со средой, и потому скорость окисления может замедляться.

В начале проведения эксперимента была определена кислотность (pH) образцов опытной отвальной породы. По окончании эксперимента было подтверждено изменение показателя pH и образования кислотной среды. Результаты приведены на рис. 2.

Образцы отвальной породы орошали полученными бактериальными растворами. На 8-е сутки отмечено повышение содержания подвижного алюминия (табл. 2) в результате разложения полевых шпатов сернокислотными продуктами жизнедеятельности бактерий *Th. Ferrooxidans*.

Степень биохимического выщелачивания алюминия колеблется в относительно небольших пределах – от 16 до 63%, что, однако, доказывает возможность утилизации породы и требует дальнейшего усовершенствования микробиологических процессов.

Таким образом, в результате проведенных исследований химического и биохимического выщелачивания алюминия (подвижная форма) установлено, что отвальную породу угольных шахт Донбасса можно рассматривать как бедное техногенное алюминиевое сырье.

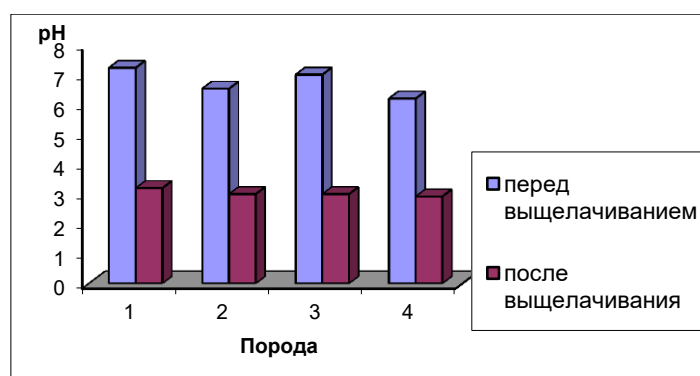


Рис. 2. Результаты изменения pH после биохимического выщелачивания:

1 – сильнометаморфизованная порода (г. Свердловск); 2 – сильнометаморфизованная порода (г. Антрацит); 3 – среднеметаморфизованная порода (г. Луганск); 4 – слабометаморфизованная порода (г. Лисичанск)

Таблица 2

Результаты биохимического кислотного выщелачивания алюминия

Отвальная порода	Содержание Al^{3+} , г/100 г породы	Степень извлечения, %
В стадии горения (г. Свердловск)	5,86	30
Перегоревшая (г. Антрацит)	3,0	16
Свежеотсыпанная (г. Луганск)	8,91	63
Перегоревшая (г. Лисичанск)	5,0	28

Выводы. Проведенная оценка химических и биохимических превращений в складываемой породе показала, что естественные биохимические процессы образования серной кислоты ускоряют разложение алюмосиликатов, что приводит к образованию каолина и высвобождает изоморфно замещенные металлы. Эти биохимические процессы можно использовать при переработке породы как бедного техногенного сырья для получения алюминия. Экспериментально доказано, что даже слабые растворы серной кислоты выщелачивают алюминий, а наибольшие показатели выщелачивания по всем образцам породы наблюдаются при 20-40% концентрации. Степень биохимического выщелачивания алюминия колеблется в относительно небольших пределах – от 16 до 63%. Биохимическое выщелачивание алюминия может характеризоваться как более дешевое и экологически чистое, потому что серная кислота производится естественно в поровых растворах отвальной породы как следствие жизнедеятельности бактерий *Th. ferrooxidans*.

Л и т е р а т у р а

1. Зборщик М.П. Предотвращение экологически вредных проявлений в породах угольных месторождений / М.П. Зборщик, В.В. Осокин. – Донецк: ДонГТУ, 1996. – 178 с.

2. Зборщик М.П. Условия самонагревания пиритсодержащих осадочных горных пород / Зборщик М.П., Осокин В.В., Паниотов Ю.Н. // Горный журнал. – 1990. – № 11. – С. 9-16.

3. Панов Б.С. Модель самовозгорания породных отвалов угольных шахт Донбасса / Б.С. Панов, Ю.А. Проскурня // Геология угольных месторождений. – Екатеринбург, 2002. – С. 274-281.

4. Проскурня Ю.А. Минералогия отвалов угольных шахт Донбасса (на примере Донецко-Макеевского промышленного района): автореф. дис. на получение науч. степени канд. геолог. наук : спец. 04.00.20 «Минералогия, кристаллография» / Ю.А. Проскурня. – Кривой Рог, 2000. – 19 с.

5. Мейнелл Дж. Экспериментальная микробиология: теория и практика / Дж. Мейнелл, Э. Мейнелл. – М.: Мир, 1967. – 347 с.

6. Татаринов А.В. Роль микроорганизмов в гипергенном преобразовании полиметаллических руд и формировании биогеохимических аномалий благородных металлов на месторождениях Забайкалья [Электронный ресурс] / Татаринов А.В., Яловик Л.И., Данилова Э.В. – Электрон. дан. // Доклады АН РФ. – 2007. – Т. 414, № 5. – С. 651–655.

7. Зарубина З.М. Исследование микробиологического окисления пирита угля / Зарубина З.М., Ляликова Н.Н., Шмук Е.И. // Изв. АН СССР. Отделение технических наук, 1959. – № 1. – С. 26–31.

Verekh-Belousova E. I.

DIRECTIONS FOR THE USE OF COAL MINING WASTE AS A SECONDARY RAW ALUMINUM

In the article suggests directions for using coal mining waste as a secondary raw material for aluminum compounds. The mineralogical and chemical composition of the dump rock samples of various degrees of metamorphism has been studied. It has been established that in terms of bauxite content, the rock can be attributed to poor aluminum raw materials. A method for acid chemical leaching of soluble aluminum compounds with sulfuric acid solutions of various concentrations was proposed, and effective leaching with weak acid solutions was proved. A method for biochemical (bacterial) leaching of aluminum salts is proposed and substantiated. The environmental friendliness and economy of the biochemical leaching process is ensured by the fact that the main reagent - sulfuric acid - is formed naturally, and the process does not need additional technological units for the production of acid.

Key words: waste rock dumps, recycling, acid leaching, bacteria, aluminum.

Верех-Белюсова Екатерина Иосифовна, кандидат

технических наук, доцент, доцент кафедры химии и инновационных химических технологий, ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: kate3152@yandex.ru

Verekh-Belousova Ekaterina Iosifovna, Cand. Eng.

Sci., Docent, Docent of the department of chemistry and innovation chemistry technologies, SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич, доктор

технических наук, профессор кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана: 01.11.2022

УДК 553.12+622.822.2

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ОЧАГОВ САМОНАГРЕВАНИЯ ШАХТНЫХ ОТВАЛОВ ЛУГАНЩИНЫ

Верех-Белоусова Е.И., Олейник Н.В.

ANALYSIS AND EVALUATION OF THE PROSPECTS FOR THE USE OF REMOTE METHODS FOR STUDYING THE CENTERS OF SELF-HEATING OF MINE DUMPS IN THE LUHANSK REGION

Verekh-Belousova E.I., Oleynick N.V.

В статье рассмотрены проблемы и причины самонагрева, а также самовозгорания породных отвалов угольных шахт Луганщины. Целью работы выступил анализ существующих дистанционных методов изучения экзотермических процессов, протекающих в складированной отвальной породе и возможности их применения при выявлении очагов самонагрева и горения породных отвалов. Предложено использовать спутниковые снимки, которые доступны с помощью открытых картографических веб-сервисов и дистанционные методы измерения температуры в комплексе с существующими методами натурных исследований. Архитектура существующих ГИС в полной мере отвечает современным представлениям о проектировании и создании программных систем разного уровня сложности. Проведенный анализ позволяет на достаточных основаниях полагать, что комплектное применение ГИС-технологий в обнаружении очагов самонагрева и самовозгорания отвалов позволит дистанционно вычислить их размеры, объем и зафиксировать температуру очагов горения, а также разрабатывать способы их тушения более эффективно.

Ключевые слова: отвальная порода, минералогический состав, самонагревание, очаги горения, мониторинг, ГИС-технологии, программные системы.

Введение. На сегодняшний день вопросы охраны окружающей среды в промышленно развитых регионах все более остро требуют быстрого решения своих экологических проблем. И в этом немаловажную роль играет применение современных технологий обработки, анализа и оценки данных. Луганщина, как классический

промышленно развитый регион со всеми вытекающими отсюда экологическими последствиями, имеет на сегодня ряд нерешенных проблем, в том числе в добывающей отрасли. Это и накопление крупнотоннажных отходов добычи и переработки угля (породных отвалов и терриконов), их горение с выделением в окружающую среду продуктов этого горения и дальнейшая миграция химических элементов на прилегающие территории.

Проблема изучения причин самонагрева породных отвалов угольных шахт, их горения и изучение процессов их тушения, особенно в таких крупных угледобывающих регионах, как Луганщина, является актуальной и поэтому её рассматривали многие отечественные и зарубежные ученые: М.П. Зборщик, С.П. Греков, Ю.А. Проскурня, Б.С. Панов, Л.Г. Зубова, Пашковский П.С., Д.С. Козырь, С.П. Высоцкий, В.К. Костенко, М. Mits-Kennan, X. Querol, M.W. Wuttke и др. В работах ученых исследованы причины и механизмы самонагрева и самовозгорания породных отвалов угольных шахт, детально обосновано негативное влияние продуктов горения на прилегающие территории и экосистемы в целом, исследованы механизмы образования вредных веществ.

Современные достижения науки в применении ГИС-технологий позволяют рассматривать применение дистанционных способов раннего обнаружения горящих отвалов. В последних научных исследованиях отечественных и зарубежных ученых получены данные, которые

позволяют на достаточных основаниях полагать, что применение ГИС-технологий в обнаружении горящих отвалов позволит дистанционно вычислить их размеры, объем и зафиксировать температуру очагов горения, а также разрабатывать способы их тушения более эффективно. Необходимо сочетать в комплексе данный метод с уже применяемыми натурными наблюдениями. Поэтому возможен единый подход к решению задачи предотвращения и подавления таких экзотермических проявлений в складированных отвальных породах, а также единый подход к тушению очагов ее возгорания.

Изложение основных материалов. Горение отвальной породы – это крайне негативный процесс воздействия на окружающую среду. Горение минералов в отвалах служит мощным источником таких экотоксикантов, как сернистый ангидрид, диоксид углерода, оксиды серы, а также таких летучих элементов, как мышьяк, фтор, ртуть, селен и органические соединения (фенол, алкилпроизводные бензофурана и дибензофурана вместе с соединениями серы) [1]. В загрязненной атмосфере вокруг отвалов также присутствуют сульфатные соли и радионуклиды [2]. Среди причин, вызывающих самонагревание и последующее горение породы, ученые выделяют несколько. А именно: физико-химический и минералогический состав, микробиологический состав (наличие тионовых сульфидредуцирующих бактерий *Th. ferrooxidans*), влажность отсыпанной породы, температура окружающей среды и др. Например, исследователями [2–4] установлено, что повышение температуры окружающей среды способствует увеличению скорости окисления углей. Это объясняется усилением распада уголь-кислородных комплексов в окисленном слое. При нагревании угля и углистых пород форма связи кислорода изменяется, на поверхности угля появляются кислые поверхностные окислы, которые ускоряют процесс окисления.

Изначально особую роль играет минералогический состав отсыпанной породы. Подстилающие породы углей Донбасса высокопиритизированы – в них содержатся в большом количестве пирит, а также марказит, пирротин и мельниковит. Однако из всех форм железа преобладает пирит (FeS_2) [3]. Пиритовая минерализация пород представлена волнисто-линзовидными напластованиями, конкрециями, псевдоморфозами и органическими остатками. При поднятии на поверхность отвальной породы и ее отсыпке в отвалы условия из восстановительных

(под землей) резко переходят в окислительные при наличии влаги и кислорода в условиях окружающей среды, а также тионовых бактерий *Th. ferrooxidans*. В результате этого пирит и другие сернистые соединения железа окисляются с выделением серной кислоты, сульфата железа и элементарной серы. Эти реакции являются экзотермическими, так как вместе с продуктами-новообразованиями выделяется большое количество тепла. Например, при окислении 1 моля пирита выделяется до 1300 кДж теплоты, а биохимическое окисление пирита тионовыми бактериями *Th. Ferrooxidans* ускоряет процесс в 4 раза [3, 5]. Таким образом, данный процесс уже следует рассматривать как геохимический. В свою очередь дальнейшее нагревание пиритсодержащих осадочных горных пород в складированных отвалах приводит к выделению из них паров серы вследствие деструкции самого пирита. В этом отношении отвалы конусообразной формы выше 40 м наиболее опасны, так как в них тепло не рассеивается достаточно быстро, происходит резкое повышение температуры, вследствие чего процесс окисления сульфидных соединений пирита и производства тепла усиливается, что при отсутствии соответствующих мероприятий приводит к самопроизвольному возгоранию.

Учеными установлено [3], что на окислительное выщелачивание 1 г FeS_2 необходимо кололо 1 г O_2 . Внешняя влага и сообщаемый с ней поровый раствор является средством доставки кислорода из атмосферного воздуха к поверхности пирита. Кинетика окислительного выщелачивания пирита определяется как скоростью диффузионного переноса кислорода в поровом растворе, так и скоростью взаимодействия с минералом. По данным расчетов, на 1 мл присоединенного O_2 дополнительно выделяется около 16 Дж теплоты.

Вследствие тепловыделения при протекании таких экзотермических окислительных реакций складированная отвальная порода подвергается самонагреванию. Затем наступает процесс самовозгорания, так как в отвальной породе содержится уголь (иногда до 35 % угля), а также элементарная сера и серная кислота (как продукты-новообразования окисления пирита атмосферной влагой и кислородом). Опытным путем было установлено, что нагревание антрацитов до 50 °C при свободном доступе воздуха в течение 2–3 ч резко повышает активность окислителей, что способствует развитию процессов, приводящих к самовозгоранию.

А во влажной отвальной породе процессы окислительного выщелачивания пирита с участием кислорода и влаги может образовываться реактор химического окисления, процесс получает т.н. автокаталитический характер, и замедлить его без применения ингибиторов не представляется возможным. Именно поэтому основной задачей и проблемой одновременно является регулярный контроль и своевременное обнаружение процессов самонагрева, чтобы в дальнейшем предотвратить самовозгорание. Чаще всего применяется натурный метод измерения температуры толщи породы, однако он не только не быстрый, но и опасный, с точки зрения охраны труда. Натурная съемка, согласно действующим инструкциям, осуществляется контактными термометрами на глубинах от 0,5 до 2,5 м, что несоизмеримо мало, по сравнению с высотой отвала (террикона) и объемом породы и не всегда позволяет на ранних стадиях определить процесс самонагрева в толще породы.

Тушение таких очагов самовозгорания – это материально затратный процесс, а также опасный с точки зрения техники безопасности. Тушение производится с применением ингибиторов экзотермических процессов самовозгорания и горения. Например, щелочами (гидроксид кальция и др.), карбонатом кальция, а также созданием специального защитного слоя антиоксиданта и др. способы [3].

Все эти процессы и факторы обуславливают необходимость и актуальность применения совместно с натурными методами исследования и дистанционных методов выявления очагов самонагрева в толще отвальной породы, что позволит оперативно принимать меры по ингибированию и локализации подобных очагов, не доводя процесс до самовоспламенения.

Результаты исследований. Существующие современные технологии дистанционного наблюдения позволяют более точно и оперативно решить эту проблему. Для этих целей представляется рациональным использовать спутниковые снимки, которые доступны с помощью открытых картографических веб-сервисов. Инструментом для сбора информации о терриконах, которые находятся на территории Донбасса, был избран веб-сервис GoogleMaps / GoogleEarth.

С целью систематизации данных о терриконах были проведены исследования с использованием геоинформационных систем. Например, исследователи Б.С. Бусыгин и Е.Л. Сергеева целью

своей работы ставили разработку элементов методики мониторинга состояния терриконов по разновременным (почасовым) данным мультиспектральных космических съемок и данным наземных наблюдений [6]. Для исследования терриконов авторы использовали мультиспектральные космические изображения LANDSAT-TM, а также карты значений приповерхностной температуры. Вспомогательными данными для дешифрации терриконов выступают материалы съемки сверхвысокой разрешающей способности Internet-сервисов Google и топографические карты. В качестве исследуемой территории был избран участок Донецкого угольного бассейна площадью 1 тыс. км², на которой насчитывается 123 террикона. В результате исследований было определено состояние терриконов территории Донбасса – городов Донецк и Макеевка. В частности установлено, что 6,5% терриконов исследуемого участка горят, в 22,8% терриконов процессы тления и горения отсутствуют.

В работе А.В. Харламовой, М.Ю. Харламова [7] рассмотрены возможности использования средств веб-картографии при проведении экологических исследований. В качестве картографического веб-сервиса авторами был избран веб-сервис GoogleMaps / GoogleEarth. Целью работы было поставлено создание ГИС, предназначенной для учета и анализа спутниковых снимков терриконов угольных шахт, которая получила название TerrikonExplorer. Одним из основных компонентов разработанной ГИС является компонент оперативного расчета площади поверхности терриконов. В процессе работы из GoogleEarth создается *kml-файл, в котором содержится информация о терриконах. KML можно использовать для обмена отметками и информацией с другими пользователями названных программ. Анализируя *kml-файлы, можно сделать вывод, что для описания пространственных данных, которые характеризуют терриконы, этот формат полностью отвечает всем требованиям. Данные о каждом терриконе приведены набором таких блоков: наименование (название террикона в базе данных); краткое описание террикона; усредненное значение угла откоса склонов террикона; нижнее и верхнее основание (список точек контура основы, которые состоят из значений широты и долготы в системе геодезических координат WGS-84) и т.п. С помощью разработанной геоинформационной системы были локализованы и измерены площади поверхностей 46 терриконов угольных шахт

Луганщины, преимущественно расположенных в районе городов Луганск, Стаханов, Красный Луч и Краснодар. Соответствующие данные предусматривается использовать при планировании работ по тушению породных отвалов, их технической и биологической рекультивации терриконов, а также анализа состояния уже рекультивированных терриконов.

Исследователь К.О. Карпова занималась созданием пространственно-геометрической составляющей кадастра терриконов на основе ГИС и интернет-технологий. Инструментом для сбора информации автором было избрано программное обеспечение GoogleEarth, по данным которого было распознано 90 из 128 терриконов, расположенных в г. Донецке. Для создания топографической основы была избрана объектная среда программирования Delphi [8].

В целом, можно выделить следующие преимущества использования картографических серверов для предоставления пространственной информации разного назначения:

- наличие готовой картографической основы;
- наличие основных инструментов навигации;
- поддержка большинством сервисов стандартных форматов обмена пространственной информацией KML, GML и т.д.;
- у многих сервисов есть инструменты API для встраивания карты в сторонние веб-ресурсы и настройки отображения разных пространственных данных;
- возможность работы в режиме offline.

Для каждого объекта (террикона) заданы основные геоинформационные свойства:

- географическая широта;
- географическая долгота;
- визуальные характеристики (радиус основы, высота террикона, объем и площадь основы);
- приведено краткое описание объекта.

Также должен быть указан рекомендованный ракурс наблюдения отмеченного на карте места, то есть рекомендованная высота, азимут и угол наклона «виртуальной камеры».

Также в настоящее время исследователями предлагаются дистанционные методы температурной съемки с помощью тепловизоров. Применение данного дистанционного метода исследований экзотермических процессов в толще отвальной породы очень эффективно, так как именно повышение температуры внутри очага в толще отвала способствует увеличению скорости протекания химических реакций остальной породы.

Поэтому необходимо заметить этот процесс заблаговременно.

Авторами [9] предложена методика тепловизорной съемки, которая интересна тем, что перед непосредственно съемкой учитываются факторы, на нее влияющие (определяются коэффициенты излучения и отражения инфракрасного излучения), что позволяет оперативно выявить участки с аномальной температурой. Авторами установлен факт, что в местах эрозии поверхности породных отвалов быстрее происходит окисление отвальной массы. Этот факт объясняется тем, что доступ внешних агентов окисления (H_2O , O_2 , CO_2) в такие зоны облегчен.

Таким образом, решаемая с помощью ГИС-технологий задача оценки корреляции пространственных данных, характеризующих состояние и влияние объекта, способствует принятию обоснованных решений по обеспечению технической и технологической безопасности. И, конечно же, необходимо сочетать в комплексе данный метод с применяемыми натурными наблюдениями.

Однако следует отметить, что несмотря на достигнутые успехи в использовании ГИС-технологий при анализе и расчете риска возгорания породных отвалов, на сегодняшний день существует целый пласт нерешенных задач и возможностей применения ГИС-технологий: отсутствие доступа или частичные блокировки некоторых интернет-сервисов, материальные затраты, которые не всегда доступны для закрытых шахт, горящие терриконы которых находятся на балансе, нехватка профильных специалистов, отсутствие единой базы мониторинга и т.п. Справедливо также отметить, что избежать всех этих проблем заранее можно было бы при своевременном применении ингибиторов окисления сульфидсодержащих пород при поднятии на поверхность перед отсыпкой в отвалы.

Выводы. Изучение вопроса дистанционного исследования очагов самонагрева и возгорания породных отвалов и терриконов в регионе и в Донбассе в целом показало, что применение ГИС-технологий поможет, в свою очередь, оперативно и дистанционно решать задания оценки их пределов самонагрева и горения, размеров и площадей поверхности, что важно при проведении проектных и подготовительных работ при их тушении. Но и не только. Данные сервисы помогут в решении проблем дальнейшей возможной утилизации

отвалов и терриконов, их рекультивации, оценке зон негативного влияния терриконов на прилегающую территорию и др. Однако несмотря на достигнутые успехи в использовании ГИС-технологий при анализе и расчете риска возгорания породных отвалов, на сегодняшний день существует целый пласт нерешенных задач и возможностей применения ГИС-технологий.

Л и т е р а т у р а

1. Magdalena Misz-Kennan, Monika Fabiańska. Thermal transformation of organic matter in coal waste from Rymer Cones (Upper Silesian Coal Basin, Poland) // International Journal of Coal Geology. № 81. (2010). PP. 343–358.
2. Гамов М.И. Основные факторы и экологические последствия самовозгорания отвалов угольных шахт Восточного Донбасса / М.И. Гамов, И.В. Гордеев // Известия вузов. Северо-Кавказский рег. – Серия «Естеств.науки». – 2017. – № 2. – С. 92-100.
3. Зборщик М.П. Предотвращение экологически вредных проявлений в породах угольных месторождений / М.П. Зборщик, В.В. Осокин. – Донецк: ДонГТУ, 1996. – 178 с.
4. Веселовский В.С. Прогноз и профилактика эндогенных пожаров. /В.С. Веселовский, Л.П. Виноградов. – М.: Наука, 1975. – 159 с.
5. Татаринов А.В. Роль микроорганизмов в гипергенном преобразовании полиметаллических руд и формировании биогеохимических аномалий благородных металлов на месторождениях Забайкалья / А.В. Татаринов, Л.И. Яловик, Э.В. Данилова // Доклады АН РФ. – 2007. – Т. 414 – № 5. – С. 651–655.
6. Бусыгин Б.С. Мониторинг состояния терриконов Донбасса по данным мультиспектральных космических съемок / Б.С. Бусыгин, Е.Л. Сергеева // Научный вестник НГУ. – 2011. – № 2 – С. 39-43.
7. Харламова А.В. Геоинформационная система для учета и анализа спутниковых снимков терриконов угольных шахт / А.В. Харламова, М.Ю. Харламов // Вестник Восточноукраинского национального университета имени Владимира Даля. – 2011. – № 14 (168). – Ч. 1. – С. 175-184.
8. Карпова Е.А. Создание кадастра терриконов угольных шахт на основе ГИС и интернет-технологий / Е.А. Карпова, Ю.Н. Гавриленко, Д.Ю. Гавриленко // Инженерная экология. – 2007. – № 3. – С. 27-47.
9. Козырь Д.А. Совершенствование систем мониторинга экологической безопасности породных отвалов с использованием дистанционных методов: автореф. дисс. на соиск. учен. степ. канд. тех.наук.: спец. 05.23.19 – экологическая безопасность строительства и городского хозяйства / Д.А. Козырь. – Макеевка, 2018. – 26 с.

Verekh-Belousova E.I., Oleynick N.V.

ANALYSIS AND EVALUATION OF THE PROSPECTS FOR THE USE OF REMOTE METHODS FOR STUDYING THE CENTERS OF SELF-HEATING OF MINE DUMPS IN THE LUHANSK REGION

In article the problems and causes of self-heating, as well as spontaneous combustion of waste dumps of coal mines in the Lugansk region, are considered. The aim of the work was to analyze the existing remote methods for studying exothermic processes occurring in the stockpiled dump rock and the possibility of their application in identifying pockets of self-heating and combustion of rock dumps. It is proposed to use satellite images that are available using open mapping web services and remote temperature measurement methods in combination with existing field research methods. The architecture of existing GIS fully corresponds to the modern concept of designing and creating software systems of various levels of complexity. The analysis carried out allows us to reasonably believe that the integrated use of GIS technologies in detecting pockets of self-heating and spontaneous combustion of dumps will make it possible to remotely calculate their size, volume and fix the temperature of combustion centers, as well as to develop methods for extinguishing them more effectively.

Key words: waste rock, mineralogical composition, self-heating, fires combustion, monitoring, geoinformation technologies, software systems.

Верех-Белуосова Екатерина Иосифовна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры химии и инновационных химических технологий, ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: kate3152@yandex.ru

Verekh-Belousova Ekaterina Iosifovna, Cand. Eng. Sci., Docent, Docent of the department of chemistry and innovation chemistry technologies, SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Олейник Наталья Владимировна, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры экологии и природопользования, ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: nataliaoliinyk80@mail.ru

Oleynick Nataliya Vladimirovna, Cand. Eng. Sci., Docent of the department of ecology and nature management, SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич, доктор технических наук, профессор кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

УДК 691.32

ВЫСОКОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЦЕМЕНТНЫЕ БЕТОНЫ ДЛЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Вишторский Е.М., Белов И.В., Назарова А.В.

HIGH-PERFORMANCE CEMENT CONCRETE FOR HYDRO-ENGINEERING CONSTRUCTION

Vishtorsky E., Belov I., Nazarova A.

В данной статье приведены теоретические исследования по установлению основных принципов создания высокофункциональных цементных бетонов для гидротехнического строительства в зоне переменного уровня. Теоретически установлено, что наиболее важным фактором при проектировании таких бетонов является обеспечение высокой прочности цементного камня и заполнителя при минимальной пористости цементного камня и контактной зоны. Приведены основные технологические приемы для достижения этой цели.

Ключевые слова: гидротехническое строительство, высокофункциональный цементный бетон, водонепроницаемость, цементный камень, заполнитель.

Введение. В мировой строительной практике использование тяжелых бетонов с высокими технологическими и эксплуатационными качествами, а именно высокофункциональных бетонов (High Performance Concretes), неуклонно растет, что вполне объяснимо вызвано возрастанием потребности в уникальных зданиях и инженерных сооружениях с требуемым уровнем надежности и это подкреплено достижениями в области современных строительных технологий [1, 2].

Гидротехнические бетоны предназначены для изготовления конструкций и возведения сооружений, постоянно или периодически находящихся в воде. Широко применяются эти бетоны при возведении гидротехнических, гидромелиоративных, транспортных сооружений, сооружений промышленной гидротехники, водоснабжения и канализации [3].

Надёжность и долговечность гидротехнических конструкций в целом зависят от долговечности

эксплуатации бетона, применяемого при возведении конструкции, и прежде всего от его прочности и структуры. При проектировании конструкций из высокофункциональных бетонов необходимо принимать во внимание достоинства такого бетона с низким водоцементным отношением, которое в свою очередь обеспечивает долговечность гидротехнических конструкций (бетонные и железобетонные плотины, водозаборы, отстойники, песколовки и гравиеловки, проточные тракты водопропускных сооружений, сливные каналы, бетонные облицовки оросительных каналов и др.) с учётом прогрессирующего неблагоприятного влияния внешней среды [3].

В гидротехническом строительстве (ГТС) особое внимание уделяется тому, что в процессе длительной эксплуатации под воздействием агрессивных факторов внешней среды конструкции могут подвергаться разного рода разрушениям (каверны, сколы, трещины, разгерметизация швов, значительная фильтрация и т.п.), что потребует неотложного проведения ремонтно-восстановительных работ. В свою очередь ремонт и реконструкция – одна из актуальных проблем последних лет ГТС [4].

Главным преимуществом гидротехнических конструкций и сооружений из высокофункционального цементного бетона является его повышенная водонепроницаемость с практически неограниченной долговечностью [1, 5].

Целью работы являются теоретические исследования по установлению основных принципов проектирования состава высокофункциональных цементных бетонов для

ГТС в зоне переменного уровня воды как наиболее представительной зоны эксплуатации в части технических требований, предъявляемых к гидротехническому бетону.

Изложение основного материала. В плотинах и их элементах в зависимости от условий работы бетона в эксплуатационный период различают четыре зоны:

I) наружную, находящуюся под атмосферным воздействием, не омываемую водой;

II) переменного уровня воды (наружные части плотин в пределах колебаний уровней воды в

верхнем и нижнем бьефах, а также части элементов плотин, периодически подвергающиеся действию потока воды: водосбросы, водопуски, водовыпуски, водобойные устройства и др.);

III) подводную (наружные, а также примыкающие к основанию части плотин, расположенные ниже минимальных эксплуатационных уровней воды верхнего и нижнего бьефов);

IV) внутреннюю (части плотин, ограниченные зонами I...III).

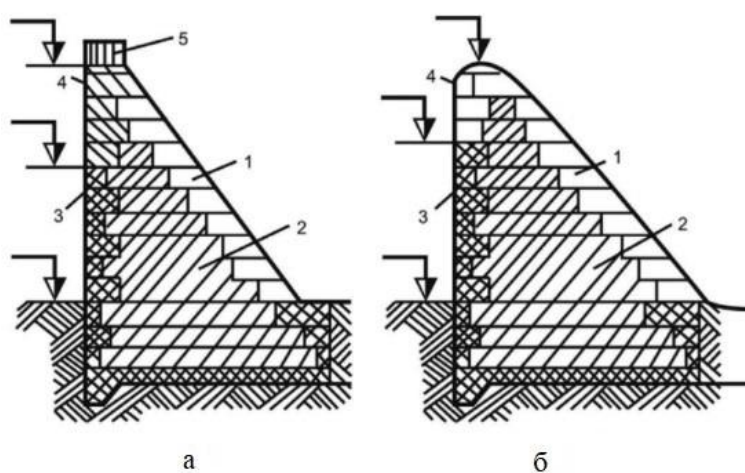


Рис. 1. Схемы плотин: а – глухая плотина;
б – водосливная плотина;

1 – бетон наружной зоны (зона I); 2 – внутренней зоны (зона IV); 3 – подводный (зона III); 4 – зоны переменного уровня (зона II); 5 – надводный (зона I)

Наиболее склонным к разного рода разрушениям (каверны, сколы, трещины, разгерметизация швов, значительная фильтрация и т.п.) является зона переменного уровня, так как особо подвержена воздействию на бетон потока воды с влекомыми наносами.

К бетонам, из которых возводятся гидротехнические сооружения, предъявляются высокие требования по прочности, водонепроницаемости, морозостойкости, стойкости против агрессивного действия воды и трещиностойкости.

Опыт строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений с применением традиционных литых высокоподвижных бетонов показал ряд недостатков этой технологии, которые связаны с недостаточно высокими показателями приведенных технических требований [6].

Исследованиями, выполненными J.E. Janson при обследовании 30 маяков в Балтийском море, установлено, что глубина повреждения бетона от

воздействия льда и волн составила от 0 до 40 мм. Бетон прочностью при сжатии 70-90 МПа в специально изготовленных и закреплённых у основания маяка панелях в зоне действия льда разрушался со скоростью 0,3-11,6 мм в год [4].

В исследованиях S. Huovinen отмечено, что за 22-24 года эксплуатации четырёх маяков средняя глубина истирания бетона составила 22-39 мм, при этом вследствие переменного замораживания и оттаивания произошло снижение прочности бетона с 70-80 МПа до 37-40 МПа, что ускорило истирание бетона [4].

Облицовка гидротехнических сооружений, особенно расположенных на горных реках, подвергается механическому износу наносами, которые несут водные потоки. Износ вызывается обычно как истирающим, так и ударным воздействием наносов. Уменьшение толщины бетона в результате износа вызывает фильтрацию воды, выщелачивание и другие виды коррозии. Истирающему воздействию наносов подвергается,

прежде всего, цементный камень как менее стойкая составная часть бетона. Наибольшим сопротивлением истиранию обладают бетоны на алитовых цементах со значительной удельной поверхностью, а наименьшим – на цементах с повышенным содержанием белита [1].

Задача проектирования состава высокопрочного гидротехнического бетона, как и других специальных бетонов, относится к многопараметрическим задачам, когда наряду с выбором материалов, обеспечивающих требуемую прочность при заданном показателе удобоукладываемости его бетонной смеси состав должен гарантировать достижение комплекса других не менее важных технических характеристик.

Согласно СП 40. 13330.2012 «Плотины бетонные и железобетонные» для II зоны переменного уровня как наиболее подверженной внешним воздействиям окружающей среды должны быть обеспечены следующие основные технические показатели по:

- 1) прочности не менее 50 МПа;
- 2) водонепроницаемости в зависимости от условий эксплуатации не менее W4;
- 3) морозостойкости не менее F50 для умеренных климатических условий, не менее F100 для суровых климатических условий, не менее F200 для особо суровых условий;
- 4) износостойкости (И-3 для класса бетона В40, И-4 – В45, И-5 – В50, И-4 – В60).

Проектирование таких составов бетонов является ключевой технической задачей, включающей обоснование вида и соотношения исходных компонентов при заданных проектных параметрах качества бетона в условиях оптимальности.

Результаты теоретических исследований. Гидротехнические бетоны должны защищать арматуру от коррозии при толщине защитного слоя от 5 до 15 мм, учитывая постоянный контакт конструкций с водой. Этими же требованиями обусловлено и очень низкое значение допускаемой ширины раскрытия трещин. Его минимальное значение для конструкций, находящихся в зоне переменного уровня морской воды, а также конструкций, подверженных периодическому замораживанию и оттаиванию при числе циклов в год 50 и более, составляет 0,05 мм [1, 3].

Еще одним фактором, который необходимо учесть, является кавитация и истирание бетона. Истирание бетона происходит под воздействием

твердых частиц, движущихся с большой скоростью вместе с потоком воды, особенно сильно истираться бетон может в случае совершения потоком водоворотных движений. Известны случаи местного истирания бетона на глубину более метра за один только речной паводок [7].

Для приготовления высокофункционального бетона, который будет выдерживать такие описанные выше факторы, необходимо использовать прочные заполнители, крупностью не более 30-40 мм, кроме этого имеется необходимость в правильном подборе бетонной смеси по зерновому составу и ограничению по предельному расходу цемента, а водоцементное отношение (В/Ц) должно быть не более 0,40 – 0,45 [1-3]. Заполнители для гидротехнического бетона должны обеспечивать его водостойкость и морозостойкость. Лучше всего применять кварцевые пески, а щебень или гравий - из изверженных или осадочных пород.

При выборе (В/Ц) необходимо принимать прежде всего требования к прочности бетона, а также его водонепроницаемости и морозостойкости, а из двух значений принимать наименьшее.

Для марок бетона по истираемости И-4-И-6 рекомендуется использовать портландцементы с активностью 50-60 МПа, низким значением нормальной густоты и, как уже было сказано выше, определенного минералогического состава. Для уменьшения расхода цемента, а следовательно, тепловыделения и объемных деформаций при сохранении необходимой подвижности бетонной смеси и плотности бетона в него вводят различные микрозаполнители. Для гидротехнических сооружений в качестве такой добавки рекомендуется использовать золу-уноса ТЭС [1].

В Донбасской национальной академии строительства и архитектуры учеными экспериментально установлено, что для гидротехнических бетонов при использовании крупного заполнителя фракций 5-10 мм / 10-20 мм оптимальное их количество и соотношение составляет 30/70 %. Остальное межзерновое пространство целесообразно заполнять мелким заполнителем при его содержании ориентировочно 40-43 % от общей массы всех заполнителей. В частности использование в составе бетонных смесей золы-уноса Зуевской ТЭС в количестве 30 % взамен цемента в составе комбинированного вяжущего и суперпластификатора Р7 торговой марки «ГринТермо» позволяет получить бетоны с улучшенными характеристиками, при использовании мелкого заполнителя, не

отвечающего требованиям нормативных документов [9].

Для получения требуемой водонепроницаемости бетона содержание песка в смеси заполнителей должно быть несколько увеличено против обычных значений. В связи с этим коэффициент раздвижки зерен надо принимать на 0,03-0,06 больше, чем для обычного бетона [1].

Основными технологическими требованиями для получения высокофункциональных бетонов являются требования по точности дозирования всех составляющих бетонной смеси, тщательное перемешивание бетонной смеси в аппаратах принудительного действия, эффективное уплотнение смеси и создание благоприятных условий при ее твердении в конструкциях.

Задача адаптации составов высокопрочных бетонов для ГТС заключается в их коррекции с уточнением эмпирических коэффициентов используемых усредненных зависимостей на основе «обратной связи», т.е. результатов текущих испытаний бетона производственного изготовления. Периодичность адаптации зависит от стабильности исходных материалов и производственных параметров и должна быть направлена на достижение проектных показателей качества бетона при минимально возможном коэффициенте их вариации [3].

Выводы. В результате проведенных теоретических исследований установлено, что основными принципами при проектировании состава высокофункциональных цементных бетонов для ГТС являются:

- применение высокоактивных цемента с нормированным минералогическим составом (ЦЕМ 1-42,5 Н; ЦЕМ 1-52,5 Н);
- использование фракционированных крупных заполнителей с высокими показателями технических характеристик из плотных, прочных пород;
- применение мелкого заполнителя (песка) с модулем крупности в диапазоне $M_k = 2,2-3,2$;
- оптимальный подбор зернового (гранулометрического) состава применяемых заполнителей и микрозаполнителей, гарантирующих получение плотного бетона;
- направленное управление структурой цементного камня введением в состав цементного теста органоминеральных модификаторов.

Л и т е р а т у р а

1. Зайченко, Н.М. Модифицированные цементные бетоны для устойчивого развития: учебное пособие [для вузов] / Н.М. Зайченко. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, – 2018. – 471 с.: ил., табл.
2. Баженов, Ю.М. Модифицированные высококачественные бетоны [Текст] / Ю.М. Баженов, В.С. Демьянова, В.И. Калашников – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. – 368 с.
3. Дворкин, Л.И. Бетонovedение: монография. В двух томах. Том 2. Основные разновидности бетонов [Текст] / Л.И. Дворкин. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 608 с.: ил., табл.
4. Janson, J.E. Long Term Resistance of Concrete Offshore Structures in Ice Environment /J.E. Janson // Proc. 7th Intern. Conf. Of Offshore Mechanics and Arctic Engineering. – Huston, Texas, N.I.: American Society of Mechanical Engineers. 1988. – Vol.3.-P.225-231.
5. Huovinen, S. Abrasion of Concrete Structures by Ice [Текст] / S. Huovinen //Cement and Concrete Research. – 1993. – Vol. 23. №1. – P. 69-82.
6. Эффективные способы предотвращения коррозии гидротехнического бетона [Текст] / А. Шарифов, З.Х. Гайбуллаева, Д.С. Нейматзода, З.А. Гозиев // Доклады национальной академии наук таджикистана. – 2022. – №1-2. – С. 98-105
7. Охапкин, Г.В. Обоснование рациональных технических решений по ремонту площадных разрушений бетона гидротехнических сооружений в зоне переменного уровня [Текст]: дисс. Канд. Техн. Наук: 05.23.07 / Охапкин Георгий Владимирович. – СПб, 2019. – 124 с.

Vishtorsky E., Belov I., Nazarova A.

HIGH-PERFORMANCE CEMENT CONCRETE FOR HYDRO-ENGINEERING CONSTRUCTION

This article presents theoretical studies to establish the basic principles for the creation of highly functional cement concretes for hydraulic engineering construction in a variable level zone. It has been theoretically established that the most important factor in the design of such concretes is to ensure high strength of the cement stone and aggregate with minimal porosity of the cement stone and the contact zone. The main technological methods for achieving this goal are given.

Keywords: hydraulic engineering construction, highly functional cement concrete, water impermeability, aggregate.

Вишторский Евгений Михайлович, кандидат технических наук, доцент кафедры сельскохозяйственного строительства и экспертизы объектов недвижимости, «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

E-mail: vishtorsky@gmail.com

Vishtorsky Evgeny Mikhailovich, Vishtorsky Evgeny Mikhailovich, Ph.D. (Eng.), Associate Professor of the Department of Agricultural Construction and Expertise of Real Estate, «Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev».

Белов Игорь Викторович, ассистент кафедры сельскохозяйственного строительства и экспертизы объектов недвижимости, «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».
E-mail: bivik.1995@yandex.ru

Belov Igor Viktorovich, Assistant of the Department of Agricultural Construction and Expertise of Real Estate, «Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev».

Назарова Антонина Васильевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник,

профессор кафедры городского строительства и хозяйства ИСА и ЖКХ ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: Nazarova-Anto@yandex.ua

Nazarova Antonina Vasilyevna, Ph.D. (Eng.), Senior Researcher, Professor of the Department of «Urban Construction and Economy», Institute of Construction, Architecture and Housing Communal Services, SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич, доктор технических наук, профессор кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 21.11.2022

УДК 621.791.75.052

СВАРКА ПЛАКИРОВАННОЙ СТАЛИ PCF36Z + 316L ПРИ ПОСТРОЙКЕ МОРСКИХ СТАЦИОНАРНЫХ БУРОВЫХ ПЛАТФОРМ

Гальцов И.А., Фомин Е.В.

WELDING OF PCF36Z + 316L CLAD STEEL IN THE CONSTRUCTION OF OFFSHORE STATIONARY DRILLING PLATFORMS

Galjcov I.A., Fomin E.V.

В работе представлены результаты разработки новой технологии сварки ледового дефлектора, морской ледостойкой стационарной платформы из плакированной стали PCF 36Z + 316L, с вводом в металл сварочной ванны дополнительной холодной присадочной проволоки (ДХП). Выявлены структуры сварного соединения при сварке по технологии сварки без ДХП и с ДХП. Установлено, что применение сварки с ДХП позволяет получить оптимальную аустенитно-ферритную, однородную структуру сварных валиков. Полученная структура характеризуется стойкостью к образованию холодных и горячих трещин, общей и межкристаллитной коррозии. Технология ДХП позволяет уменьшить тепловое воздействие на металл и количество проходов при формировании соединения, без увеличения погонной энергии сварки.

Ключевые слова: сварка, холодная присадка, сварочная проволока, аустенит, феррит, сварочный валик, структура, температура, сталь, сварочный ток.

Введение. Морская ледостойкая стационарная платформа «Приразломная» (рис. 1), эксплуатируемая на шельфе Печерского моря (Штокманского нефтяного месторождения), представляет собой стальную гравитационную платформу, состоящую из кессона (основания) сухим весом 57000 тонн, размером 126×126×24,3 м, в котором размещены хранилища нефти объёмом 13000 тонн, топливные цистерны, водяной и твёрдый балласт, насосные станции. На палубе размером 93×93м расположено верхнее строение сухим весом 28000 тонн, предназначенное для бурения скважины, добычи нефти и первичной её переработки. После переработки нефть поступает в нефтехранилище, затем через отгрузочное

устройство нефть перегружается на танкеры ледового класса грузоподъёмностью 60000 тонн.

В конструкции платформы предусмотрен защитный пояс - ледовый дефлектор, выполненный из двухслойной плакированной ледостойкой стали марки PCF36Z + 316L толщиной 42мм «Voestalpine» Австрия.

Двухслойные стали позволяют резко уменьшить потребление дефицитных высоколегированных сталей без снижения работоспособности конструкций, но технология их сварки требует применения специальных сварочных материалов для получения качественного и работоспособного соединения [5, 6].



Рис. 1. Морская ледостойкая стационарная платформа «Приразломная»

Сталь PCF36Z + 316L состоит из двух слоев, соединенных прокаткой [4].

Основной слой (толщиной 37мм) PCF36Z – сталь поставляемая под надзором Российского

морского регистра судоходства [1], феррито-перлитного класса с температурой эксплуатации до -60°C , повышенной прочности $\sigma_T=366$ МПа, $\sigma_B=564$ МПа, $\delta=21\%$. Химический состав стали приведен в табл. 1.

Плакирующий слой (толщиной 5мм) 316L – сталь поставляемая под надзором Российского морского регистра судоходства [1], аустенитного класса с температурой эксплуатации от -165 до $+600^{\circ}\text{C}$, механическими свойствами $\sigma_{0,2}=195$ МПа, $\sigma_B=450$ МПа, $\delta=40\%$. Химический состав стали приведен в табл.1.

Для сборки корпуса ледового дефлектора МЛСП «Приразломная» из плакированной стали применяется автоматическая сварка под слоем флюса (АФ). Для сварки узлов используется соединение С-36 ГОСТ16098-80 [3] (рис. 2, а). Постоянный ток обратной полярности.

При автоматической сварке, согласно Российскому морскому регистру судоходства, сварку основного слоя РСФ36Z производят проволокой Св-04Н2ГТА (проходы 1-8 рис.2, б) $d_{эл}=4$ мм, флюс рекомендован заводом изготовителем проволоки марки OK Flux 10.62 производства ESAB GROUP.

Таблица 1

Химический состав сталей РСФ 36Z и 316L

сталь	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo
массовая доля элементов, %								
PCF 36Z	0,077	0,33	1,45	0,006	0,007	0,015	0,22	0,07
316L	0,03	1,0	2,0	0,045	0,003	16,0÷18,0	10,0÷14,0	2,0÷3,0

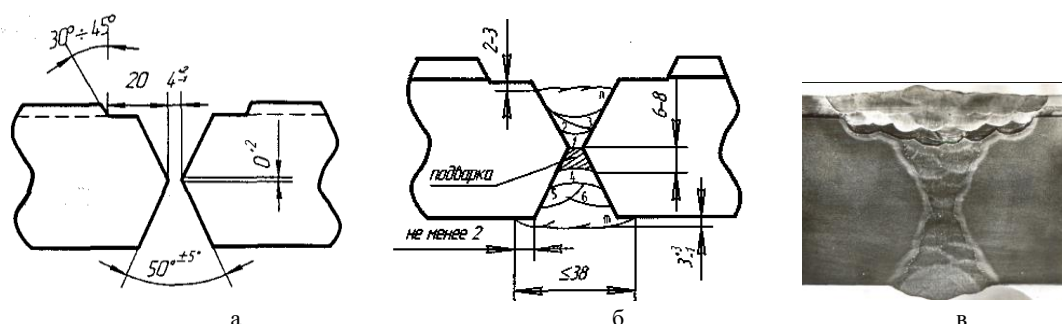


Рис. 2. Узел сварного соединения плакированной стали С – 36:

а – разделка кромок под сварку [3]; б – конструктивные элементы сварки основного слоя; в – макроструктура сварного соединения

Постановка задачи. Наибольшую трудность представляет сварка перехода от основного слоя РСФ36Z к плакированному 316L, так как разбавление этого слоя металлом основного (нелегированного) слоя резко снижает его коррозионные и механические свойства [2]. Поэтому сварку плакированного слоя производят через подслей (рис. 2, в) имеющий повышенную степень аустенитности, применяя сварочные проволоки и электроды с повышенным содержанием никеля и хрома, компенсирующим разбавление металла шва основным металлом.

Сварка высоколегированного подслоя выполняется проволокой Св-07Х25Н12Г2Т (проходы 9-12 рис. 2, б), флюс 48ОФ-6М. Сварка

плакированного слоя выполняется проволокой Св-04Х19Н11М3 (проходы 13-19 рис. 2, в).

Данная технология имеет ряд недостатков, которые значительно затрудняют сварку ледового дефлектора:

- при сварке переходного слоя от феррито-перлитной стали РСФ36Z к аустенитной 316L используются глубоко аустенитные сварочные материалы с повышенным содержанием никеля и хрома. На сварку всего соединения требуются сварочные материалы трех видов, что приводит к удорожанию изготовления ледового дефлектора;

- при автоматической сварке переходного, плакирующего слоя накладывается 44 валика, которые при повторяющемся термическом цикле приводят к перегреву стали, активации

диффузионных процессов на границе раздела сталей PCF36Z и 316L, охрупчивая сварное соединение.

Разработка технологии сварки с вводом в металл сварочной ванны дополнительной холодной присадочной проволоки (ДХП). Используя принцип ресурсосбережения, экономного использования такого дорогостоящего и стратегически важного элемента, как никель, разработана новая технология сварки переходного, плакирующего слоя стали PCF36Z+316L с вводом в жидкий металл сварочной ванны дополнительной

холодной присадочной проволоки (рис 3, а, б). Режимы процесса ДХП приведены в табл.2.

Массовая доля ДХП в формировании сварного шва составляла 90÷100% от наплавленной массы электродной проволоки (ДХП =90÷100%).

Скорость принудительного, сопутствующего охлаждения при этом процессе составила 60-65 градусов в секунду в интервале 500-900⁰ ($W_{500-900}^{охл}=60\div65\text{ }^{\circ}\text{C/c}$), основная сварочная проволока и дополнительная холодная подаются из отдельных сварочных горелок (рис. 3, б).

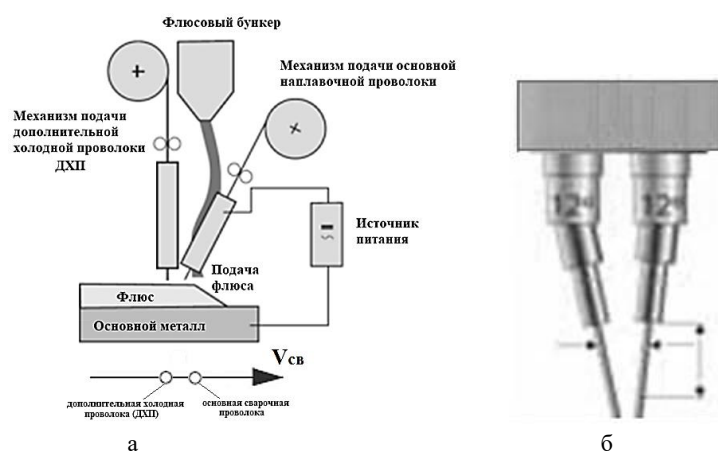


Рис. 3. Процесс автоматической сварки под слоем флюса с дополнительной холодной присадочной проволокой (АФДхп): а - схема процесса ДХП; б - расположение основной и дополнительной сварочной горелки (проволоки)

Таблица 3

Режимы автоматической сварки под слоем флюса переходного и плакирующего слоя плакированной стали RCF36Z + 316L с ДХП (постоянный ток, обратной полярности)

Диаметр электрода	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки см/мин	Погонная энергия, кДж/см	Межваликовая температура, °С
в мм					
4,0	440-460	27-29	50-54	12,4	23

Результаты исследования. Эксперименты показали, что при сварке переходного слоя без ДХП от основного феррито-перлитного к плакирующему аустенитному проволокой Св-07Х25Н12Г2Т по линии сплавления наблюдается образование области диффузионных процессов. Со стороны феррито-перлитной стали область обезуглероженной прослойки до 0,5 мм, со стороны аустенитной стали область науглероженной прослойки карбидо-мартенситной гряды до 0,2 мм (рис. 4, а), что способствует образованию трещин тип отрыв (рис.

4, б). Структура металла шва: аустенито-феррито-мартенситная с высоким содержанием δ -феррита до 10%, магнитной фазы – 73%.

Оценка твердости различных участков сварного соединения показала: со стороны феррито-перлитной стали микротвердость основного металла составляет HV 290, обезуглероженная зона в основном металле HV 170; со стороны аустенитной стали микротвердость основного металла составляет HV 212, науглероженная зона HV 445.

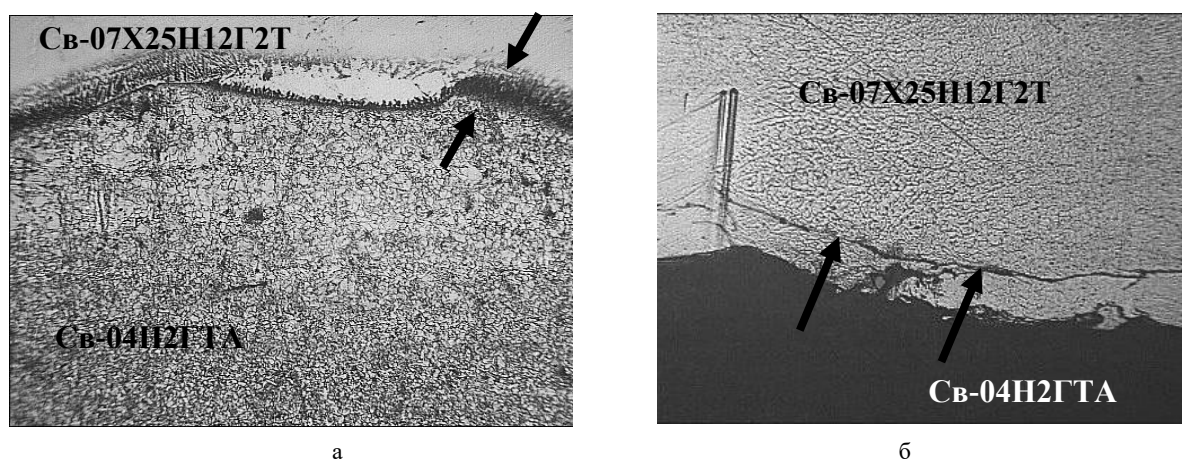


Рис. 4. Автоматическая дуговая сварка, под слоем флюса (АФ), переходного слоя ($\times 300$):

а – область науглероженной прослойки (карбидо-мартенситной гряды) в аустенитной стали ($\times 400$); б – трещина типа отрыв аустенитного шва от феррито-перлитной стали ($\times 300$)

При сварке плакирующего слоя электродом проволокой Св-04Х19Н11М3 без ДХП структура металла шва (рис. 5, а, б) аустенито-ферритная с содержанием δ -феррита до 15%, магнитной фазы –

23%, литое состояние металла шва с ярко выраженной дендритной формы, сварное соединение склонно к общей и межкристаллитной коррозии.

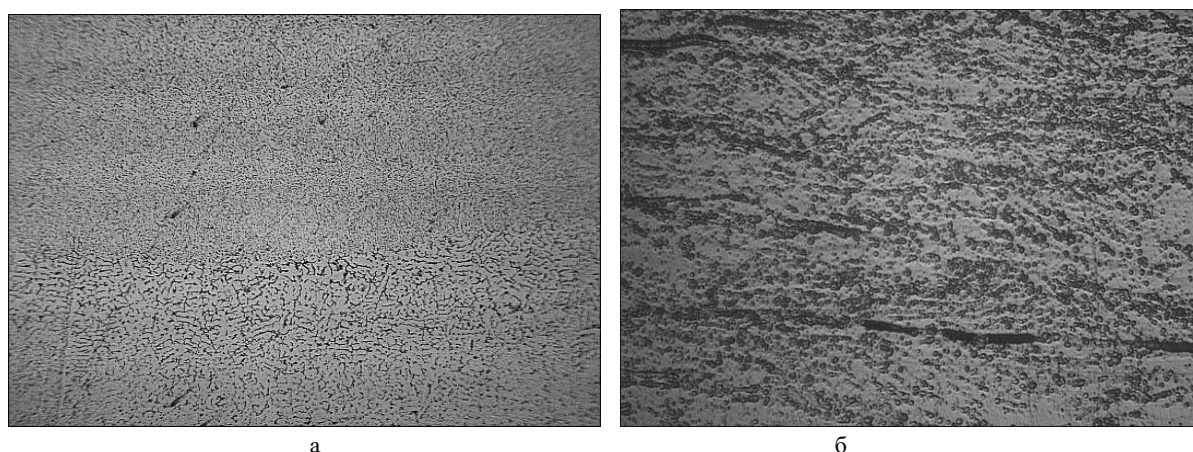


Рис. 5. Структура металла шва (АФ):

а – переходного слоя Св-07Х25Н12Г2Т ($\times 200$); б – плакирующего слоя Св-04Х19Н11М3 ($\times 400$)

Автоматическая дуговая сварка под слоем флюса с дополнительной холодной присадочной проволокой (ДХП) Св-07Х25Н12Г2Т позволяет получить более благоприятную структуру металла шва и ОШЗ. Количество дополнительной холодной присадочной проволоки (ДХП=90÷100%) позволяет при сварке переходного слоя: на 80% понизить ширину прослойки диффузионных процессов на границе раздела феррито-перлитной и аустенитной стали (рис. 6, а, б). Структура металла шва аустенито-ферритная с содержанием δ -феррита до

10%, магнитной фазы – 18%. Наличие трещин не выявлено.

Оценка твердости различных участков сварного соединения показала: со стороны феррито-перлитной стали микротвердость основного металла составляет HV 290, частично обезуглероженная зона в основном металле выявляется слабо HV 205; со стороны аустенитной стали микротвердость основного металла составляет HV 212, частично науглероженная зона выявляется слабо HV 240.

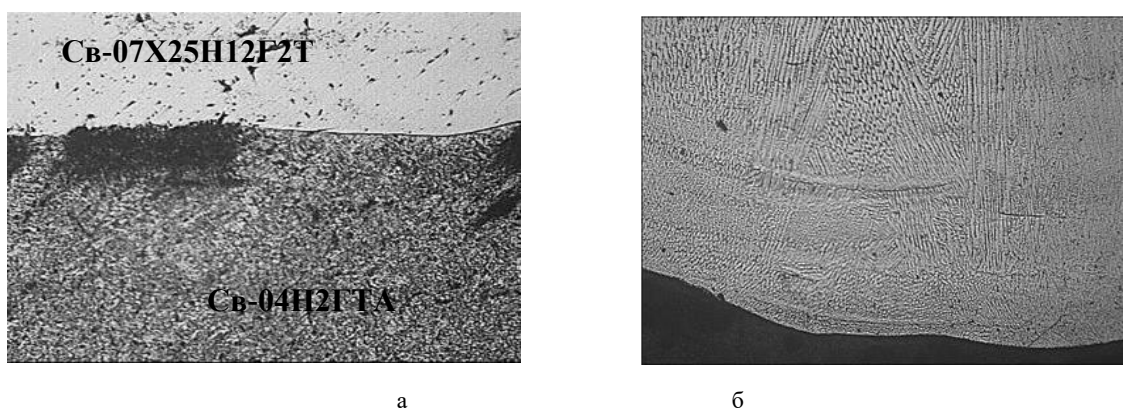


Рис. 6. Структура металла шва АФ с дополнительной холодной присадочной проволокой (ДХП): а – переходного слоя Св-07Х25Н12Г2Т ($\times 300$); б – плакирующего слоя Св-04Х19Н11М3 ($\times 300$)

Автоматическая дуговая сварка под слоем флюса переходного слоя, с дополнительной холодной присадочной проволокой (ДХП) Св-04Х19Н11М3 (ДХП=90÷100%). Структура металла шва аустенито-ферритная с содержанием δ - феррита до 6%, магнитной фазы – 17%, литое состояние металла шва с дезориентированной структурой кристаллического состояния, сварное соединение не склонно к общей и межкристаллитной коррозии. Наличие трещин не выявлено.

Оценка твердости различных участков сварного соединения показала: со стороны феррито-перлитной стали микротвердость основного металла составляет HV 290, частично обезуглероженная зона в основном металле выявляется слабо HV 208; со стороны аустенитной стали микротвердость основного металла составляет HV 212, частично науглероженная зона выявляется слабо HV 244.

При сварке плакирующего слоя проволокой Св-04Х19Н11М3 с ДХП (ДХП=90÷100%) Структура металла шва (рис. 7) аустенито-ферритная с содержанием δ -феррита до 5%, магнитной фазы-10%, литое состояние металла шва с дезориентированной структурой кристаллического состояния, сварное соединение не склонно к общей и межкристаллитной коррозии. Наличие трещин не выявлено.

Применение разработанного способа ДХП позволило использовать при сварке плакированной стали RCF36Z + 316L двух типов сварочной проволоки Св-04Н2ГТА и Св-04Х19Н11М3, с получением оптимальной феррито-аустенитной структуры, взамен трех типов проволоки Св-04Н2ГТА, Св-07Х25Н12Г2Т, Св-04Х19Н11М3, что значительно удешевило изготовление конструкции.

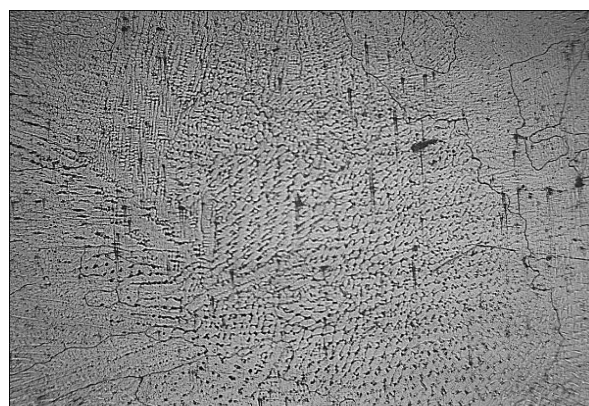


Рис. 7. Структура металла шва плакирующего слоя (АФ) с дополнительной холодной присадочной проволокой (ДХП), электрод Св-04Х19Н11М3 ($\times 300$)

Выводы

1. Автоматическая дуговая сварка переходного и плакирующего слоя плакированной стали RCF36Z + 316L с дополнительной холодной присадочной проволокой (ДХП) позволяет использовать сварочные материалы с меньшим запасом аустенитности, тем самым получить оптимальную аустенитно-ферритную, однородную структуру сварного шва.

2. Сварные соединения переходного и плакирующего слоя плакированной стали RCF36Z + 316L, сваренные по технологии (ДХП), характеризуются:

- стойкостью к образованию холодных и горячих трещин;
- стойкостью к образованию общей и межкристаллитной коррозии;
- повышенной стойкостью к воздействию вибрационных нагрузок;
- стойкостью к образованию структур и фаз, отрицательно влияющих на эксплуатационные свойства сварного соединения.

Л и т е р а т у р а

1. Российский морской регистр судоходства. Правила классификации и постройки судов. Т-2. - Санкт-Петербург: Дворцовая набережная 8, 2003. -619 с.
2. Макаров, Э.Л. Теория свариваемости металлов и сплавов / Э.Л. Макаров, Б.Ф. Якушин.- Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 487с.
3. ГОСТ 16098-80. Соединения сварные из двухслойной коррозионностойкой стали. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – Введ. 1982-01-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1980. – 28 с.
4. ГОСТ 10885-85. Сталь листовая горячекатанная двухслойная коррозионностойкая. Технические условия. – Введ. 1985-01-01. – М.: Госстандарт России: Изд-во стандартов, 1984. – 27 с.
5. Патон, Б.Е. Многослойная сталь в сварных конструкциях / Б.Е. Патон. – Киев: Техника, 1984. – 284 с.
6. Закс И.А. Сварка разнородных сталей / И.А. Закс. – Ленинград: Машиностроение, 1973. – 208с.

Galjcov I.A., Fomin E.V.

WELDING OF PCF36Z + 316L CLAD STEEL IN THE CONSTRUCTION OF OFFSHORE STATIONARY DRILLING PLATFORMS

The paper presents the results of the development of a new technology for welding an ice deflector, a marine ice-resistant stationary platform, made of PCF 36Z + 316L clad steel, with the introduction of an additional cold filler wire (ACW) into the metal of the welding bath. The structures of the welded joint during welding according to the welding technology without ACW and with ACW are revealed. It is established that the use of welding with ACW allows to obtain an optimal austenitic-ferritic, homogeneous structure of welded rollers. The resulting structure is characterized by resistance to the formation of cold and hot cracks, general and intercrystalline corrosion. The ACW technology allows to

reduce the thermal effect on the metal and the number of passes during the formation of the joint, without increasing the linear welding energy.

Keywords: welding, cold additive, welding wire, austenite, ferrite, welding roller, structure, temperature, steel, welding current.

Гальцов Игорь Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии металлов и машиностроения, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, филиал САФУ в г. Северодвинске.

E-mail: i.galjcov@narfu.ru

Galjcov Igor, PhD (Eng), assistant professor of metal technology and mechanical engineering, Northern (Arctic) Federal University.

Фомин Евгений Владимирович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии металлов и машиностроения, Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, филиал САФУ в г. Северодвинске.

E-mail: e.fomin@narfu.ru

Fomin Evgeny, PhD (Eng), assistant professor, head of department of metal technology and mechanical engineering, Northern (Arctic) Federal University.

Рецензент: Худяков Михаил Павлович, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии металлов и машиностроения Филиал ФГАУ ВО «Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова» в г. Северодвинске.

Статья подана 14.11.2022

УДК 677.026.425

МОДЕЛЬ СОЭКСТРУЗИОННОЙ ГОЛОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИМЕРНЫХ ТРУБ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Гапонов А.В.

MODEL OF A CO-EXTRUSION HEAD FOR THE PRODUCTION OF POLYMER PIPES USED FOR WATER SUPPLY

Gaponov A.V.

В наше время остро стоит вопрос переработки полимерных отходов. Однако не менее острой остается проблема и качественного водоснабжения городов и предприятий. Используемые ранее в системах водоснабжения металлические трубы с годами приходят в негодность (ржавеют), появляются течи, порывы, что в свою очередь приводит к необходимости постоянного их ремонта и постоянных перебоев с водой. Предлагается использование полимерных труб изготовленных из переработанных полимерных материалов. В статье предложены варианты производства таких труб. Рассмотрена технология производства и представлена модель формирующей головки для производства таких изделий.

Ключевые слова: соэкструзия, полимерные отходы, производство полимерных труб, гомогенизация, давление.

Введение. В процессе производства многослойного изделия основным конструктивным узлом является соэкструзионная головка. К соэкструзионным головкам предъявляются весьма жесткие требования. Главное из них — обеспечение безупречной слоистой структуры изделия. Подразумевают сохранение равнотолщинности слоев в продольном и поперечном (радиальном) направлении при монолитности соэкструдированного изделия. Кроме того, головки должны быть универсальными по виду перерабатываемых материалов, а конструкция каналов головок, соответственно, обеспечивать минимальное сопротивление текущим расплавам. При этом подвижные сопряжения деталей головки выполняются по высокому классу точности, а конструкция в целом должна допускать технологическую сборку-разборку. Применяемые в

головках конструкционные материалы предполагают эксплуатацию в условиях повышенных температур, давлений, термохимических процессов. При этом стоимость соэкструзионных головок должна быть экономически целесообразной, то есть минимальной. В зоне экструдера проходит плавление, пластификация и гомогенизация полимерного материала. После экструдера и дозирующей зоны шнека расплав полимера проходит через решетку с сеткой и тем самым фильтруется. Затем расплав непосредственно попадает в соэкструзионную головку. Уже в соэкструзионной головке каждый отдельный слой расплава полимера подается в распределительный канал головки соответствующей формы. Затем слои, которые были сформированы в отдельных каналах головки, поступают в канал совместного течения, где и происходит их наслаивание друг на друга и образования адгезивного соединения.

Распределительный канал служит для приема расплавленного полимера, придания ему кольцевой формы с разнотолщинностью, дополнительной пластификации и гомогенизации материала. Еще одной из функций распределительного канала является поддержание температуры или, при необходимости, ее повышение. Еще распределительный канал создает сопротивление движению полимера, необходимое для поддержания определенного режима соэкструзии.

Канал совместного течения расплавов полимера должен обеспечить прочностное соединение слоев полимерной структуры, а также заданную регулировку толщины готового изделия.

При конструировании соэкструзионной головки для переработки вторичных полимерных материалов следует учитывать следующие нюансы:

- количество слоев в готовом изделии;
- процентное соотношения слоев в готовом изделии;
- технологические параметры переработки каждого отдельного слоя и многослойного материала;
- реологические характеристики перерабатываемого полимерного материала.

Исходя из назначения готового изделия, эксплуатационными свойствами, а также свойствами исходного полимерного сырья, определяется и количество слоев полимерной структуры, и их положение относительно друг друга, и процентное соотношение полимеров в изделии.

Промышленные вторичные полимерные материалы можно определить, условно, как чистые. Такие полимеры, как правило, перерабатываются впервые, содержат незначительные количества добавок, поэтому реологические свойства такого вторичного полимерного материала незначительно отличаются от свойств первичного. Бытовые

вторичные полимерные материалы – это смеси полимерных материалов с различными добавками, красителями и наполнителями. Количественно число переработки таких материалов определить сложно. Свойства будут значительно отличаться от свойств первичного полимера.

Как уже отмечалось количество слоев полимерной структуры, их положение, процентное соотношение определяется назначением готового изделия, условиями эксплуатации, свойствами исходного полимерного сырья. Для того чтобы определиться с количеством слоев в готовом многослойном изделии из вторичного полимерного сырья, проведем сравнительный анализ всех возможных вариантов компоновки.

Целью настоящей работы является выбор оптимального компонентного состава слоев для производства пластиковых труб, которые возможно использовать в системах водоснабжения. Первоначально рассмотрим двухслойную структуру при любом процентном соотношении толщины слоев первичного и вторичного полимера (табл. 1.). Первичный полимер используется в качестве наружного слоя, а вторичный в качестве внутреннего слоя.

Таблица 1

Структура улучшенного двухслойного полимерного материала

Слой	Состав слоя	Соотношение толщины слоев
Внешний	первичный ПВХ или ХПВХ	любое
Внутренний	вторичный ПВХ или ХПВХ + первичный ПВХ или ХПВХ	любое

Данная компоновка слоев позволяет нивелировать ухудшение качества продукта при добавлении большого количества вторичного сырья и может применяться, например, для труб промышленного назначения. Структура позволяет использовать в производстве более 75% вторичного сырья, таким образом, в готовое изделие можно включить не только «дробленку» облоя от этого же изделия, но и добавить дополнительный вторичный

материал. Недостатком такой структуры является снижение физико-механических свойств готового изделия и невозможность полноценного использования готового изделия во всех отраслях. Повышения прочностных характеристик изделия можно добиться за счет добавления во внутренний слой первичного полимерного материала. Такая многослойная структура представлена в табл. 2.

Таблица 2

Структура улучшенного двухслойного полимерного материала

Слой	Состав слоя	Соотношение толщины слоев
Внешний	первичный ПВХ или ХПВХ	10-15%
Внутренний	вторичный ПВХ или ХПВХ + первичный ПВХ или ХПВХ	85-90%

При этом для обеспечения прочностных характеристик готового изделия необходимы добавки во внутренний слой для повышения

физико-механических свойств. Кроме того, такая структура не позволяет использовать полученные изделия для питьевой воды или транспортирования

химических веществ, так как вторичный полимерный материал не обладает необходимой стойкостью к химическим веществам и не допустим для питьевой воды.

Указанные недостатки устранены в трехслойной структуре, представленной в табл. 3. Данная структура позволяет утилизировать любой полимерный материал (вводя его в средний слой

готового изделия), поскольку вторичный слой с двух сторон закрыт слоями первичного материала. Таким образом, первичный полимерный материал является барьером и предотвращает контакт вторичного полимера с транспортируемой жидкостью, к которой предъявляются жесткие требования.

Таблица 3

Структура трехслойного полимерного материала

Слой	Состав слоя	Соотношение толщины слоев в МПС
Внешний	первичный ПВХ или ХПВХ	Любая
Средний	вторичный ПВХ или ХПВХ	Любая
Внутренний	первичный ПВХ или ХПВХ	Любая

Увеличение количества слоев повышает прочностные характеристики готового изделия, использование первичного сырья во внутреннем слое дает возможность использовать готовое изделие (полимерные трубы) для питьевого водоснабжения. Однако и у такой структуры есть недостаток: это сложность переработки разнородного вторичного полимерного сырья и формирования из него среднего слоя. В случае использования вторичного полимерного сырья промышленного и бытового происхождения очень сложно прогнозировать реологические свойства полученной смеси, поскольку они будут зависеть как от свойств каждого вида отходов, так и от их процентного соотношения в среднем слое.

Выше уже были описаны различия между промышленными и бытовыми вторичными полимерами. Таким образом, наиболее целесообразно перерабатывать промышленные и бытовые вторичные полимерные материалы отдельно друг от друга. Поэтому в предлагаемой полимерной структуре из вторичного полимерного материала формируется два средних слоя. Один из вторичных полимерных материалов бытового происхождения, а второй из вторичного полимерного материала промышленного производства.

Внешний и внутренний слой многослойной полимерной структуры формируется из первичного полимерного материала. Это необходимое условие получения качественного изделия. Внутренний слой по санитарным нормам должен быть только из первичного полимерного материала, т.к. безвреден для питьевой воды и является более прочным. Внешний слой является защитным для вторичных полимеров средних слоев, выполняет эстетическую

функцию и может служить для нанесения маркировки.

Структурная схема полимерной многослойной трубчатой заготовки представлена на рис. 1.

Процентное соотношение слоев в общей структуре определяется назначением готового изделия, набором требуемых свойств полученного продукта, а также экономической целесообразностью переработки вторичного полимерного сырья. Предлагаемая конструкция предназначена для использования в качестве труб для водоснабжения.

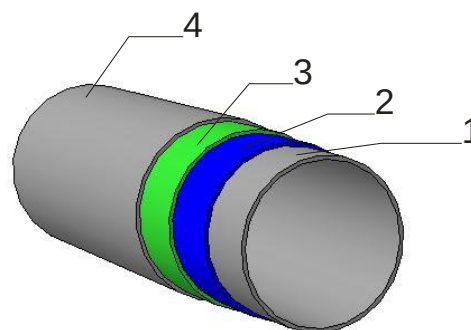


Рис. 1. Структурная схема полимерной многослойной трубчатой заготовки:

1, 4 – первичный полимер; 2– промышленные отходы; 3 – бытовые отходы

Для обеспечения экономической эффективности процентное содержание средних слоев из вторичного полимера в общей структуре должно быть не менее 65-70%. Такое процентное соотношение обусловлено приданием прочности полимерных труб и уменьшением использования первичного сырья.

Таким образом, определим структуру и состав трубчатой заготовки для изготовления

многослойных пластиковых труб для использования в системах водоснабжения (табл. 4).

Таблица 4

Структура трехслойной полимерной трубчатой заготовки

Слой	Состав слоя	Соотношение толщины слоев в МПС
Внешний	первичный ХПВХ	10%
Первый средний слой	вторичный ПВХ бытового происхождения	20%
Второй средний слой	вторичный ПВХ промышленного происхождения+ первичный ПВХ	50%
Внутренний	первичный ХПВХ	20%

Для получения заданной многослойной структуры была разработана функциональная схема соэкструзионной головки (рис. 2).

Соекструзионная головка состоит из корпуса, изготовленного из высококачественной стали. Первичный материал, попадая в головку разделяется на 2 потока, которые формируют внутренний и наружный слои готового изделия. Бытовые отходы и промышленные отходы формируют 2 внутренних слоя готового изделия. Распределительные каналы состоят из копильников, плоскощелевых каналов и спиральных канавок. Конструкция аналогична как для первичных, так и для вторичных каналов. Регулировочные винты служат для регулирования потока полимера. На выходе из головки все слои накладываются друг на друга, таким образом получается готовая многослойная полимерная труба, которая дальше по технологии производства поступает в охлаждающую ванну, а затем, в

зависимости от диаметра, или сматывается в бухту, или режется на определенную длину.

Такая конструкция соэкструзионной головки обусловлена технологией создания многослойной полимерной структуры. Реологические свойства расплавов первичного и вторичного полимерного материала различны. В связи с этим процесс формообразования каждого из слоев многослойной структуры происходит при определенных технологических параметрах. Такие условия достигаются применением технологии совместного экструдирования, при которой каждый слой формируется в отдельном распределительном канале при своих технологических параметрах. Предлагаемая конструкция соэкструзионной головки позволяет контролировать и регулировать температуру по зонам нагрева, которые соответствуют отдельному слою многослойной структуры.

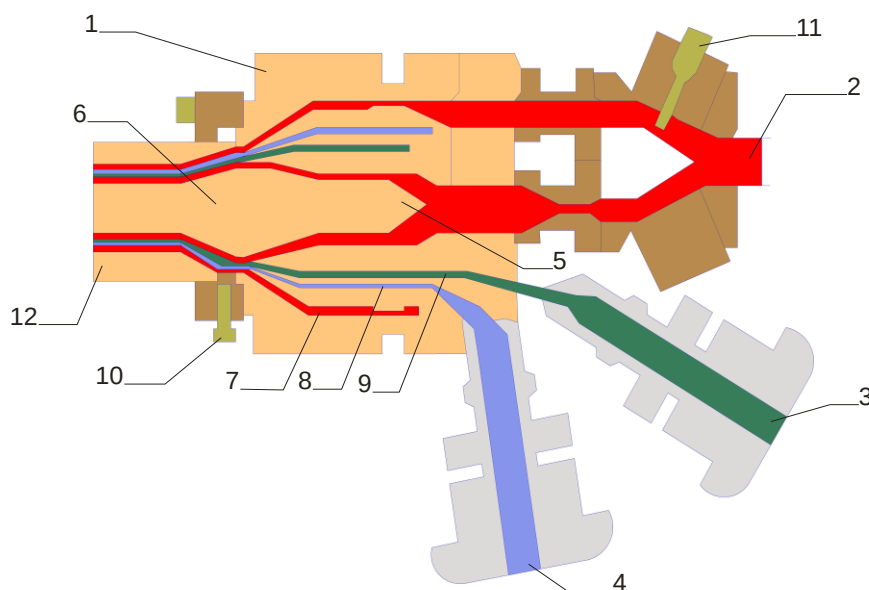


Рис. 2. Функциональная схема соэкструзионной головки для производства многослойной полимерной трубы: 1-корпус соэкструзионной головки; 2-экструдер внутреннего и наружного слоев; 3-экструдер среднего слоя (промышленные отходы); 4-экструдер среднего слоя (бытовые отходы); 5-рассекатель потока внутреннего слоя; 6-дорнодержатель; 7-канал наружного слоя; 8-канал среднего слоя (бытовые отходы); 9-канал среднего слоя (промышленные отходы); 10-регулировочный винт; 11-регулировочный винт

Выводы. Особенностью предлагаемой конструкции является то, что первичный полимерный материал формируется в головке при подаче из одного экструдера. Таким образом мы получаем экономию в расходе первичного полимерного материала, отсутствие еще одного подающего экструдера, тем самым снижаются энергозатраты при производстве и снижение себестоимости готовой полимерной трубы.

Л и т е р а т у р а

1. Быстров Г.А., Гальперин В.М., Титов Б.П. Обезвреживание и утилизация отходов в производстве пластмасс. – Л.: Химия, 1982.-264 с., ил.
2. Штарке Л. Использование промышленных и бытовых отходов пластмасс. - М.: Химия, 1987. - 176 с.
3. Мак-Келви Д.М. Переработка полимеров. - М.: Химия, 1985. – 124 с.
4. Вторичное использование полимерных материалов. – М.: Химия, 1985.-192 с., ил.
5. Калиновская Г.Д. Пути переработки отходов слоистых пластиков - Л.: Химия, 1997. – 94 с.
6. Люкс Ф. Упаковка и экология: Пер. с англ. - М.: изд-во МГУП, 1999. – 220 с.
7. Леваничев В.В. Разработка технологических режимов соединения слоев в многослойных полимерных материалах при изготовлении емкостей методом соэкструзии: Диссерт. на соиск. уч. степени канд. техн. наук (Спец-ть 05.03.05 – Процессы и машины обработки давлением). – Луганск, 1996. – 198 с.

Gaponov A.V.

MODEL OF A CO-EXTRUSION HEAD FOR THE PRODUCTION OF POLYMER PIPES USED FOR WATER SUPPLY

Nowadays, the issue of recycling polymer waste is acute. However, the issue of high-quality water supply for cities and enterprises is no less acute. Previously used in water supply systems, metal pipes become unusable (rust) over the years, leaks, gusts appear, which in turn leads to the need for constant repair and constant interruptions in water, it is proposed to use polymer pipes made from recycled polymer materials. The article proposes options for the production of such pipes. The production technology is considered and the model of the forming head for the production of such products is presented.

Key words: co-extrusion, polymer waste, production of polymer pipes, homogenization, pressure

Гапонов Александр Вячеславович, к.т.н., заведующий кафедрой общеобразовательных дисциплин Института строительства и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», г. Луганск

Gaponov Aleksandr Vyacheslavovich Ph.D., head of the Department of General Educational Disciplines of the Institute of Construction and Housing and Communal Services of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Андрийчук Николай Данилович, доктор технических наук, профессор, директор Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 21.11.2022

УДК 69.003:658.011.8

ТРЕНДЫ ЭВОЛЮЦИИ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ЛНР**Гапонов А.В., Косарев В.Б., Скорченко Ю.А.****TRENDS IN THE EVOLUTION OF THE CONSTRUCTION COMPLEX OF THE LPR****Gaponov A.V., Kosarev V.B., Skorchenko Yu.A.**

В статье рассмотрена специфика функционирования предприятий строительной отрасли. Проанализировано состояние данного комплекса ЛНР с оценкой объемов выполненных работ за 2021-2022 годы. Выделены проблемы функционирования предприятий-производителей строительных материалов. Предложены направления повышения эффективности строительного комплекса республики.

Ключевые слова: строительство, строительный комплекс, ресурсы, инфраструктура, производство, эффективность.

Постановка проблемы. Строительство играет важную роль в развитии хозяйственной системы страны, поскольку экономический рост в любой сфере деятельности невозможен без подъема стройиндустрии. Именно здесь закладывается технический уровень будущего производства, степень комфортности жилья, особенности будущей агломерации, ее инфраструктура, состояние городского хозяйства и т.д. В отрасли капитального строительства потребляются и перерабатываются огромные ресурсы. От результативности их использования зависят очень многие производственные показатели, в том числе темпы хозяйственного роста государства. Поэтому экономические параметры на всех этапах строительства играют немаловажную роль, определяют судьбу проектов, типов зданий, мест возведения и т.д.

Анализ последних исследований и публикаций. Общие теоретические основы изучения рассматриваемых вопросов были заложены рядом российских ученых: Л.И. Абалкиным, А.Г. Аганбегяном, Р.С. Гринбергом В.Л. Макаровым, А.Д. Некипеловым, Н.Ю. Петраковым и др.

Проблемы управления предприятиями и промышленными комплексами рассматривались такими зарубежными исследователями, как П. Друкер, М. Мескон, Ф. Найт, А.Дж. Райтс, А. Томпсон, Д.Э. Ханк, Г. Эмерсон и др.

Анализ состояния вопросов управления предприятиями и промышленными комплексами в условиях роста рискованности и тактическими действиями по их минимизации свидетельствует о том, что существует значительное расхождение позиций. Миссия управления организациями состоит в нейтрализации возможности недополучения запланированной прибыли и снижения объемов производства.

Рост рискованности среды функционирования строительного комплекса вызывает потребность усовершенствования управленческой деятельности с точки зрения координации работы различных составляющих. Вопросам совершенствования управления в строительстве посвящены труды российских ученых: В.Г. Афанасьева [1], Е.А. Гусаковой [2], Ю.П. Панибратова [4], Б.Ф. Ширикова [7], А.Н. Юзefовича [8] и др.

В строительной отрасли целесообразно решать существенные задачи обеспечения опережающего роста материалов, конструкций и изделий. Необходимость координации деятельности предприятий строительной индустрии обуславливает потребность обоснования направлений дальнейшего развития. Проблемы, связанные с формированием и оценкой организационной структуры управления в строительстве, рассматривают: Л.Г. Дикман [3], З.М. Хадонов [5], В.А. Харитонов [6] и др.

Целью статьи является анализ тенденций развития строительных предприятий и

строительного комплекса ЛНР в целом, выделение направлений, позволяющих повысить эффективность их деятельности.

Изложение основного материала. В процессе создания основных фондов, представляющих собой итог деятельности строительных организаций, происходит аллелопатия рабочей силы, орудий и предметов труда. Взаимодействуя между собой, основные элементы строительного процесса создают конечную строительную продукцию (здания, сооружения, объекты) в натуральном и денежном выражении.

В строительном процессе можно выделить следующие этапы:

- подготовительный период;
- собственно строительство;
- реализация (сдача готового объекта стройки в эксплуатацию).

Подготовительный период включает в себя: технико-экономические исследования целесообразности строительства объекта, проектирование объекта и инженерно-техническая подготовка к строительству. В процессе изучения выявляются главные технико-экономические характеристики будущего объекта и оценивается экономическая целесообразность его стройки. На стадии производства разрабатываются конструктивно-компоновочные решения объекта, методы организации его строительства и технология выполнения работ, определяется сметная стоимость строительства, осуществляется инженерно-техническая подготовка к сооружению – проводятся работы по подготовке территории строительной площадки.

На этапе собственно строительства на конструкционной площадке происходит сочетание всех технологических элементов общестроительного процесса. В этот период формируются совокупные фактические издержки строительного производства, материально-вещественные элементы объектов и сооружений.

На третьем этапе – реализация строительной продукции – совершается ввод законченных объектов в эксплуатацию и передача их заказчику в качестве основных фондов.

Чем больше степень взаимодействия всех элементов воспроизводства во времени и в пространстве, тем выше экономическая эффективность строительства, оценка которой возможна за счет учета следующих факторов:

- экономические результаты взаимодействия строительства с другими отраслями народного хозяйства;

- темпы и уровень деятельности отрасли в целом, в региональном и временном аспектах;

- роль в воспроизводстве основных фондов, эффективность капитальных вложений;

- система всех функций управления строительством на всех иерархических уровнях;

- основные направления усовершенствования организационных структур в строительстве и повышения эффективности их деятельности;

- организация проектно-исследовательских работ, связанных со строительством, и методы экономической оценки проектных решений;

- состав, структура основных фондов и оборотных средств строительных организаций;

- экономические методы управления с целью повышения эффективности деятельности строительных организаций;

- формы и методы материально-технического обеспечения процесса строительства;

- экономическое содержание и факторы повышения производительности труда, снижение себестоимости и рост рентабельности в строительстве;

- система ценообразования, пути ее усовершенствования;

- проектные методы управления, эффективность инвестиционных проектов;

- договорная система в строительстве;

- система финансирования и кредитования строительства;

- система учета, отчетности и анализа денежной деятельности строительных организаций.

Основной задачей предприятий строительной индустрии является наиболее полное обеспечение спроса населения на высококачественную продукцию. Современное состояние рынка, то есть рыночная конъюнктура, позволяет при использовании новых технологий значительно увеличить объем производства и повысить качество выполняемых работ. Изменение этих факторов оказывает существенное влияние на величину затрат, прибыли и рентабельности организаций.

Капитальное строительство является одной из сфер, требующих существенных финансовых вложений и дифференцированных по степеням элементов отраслевой инфраструктуры. Его влияние на определение темпов, масштабов и размещение производства в большинстве случаев является решающим. Оно объединяет подрядные

строительные, монтажные, специализированные организации, а также фирмы, выполняющие работы хозяйственными способами. Однако строительный комплекс состоит не только из данных предприятий, но и таких основных блоков: производство строительных материалов, собственное строительство, строительное машиностроение, проектно-конструкторские и опытные работы в области зодчества.

Маркетингу строительных материалов в настоящее время свойствен ряд проблем:

- сокращение рынков сбыта строительной продукции, что связано с износом оборудования, устаревшей технологией производства, уменьшением спроса;
- увеличение себестоимости готовой продукции за счет повышения цен на сырье, топливо, транспорт;
- низкая конкурентоспособность из-за появления импортной продукции на строительном рынке (незначительная реклама, низкое качество готовой продукции и т.д.);
- нерациональное использование отходов производства, значительная экологическая нагрузка в районах производства.

Промышленность строительных материалов включает:

- добычу и первичную обработку минерального строительного сырья (песок, гравий, щебень, мергель, гранит, мрамор);
- выработку вяжущих материалов (гипс, цемент, известь);
- производство стеновых материалов (кирпич, шлакоблок, гипсовые и бетонные панели);
- выпуск кровельных материалов (шифер, черепица, рубероид, толь);
- изготовление стекла, изоляционных, облицовочных и обрабатывающих материалов, санитарно-технических изделий и т.д.

За январь – февраль 2022 г., в сравнении с январем – февралем 2021 г., объем выполненных работ по строительству зданий увеличился на 44,9 %.

За январь 2022 г., в сравнении с январем 2021 г., объем выполненных работ увеличился в 2,1 раза.

По сравнению с 2021 г., объем строительных работ увеличился, поэтому можно говорить о росте объемов производства. Однако можно отметить, что, несмотря на общий спад в строительстве в 2022 г., он относительно стабилизировался.

Крупные центры промышленности строительных материалов – Луганск, Алчевск,

Стаханов, Брянка, Лутугино, Красный Луч. В ЛНР существуют 36 предприятий, производящих строительные материалы.

В сфере производства строительных материалов и конструкций задействованы в основном частные предприятия.

Изготовлением бетона, раствора и бетонных изделий заняты предприятия:

ООО «Строитель ЛТД» – бетон, цементный раствор, песок строительный, щебень. ООО «Лидер-Строй – 2007» – бетон, цементный раствор, керамзитобетон, гидротехнический спецбетон, фундаментные блоки. ООО «Восток-Бетон» – Бетон, цементный раствор, фундаментные блоки, бордюры, гидротехнический бетон. ООО «Железобетон» – плиты перекрытия, перемычки, бордюры, фундаментные блоки, блоки ленточных фундаментов.

В общей сложности по этому направлению работает ещё 11 предприятий.

На изготовлении металлоконструкций и металлоизделий специализируются:

ЧАО «ЛЗ «Сантехдеталь» – Трубы стальные, профильные трубы, металлоконструкции. ООО «ЮГМК ЛЛМЗ» - радиаторы отопительные, люки чугунные, и стальные, дождеприёмники, колосники. ООО «Булат-Профиль» – лист профилированный, металлочерепица. Филиал №1 «Стахановский вагоноремонтный завод». ООО «Техпромтранс» – металлоконструкции. ООО «ПКФ Лидер Строй-Панель» – профнастил, окна, двери, конструкции из профиля ПХВ, металлочерепица. ООО «ЛЗТА «Маршал» – краны, фильтры, затворы. ООО «Геомаш-Пром» – металлоконструкции фермы строительные, буровое оборудование. ООО «Брянковский машиностроительный завод» – металлоконструкции. ООО «Южный металлургический комплекс», филиал №1 «Алчевский металлургический комбинат» – фасонный профиль, лист горячекатаный. ООО «СВ-Спектр» – трубы, краны, заглушки, муфты, отводы, тройники, фланцы. ООО «Лутугинский завод строительных материалов «Литос» и ФЛП Мамотов «Кирпичный завод «Фагот» занимаются производством кирпича.

Все вышеназванные предприятия – частные. Они ориентированы на сбыт производимой продукции населению и мелким предприятиям. Контрактов на поставки больших объемов стройматериалов фактически нет. Если и случаются такие контракты – то очень редко. Да и через торговую сеть сбыт строительных материалов

происходит в небольших количествах. Поэтому производственная активность в сфере изготовления строительных материалов находится на невысоком уровне.

Многие эксперты выражают уверенность, что с 2023 г. ожидается рост цен на услуги, а также увеличение спроса на строительство тех или иных объектов.

Непосредственно в осуществлении строительно-монтажных работ задействовано более 400 предприятий. Все они зарегистрированы в органах государственного управления ЛНР, получили лицензии на право заниматься строительной деятельностью. Они конкретно занимаются следующими видами работ:

Общестроительные и монтажные работы – бетонные, арматурные (установка арматуры), монтаж сборного железобетона, монтаж металлоконструкций, кладочная кладка, установка столярных изделий, отделка – ООО «Строитель ЛТД»; ООО «Теплоэффект»; ООО «Донпромстрой»; КП «Жилсервис»; ООО «Луганскзеленстрой»; КП «Алчевское жилищноэксплуатационное объединение»; ООО «Лидер-Строй»; ООО «Лига-Строй»; ООО «Трест Донбассдомремонт»; ООО «Стройремсервис»; ООО «ТМК-Инвест»; ООО «Агроресурс»; АКСП «Укрэнергочермет»; ЧП «Лига прим»; ООО «Луганское ремонтно-строительное управление №4»; ООО «НПЦ «Сваркон»; ГУП ЛНР «Лугансквода»; ООО «Луганскмонолитспецстрой»; Луганское ГКП «Теплокоммунэнерго»; ООО «НПК «Электроспецмонтаж»; ООО «Донбасс-Строй»; ЛГКП «Лутугиножилфонд»; ЧП «Астика»; ООО «Специализированное шахто-строительное управление №1»; ООО «Луганскспецэкскавация»; ЧП «НПЦ «Тёплый дом».

Монтаж инженерных сетей (электрических, сантехнических, слаботочных) – ООО «НВО «Энергетик»; ООО «РПК-Лугань»; ООО «Виктория-Строй»; ООО «Юнивер»; ООО «Жилстройсервис №3»; ООО «Набат»; ООО «АСУ «МОЗЧМ»; ООО «Арта»; ООО «Орион ЛТД»; ООО «Интера»; ООО «Промуглетехнологии»; ООО «Лугалинк»; ООО «ТК «Зенит»; ООО «ГИС»; ООО «Информсервис-Луганск»; ЧП «Техно-торговый центр «Омега Строй»; ООО «Мегалинк».

Строительство транспортных сооружений – ООО «Луганская дорожная передвижная механизированная колонна №34»; ООО «Новые дороги».

Все еще не приступили к производственной деятельности организации, которые были зарегистрированы и ранее работали на недавно освобождённых территориях ЛНР.

Наряду с предприятиями, занятыми в строительном производстве, работают проектные организации, которые изготавливают техническую документацию для строительства. Таких организаций на территории ЛНР работает около 80. В их числе работает Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства.

Только за последние годы Институт разработал более 40 реальных проектов, а также осуществил проектно-сметные работы, работы по техническому надзору для следующих крупных организаций: Городское коммунальное предприятие "Эксплуатационно-литейное управление автодорог", Дворец спорта "Юность", Управление по работе с территориями АЛР ЛНР, ООГ "Управление делами Федерации Профсоюзов ЛНР, ГУФК ЛНР "Республиканский стадион "Авангард", ГУ ЛНР "Луганский государственный медицинский университет имени Святителя Луки", ООО "Луганский мясокомбинат", ГУ ЛНР "Дворец культуры им. Горького", ГУ "Луганская городская многопрофильная больница №7", Министерство культуры, спорта и молодежи ЛНР, ГУ ЛНР "Червонополянская детская школа искусств" и др.

Строительные предприятия с 2014 г. участвуют в работах по восстановлению зданий и сооружений, пострадавших в результате боевых действий на территории ЛНР.

Ими восстановлено более 3000 зданий, 552 объекта социального назначения (структуры образования, культуры, спорта, детсады, больницы, административные здания); 89 сооружений сферы жизнеобеспечения – котельные, насосные станции, электроподстанции. Ведутся работы на объектах логистики – путепроводы, мосты. Восстанавливаются и ремонтируются авто- и железные дороги.

Выводы. Усиление целевой ориентации всех участников строительной индустрии на выпуск готовой продукции требует единства показателей производственно-хозяйственной деятельности всех организаций строительной отрасли и единой системы стимулирования труда. Необходимо усовершенствование экономических отношений аппарата управления строительных фирм. В промышленной подсистеме строительной отрасли предстоит решить важные задачи обеспечения опережающего роста материалов, конструкций и

изделий. Серьезной проблемой этой подсистемы является координация работы предприятий строительной индустрии и организация их деятельности как единой производственной базы строительства.

Однако эта деятельность еще имеет неорганизованный характер. Нет руководящего центра, который бы организовывал, структурировал в систему процесс строительного производства. В ЛНР имеется Министерство строительства и ЖКХ. Оно обязано взять на себя функции организации и планирования строительного производства. Разработку строительной политики должны осуществлять Правительство ЛНР и Министерство строительства и ЖКХ.

К мерам, которые позволят повысить эффективность деятельности строительной отрасли, можно отнести:

- реконструкцию и модернизацию технической базы, увеличение доли механизации и автоматизации технологических процессов;
- увеличение инвестиций в строительный комплекс, в том числе в строительство;
- внедрение новых технологий, позволяющих выпускать более качественную отечественную продукцию и производить новые строительные материалы;
- снижение себестоимости готовой продукции посредством реструктуризации строительного комплекса;
- комплексное использование сырья, более широко использовать отходы различных производств (металлургии, электроэнергетики и т. д.);
- рекультивация территорий после полной добычи строительного сырья и озеленения территорий.

Л и т е р а т у р а

1. Афанасьев В.Г. Общество: системность, познание и управление / В.Г. Афанасьев. – М.: Политиздат, 1981. – 432 с.
2. Гусакова Е.А. Основы организации и управления в строительстве в 2 ч.: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Е.А. Гусакова, А.С. Павлов. – М.: Юрайт, 2018. – 258 с.
3. Дикман Л.Г. Организация строительного производства : учебник для строит. Вузов / Л.Г. Дикман. – М.: «АСВ», 2015. – 512 с.
4. Панибратов Ю.П. Планирование эффективности строительного производства: проблемы, пути совершенствования / Ю.П. Панибратов. – Л.: ЛГУ, 1985. – 193 с.
5. Хадонов З.М. Организация, планирование и управление строительным производством (в 2-х частях) [Текст]: учеб. пособие / З.М. Хадонов. – М.: «АСВ», 2009. – 688 с.
6. Харитонов В.А. Основы организации и управления в строительстве / В.А. Харитонов. – М.: Академия, 2013. – 224 с.
7. Шишкиков Б.Ф. Организация, планирование и управление строительством: учебник для вузов / Шишкиков Б.Ф. Изд. 2-е, стереотипное. – М.: АСВ, 2020. – 528 с.
8. Юзефович, А.Н. Организация, планирование и управление строительным производством (в вопросах и ответах): учеб. пособие / А.Н. Юзефович. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 304 с.

Gaponov A.V., Kosarev V.B., Skorchenko Yu.A.

TRENDS IN THE EVOLUTION OF THE CONSTRUCTION COMPLEX OF THE LPR

The article considers the specifics of the functioning of enterprises in the construction industry. The state of this LPR complex was analyzed with an assessment of the volume of work performed for 2021-2022. The problems of functioning of enterprises-manufacturers of building materials are singled out. Directions for increasing the efficiency of the construction complex of the republic are proposed.

Key words: construction, building complex, resources, infrastructure, production, efficiency.

Гапонов Александр Вячеславович, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой общеобразовательных дисциплин Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», г. Луганск.

Gaponov Alexander Vyacheslavovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of General Educational Disciplines of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Косарев Валерий Борисович, ст. преподаватель кафедры общеобразовательных дисциплин Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», г. Луганск.

Kosarev Valery Borisovich, Art. Lecturer of the Department of General Educational Disciplines of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Скорченко Юрий Александрович, к.и.н., доцент кафедры общеобразовательных дисциплин Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», г. Луганск.

Skorchenko Yuriy Aleksandrovich, Candidate of Historical Sciences, Associate Professor of the Department of General Educational Disciplines of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal

Services, SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Андрийчук Николай Данилович, доктор технических наук, профессор, директор Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского государственного университета имени Владимира Даля.

Статья подана 10.11.2022

УДК 691.327:620.193.001.57

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ БЕТОНОВ

Гудкова Е.А.

FEATURES OF CONCRETE LEACHING PROCESSES

Gudkova E.A.

Излагается методика и результаты экспериментальных исследований процессов выщелачивания бетонов. Показана возможность использования полученных результатов для прогнозирования долговечности бетонов. Разработанная на основе модели полуэмпирическая зависимость позволяет упростить подготовку исходных данных и методику инженерных расчетов долговечности бетонных сооружений.

Ключевые слова: коррозия, бетон, зависимость, процессы, выщелачивание, пористость.

Введение. В настоящее время для описания процессов коррозии используются модели двух типов: построенные в рамках диффузионной кинетики и макрокинетики [1-4]. В первых принимается, что процесс лимитируется процессами диффузии, во вторых учитываются различные стадии процесса. Модели обоих типов основываются на расчетной схеме (1D). Именно по этой причине в моделях первого типа требуется использование значительного числа поправочных коэффициентов, а второго – учет значительного числа стадий процесса коррозии. При переходе к расчетной схеме (3D) подтверждается предположение о лимитировании процессов выщелачивания диффузионным переносом. В работах [5,6] рассмотрены частные случаи процессов выщелачивания.

Полученное ранее решение процессов выщелачивания было представлено в виде ряда, что усложняет его использование для практических случаев [7,8]. В работе [9] приведено решение для случая атмосферной коррозии в полубесконечном слое бетона. Решение получено в простой и удобной для практического пользования форме, так как выражено в виде функций, значения которых

табулированы. В настоящей статье на основе общего решения получено частное для случая выщелачивания, результаты численного моделирования и анализа экспериментальных исследований.

Математическая модель процессов выщелачивания разработана на тех же исходных предположениях, что и модели коррозии более общего вида [1,9]:

- в бетоне, представляющем капиллярно-пористое тело, выделяется структурный элемент, в котором процессы коррозии протекают со средней скоростью, как в бетоне;

- структурный элемент имеет радиус R_0 , в нем располагается сквозной капилляр, имеющий радиус r_0 . К сквозному капилляру примыкают капилляры радиального направления, часть из которых соединяется с растворимыми частицами;

- принимается, что при массопереносе раствора происходит образование подвижного фронта коррозии в радиальном направлении, которое учитывается введением в исходное уравнение функции источника. В общем случае она является нелинейной;

- для получения удобных для практического использования зависимостей вначале проводится линеаризация функции источника. Затем в полученное решение на основе экспериментальных данных строится путем введения поправочных коэффициентов полуэмпирическая модель.

Постановка задачи может быть представлена в следующем виде (по аналогии с представленной в работе [9]):

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D_{ef} \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - V_0 \frac{\partial C}{\partial x} - q(t); \quad (1)$$

$$q(t) = \frac{a_1}{a_2 t + b};$$

$$x = 0; \quad C(0, t) = C_1; \quad (2)$$

$$t = 0; \quad C = 1; \quad (3)$$

$$x \rightarrow \infty; \quad \frac{\partial C}{\partial x} \rightarrow 0; \quad (4)$$

$$a_1 = 2D_r \tilde{C}; \quad a_2 = \frac{2D_r \tilde{C}}{\mu m_o}; \quad b = r_o^2;$$

$$D_1 = D\varepsilon_f; \quad D_2 = \frac{D\varepsilon_r}{r_o^2}; \quad \varepsilon_r = \frac{m_o}{\gamma};$$

$$\frac{a_2}{b} = \alpha; \quad \alpha = 2D_2 \frac{\tilde{C}}{\mu m_o},$$

где D_1 и D_2 – эффективные коэффициенты диффузии в направлении x и r ; D коэффициент молекулярной диффузии; ε_f – капиллярная

пористость в продольном направлении; ε_r – капиллярная пористость в радиальном направлении; r_o – средний радиус капилляра, соответствующий капиллярной пористости в продольном направлении ε_f ; m_o, γ – концентрация и объемная масса химически активного компонента цементной матрицы; $\tilde{C}$ – осредненное значение концентрации внутри капилляра; μ – переходной коэффициент от концентрации в твердой и жидкой фазе:

$$\varepsilon_r = \varepsilon_r^o + \varepsilon_r; \quad \varepsilon_r = \frac{m_o}{\gamma},$$

где ε_r^o – начальное значение капиллярной пористости; ε_r – дополнительная пористость, образуемая в процессе выщелачивания.

Решение (1-4) было получено методом синус-преобразования Фурье. В данном случае оно получено из общего решения, приведенного в [2] путем некоторых преобразований. В окончательном виде решение имеет вид:

$$C(x, t) = C_1 + (C_p - C_1) \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{D_1 t}} + \mu m_o \ln(\alpha t + 1) \operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{D_1 t}}; \quad (5)$$

$\operatorname{erfc} = 1 - \operatorname{erf}$.

Здесь erf – функция ошибок; C_p – концентрация растворимости.

Два первых члена уравнения (5) характеризуют концентрацию гидроксида кальция в жидкой фазе в поровом пространстве бетона без учета поступления дополнительного количества за счет растворения (массоперенос в химически нейтральной среде). Последний член характеризует количество растворенного вещества, перешедшего из твердой в жидкую фазу. Введем функцию повреждаемости $\theta(x, t)$, характеризующую степень нейтрализации химически активного компонента цементного камня. С учетом указанного ранее:

$$\theta(x, t) = \ln(\alpha t + 1) \operatorname{erfc} \frac{x}{2\sqrt{D_1 t}}; \quad (6)$$

$$\theta(x, t) = \frac{C(x, t)}{\mu m_o}; \quad 0 \leq \theta(x, t) \leq 1.$$

Результаты численного моделирования и экспериментальных данных. Ниже на рис. 1 и 2 показаны результаты численного моделирования зависимости (6). Результаты моделирования качественно согласуются с аналогичными данными, например, для случая углекислотной коррозии [4] и собственными экспериментальными данными [7,8]. Показаны значения относительных концентраций нейтрализованного вещества – $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Из представленных материалов видно, что глубину нейтрализованного слоя можно определять из зависимости (6). Однако, учитывая необходимость уточнения величины $\tilde{C}$ и фактический характер распределения концентраций для практических целей, более целесообразно использовать полуэмпирическую зависимость вида[3]:

$$X_c = A \ln(\alpha t + 1), \quad (7)$$

где X_c – глубина нейтрализации бетона; A – экспериментально определяемый поправочный коэффициент, учитывающий реальные граничные условия.

Важно также учесть, что коэффициенты зависят от способа определения глубины нейтрализации [2, 4].

Во всех случаях достигается высокая точность расчетов по рекомендованным зависимостям. Ниже для иллюстрации возможностей предлагаемой методики расчетов приведены результаты обработки результатов исследований выщелачивания радионуклидов, приведенные в работе [11]. Они показаны на рис. 3.

Для случаев выщелачивания радионуклидов америция (Am-241), стронция (Sr-90) и плутония (Pu-239) соответственно было получено:

$$Q_1 = 0,139(0,216t + 1);$$

$$Q_2 = 5,74 \cdot 10^{-2}(0,00694t + 1); \quad (9)$$

$$Q_3 = 0,093(0,1384t + 1).$$

Сопоставление разработанной модели с моделями СЕВ Task Group V показывает, что она позволяет, как и указанные модели, определять глубину нейтрализации бетона и распределение концентраций по глубине слоя бетона. Однако при этом отпадает необходимость в использовании системы дополнительных поправочных коэффициентов и упрощается методика проведения экспериментальных исследований.

Результаты собственных экспериментальных исследований и аналогичных исследований других авторов приведены в работе [7-13].

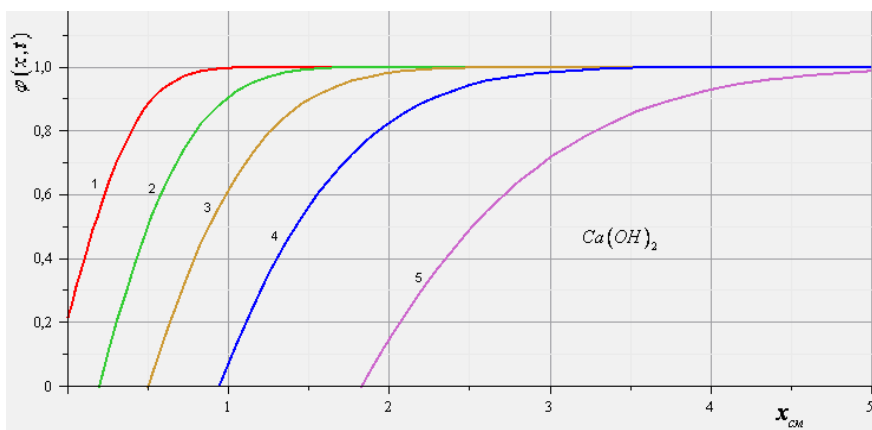


Рис. 1. Распределение концентраций $Ca(OH)_2$ по глубине слоя $1 - \theta(x, t) = \varphi(x, t)$

$1 - t = 2 \text{ года}; 2 - t = 5 \text{ лет}; 3 - t = 10 \text{ лет}; 4 - t = 20 \text{ лет}; 5 - t = 50 \text{ лет};$

$$D_1 = 0,03 \text{ см}^2 / \text{год} \quad \alpha = 0,6 \text{ 1/год}$$

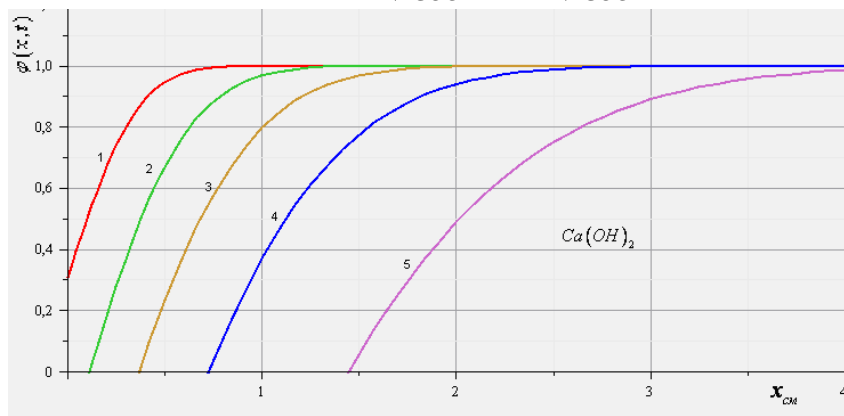


Рис. 2. Распределение концентраций $Ca(OH)_2$ по глубине слоя $1 - \theta(x, t) = \varphi(x, t)$

$1 - t = 2 \text{ года}; 2 - t = 5 \text{ лет}; 3 - t = 10 \text{ лет}; 4 - t = 20 \text{ лет}; 5 - t = 50 \text{ лет};$

$$D_2 = 0,02 \text{ см}^2 / \text{год} \quad \alpha = 0,5 \text{ 1/год}$$

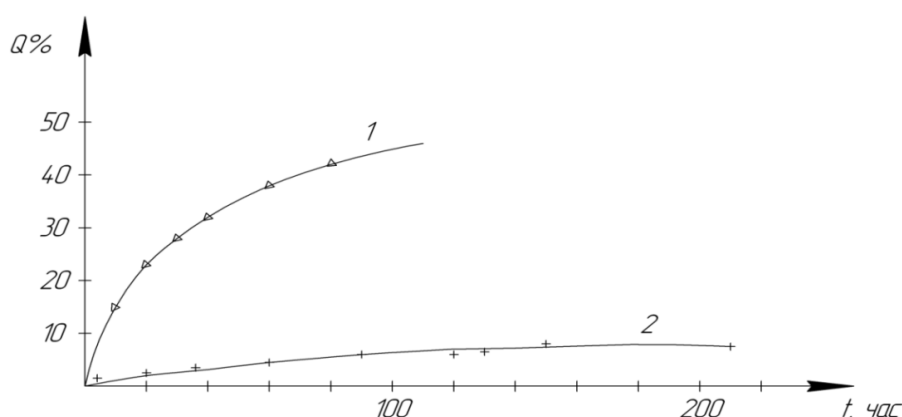


Рис. 3. Выщелачивание радионуклидов Cs – 137 из бетона
1 – бетон контрольного состава; 2 – радиационно-стойкий бетон
Q – суммарная доля выщелоченного нуклида:

$$Q_1 = 15,715 \ln(0,17 t + 1); \quad Q_2 = 1,864 \ln(0,2 t + 1) \quad (8)$$

Установлено, что отклонения экспериментальных данных и расчетных не превысили 7%. Дополнительно укажем, что в отдельных случаях при отсутствии тщательной обработки поверхностного слоя, представляющего слой цементного камня, процесс выщелачивания протекает для каждой из зон с различными скоростями. В заключение отметим, что разработанная модель может использоваться для прогнозирования долговечности бетонов при выщелачивании, например, поверхностных слоев плотин ГЭС и т.п. В общем случае практическое использование зависимости (7), являющейся двухпараметрической, связано с использованием экспериментальных данных для двух точек t_1 и t_2 . В работе [10] показано, что при наличии одного экспериментального значения t_2 второе (для t_1) находится методом интерполяции с использованием известной зависимости:

$$X_c = A\sqrt{t}. \quad (10)$$

Указанное связано с тем, что при относительно небольших значениях t значения, вычисленные по зависимостям (7) и (10), практически совпадают. При больших значениях времени (а точнее at) разница достигает 50% [10].

Выводы. Показано, что разработанная математическая модель обеспечивает достаточную для практических целей точность расчетов. При этом разработанная на основе модели полуэмпирическая зависимость позволяет в значительной степени упростить подготовку исходных данных и методику инженерных расчетов

долговечности за счет исключения системы поправочных коэффициентов, определяемых опытным путем в каждом конкретном случае.

Л и т е р а т у р а

1. Гусев Б.В., Кондращенко В.И., Маслов Б.П., Файвусович А.С. Система определяющих уравнений процессов коррозии бетона. // Науковий вісник ЛНАУ. Технічні науки (Будівництво) №14, Видавництво ЛНАУ, Луганськ, 2010. – С. 203-216.
2. Schießl P. Dauerhaftigkeit und Korrosion Lehrstube für Baustoffkunde und Werkstoffprüfung. München, – 2005, – P.102.
3. Ming-Te Liang and Shineg-Min Lin. Mathematical model and applications for concrete Carbonation// Journal of Marine Science and Technologic, vol. 11, – № 1, – pp 20-30 (2003).
4. Thierry M., Dangla P., Platret M.A. Prediction model for concrete carbonation based for coupled CO₂-H₂O-ions transfers and chemical reactions// IODBMC International Conference ON Durability of Building Materials and Components. Lion. 17-20 April 2005 p.
5. Федосов С.В., Румянцева В.Е., Хрунов В.А. и др. Моделирование массопереноса в процессах коррозии бетонов первого вида (малые значения числа Фурье). // Строительные материалы. № 5, 2007. – С. 70-71.
6. Румянцева В.Е. Математическое моделирование массопереноса, лимитируемого внутренней диффузией при коррозии первого и второго видов. // Строительные материалы. № 2, 2009.
7. Файвусович А.С., Гудкова Е.А. Физико-математическая модель процессов выщелачивания бетонов // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. Одеса: «Місто майстрів», 2005, вип. №20. – С.368-377.
8. Гудкова Е.А. Методика исследования процессов выщелачивания бетонов. // 36. ЛНАУ. Технічні науки

(Будівництво) №71(94). Видавництво ЛНАУ, Луганськ, 2007. – С. 153-157.

9. Гудкова Е.А. К расчету процессов выщелачивания бетонов. // Матеріали міжнародної конференції ОДАБА, вип. №33 – Одеса: «Зовнішресервіс», 2009. – С. 181-185.

10. Гусев Б.В., Файвусович А.С. Кинетика процессов атмосферной коррозии бетона. // Зб. наукових праць УДАЗТ. Вип. №59. Харків. 2010. – С.46-55.

11. Комохов П.Г., Александров Н.И. Наноструктурированный радиационностойкий бетон и его универсальность. // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. № 5(112), 2008. – С. 38-40.

12. Гудкова Е.А. Методика определения характеристик процессов выщелачивания бетонов. // Зб. ЛНАУ. Технічні науки (Будівництво). Видавництво ЛНАУ, Луганськ, 2011. – С. 34-38.

13. Гусев Б.В., Файвусович А.С., Гудкова Е.А., Левадная С.И. Прогнозирование долговечности бетона при выщелачивании (монография). – М.: Научный мир, 2014. С.69.

Gudkova E.A.

FEATURES OF CONCRETE LEACHING PROCESSES

It is stated the methodology and research result of concrete lixiviation processes. The capability of application the result for concrete durability prediction is indicated. The

semi-empirical dependence developed on the basis of the model makes it possible to simplify the preparation of initial data and the methodology of engineering calculations of the durability of concrete structures.

Keywords: *corrosion, concrete, dependence, processes, leaching, porosity.*

Гудкова Елена Анатольевна, старший преподаватель кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: gudkov4.e4@mail.ru

Gudkova Elena Anatolyevna, Senior Lecturer of the Department of Industrial, Civil Engineering and Architecture of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич, д.т.н., профессор кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 24.11.2022

УДК 556

СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВ ЦИНКОМ

Демьяненко Т.И.

THE STATE OF THE SOIL COVER AND ASSESSMENT OF SOIL CONTAMINATION WITH ZINC

Demyanenko T.I.

В работе представлены результаты исследования почв Луганской области на содержание в них цинка с учетом функциональной принадлежности территорий области. В статье рассмотрена проблема состояния почвенного покрова в зависимости от содержания в грунте соединений цинка.

Ключевые слова: загрязнение, экологическая безопасность, тяжелые металлы, цинк.

Антропогенный фактор является ведущим в формировании городских почв. Изменение состояния почвенного покрова на территориях городов обусловлено поступлением в миграционные потоки различных техногенных загрязняющих веществ, в том числе тяжелых металлов (ТМ).

Основная часть тяжелых металлов поступает в почвы аэрогенным путем. А процесс распределения в почвах можно рассматривать как долговременный индикатор степени экологического благополучия/неблагополучия городских территорий. С целью изучения пространственного загрязнения почвенного покрова города цинком были проведены исследования почв Луганской области, на территории которой располагаются промышленные объекты, а также имеется определенный уровень транспортной нагрузки. Согласно стандартным методикам были отобраны и подготовлены почвенные образцы.

Цель работы: изучение состояния цинка в дерново-подзолистых почвах, а также его накопление растениями с учетом внесения возрастающих доз фосфорных удобрений.

Образцы рассмотрены послойно с двух горизонтов (0–5 и 5–20 см). В пробах почв

определялись: величина рН (солевая вытяжка) (ГОСТ 26483–85); содержание гумуса по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213–91); валовое содержание цинка (Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах). По общепринятым стандартным методикам осуществлялся статистический анализ полученных данных.

В районах интенсивных техногенных нагрузок (на промышленных площадках, в зонах влияния очистных сооружений и свалок) сеть сгущалась. По методике отбирался смешанный образец почв (почвогрунтов) с глубины 0–10 см. По результатам почвенного мониторинга было выявлено, что величина кислотности в городских почвах колеблется в широких пределах. В верхнем слое почвенного профиля (глубина 0–5 см) преобладают почвы со слабокислой и нейтральной реакцией среды, в слое почвы глубиной 5–20 см – в основном нейтральные. Кислотность среды способствует растворимости цинка, и при высокой концентрации его подвижные формы выщелачиваются. Такие условия приводят к дефициту цинка для растений.

Среднее содержание гумуса в почвах экологических природных территорий, а также природных и озелененных территорий составляет 5,84%. Для почв территорий с промышленной нагрузкой – 2,93%.

Содержание в почвах микроэлементов характеризует общий уровень накопления элементов. Подвижные формы микроорганизмов определяют миграционную способность и доступность микроэлементов для различных видов растений.

Цинк – один из восьми микроэлементов, необходимых для нормального роста и размножения растений. Этот элемент относится к необходимым микроэлементам, так как он требуется в сравнительно малых количествах для растительных тканей (5 – 100 мг/кг). Цинк совместно с кобальтом, хромом, йодом и селеном являются также необходимыми для животных.

Материнские породы являются основным источником цинка в почве. Дополнительными источниками служат атмосферные осадки (пыль и аэрозоли – коллоидные частицы в сухом состоянии или с дождями) и агрохимические средства (удобрение, известкование). У растений возможно цинковое голодание, которое нарушает углеводный обмен, а также процесс образования хлорофилла. Могут изменяться морфологические признаки

растений. Основным источником цинка для растений является почва. Элемент входит в состав минералов и органических компонентов. Накопление цинка наблюдается в поверхностных горизонтах. Недостаток цинка в почвах приводит к нарушению обмена веществ, снижению продуктивности растений и качества их продукции. Дефицит цинка, доступного растениям, определяется по низким природным концентрациям данного вещества в почвах. Причинами дефицита цинка могут служить:

- низкое валовое содержание элемента в почвах;
- факторы, обуславливающие низкую подвижность металла в почвах (высокое содержание гидроксидов железа, карбонатов, органических соединений, фосфатов).

Таблица 1

Влияние возрастающих концентраций тяжелых металлов на их аккумуляцию и биологический вынос растениями

Растения	Доза загрязнения почвы, ПДК валовых форм	Содержание Zn в побегах, мг/кг Биологический вынос Zn, кг/га	Содержание Cu в побегах, мг/кг Биологический вынос Cu, кг/га
Amaranthuscandatus (L.)	1 ПДК	156/4,2	34/0,4
	2 ПДК	298/6,7	57/0,9
	5 ПДК	820/10,1	93/1,7
Tageteserecta (L.)	1 ПДК	136/3,5	21/0,3
	2 ПДК	272/5,4	39/0,7
	5 ПДК	679/8,2	88/1,3

Фосфор – один из главных элементов питания растений и постоянно вносится в возделываемую почву. В почве фосфор вступает во взаимодействие с цинком как в самой почве, так и в растениях и становится одной из главных причин дефицита цинка в последних.

Состояние в почвах и обеспеченность растений цинком зависит от уровня фосфатов в почве, от доз внесения фосфорных удобрений. На хорошо обеспеченных подвижными формами цинка почвах при интенсивном сельскохозяйственном производстве рекомендуется применять цинковые удобрения.

Диапазона значений от 5 до 23 мг/кг содержания цинка в почве, как правило, не удастся достичь. Необходимо учитывать, что такие концентрации цинка могут влиять на чувствительные культуры. Цинк обладает фитотоксичным действием. Данный элемент влияет на уменьшение всхожести, снижение накопления сухого вещества и уменьшение энергии прорастания семян.

Такие данные могут послужить поводом для пересмотра существующих ПДК.

Дополнительный приход цинка в почву возможен в зонах воздействия различных промышленных производств, а также вблизи автомагистралей. С дождевыми осадками и ветром мелкие частицы, содержащие цинк, могут переноситься на различные расстояния и оседать на листовые пластинки растений и поверхности почвы. В процессе жизнедеятельности живых организмов происходят реакции обмена и замещения, адсорбции, аккумуляции, миграции что приводит к поглощению цинка растениями либо - его накоплению в почве и перемещению вниз по профилю. Накопление происходит в виде гидроксидов, карбонатов, сульфидов и органических комплексов.

Таким образом, установлено, что цинк в городских почвах распространен повсеместно и в подавляющем большинстве проб соответствует нормативным значениям. Незначительное превышение норматива содержания подвижных

форм цинка вследствие аэрозольного загрязнения территорий Луганской области зафиксировано в 2,09% случаях в зонах жилой застройки и на территориях многофункциональных общественных зон.

Выводы: Цинк является одним из основных загрязнителей городских почв. Он относится к накапливающимся элементам со средним выявленным коэффициентом аномальности от 1.8 до 3.5 при высоком вариативном уровне его содержания.

Площадные аномалии смешанного генезиса наиболее типичны для городов, которые занимают до 1/2 городской территории. Вместе с тем, аномалии цинка в почвах выявлены в зонах интенсивного техногенного воздействия накопителей цинкосодержащих шламов. Это связано с поступлением цинка в почвы с гидрогенными потоками или с отходами.

Опасность загрязнения городских почв цинком связана с высокой долей его подвижных форм и, как следствие, поглощением элемента растениями. Этот факт подтвержден полученными данными о превышающих допустимые уровни накопления цинка в почвах и при выращивании на них овощах.

Данная проблема представляется актуальной для экологической безопасности города и для выращивания сельскохозяйственной продукции на загрязненных городских и пригородных территориях.

Л и т е р а т у р а

1. Абдуажитова А.М. Адсорбция тяжелых металлов при моно- и полиэлементном загрязнении почв // международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. – №8-2. – С.142-143.
2. Горелов А.А. Социальная экология. М.: Флинта, 2012. – 608 с.
3. Ефремова С.Ю., Шарков Т.А., Лукьянец О.В. Экологический мониторинг загрязнения почв // Известия ПГУ им.В.Г. Белинского. – 2011. – №25. – С.568-571.
4. Каменщикова В.Е. Влияние техногенного загрязнения на биофизические и биохимические свойства

дерново-подзолистых почв таежно-лесной зоны // Вестник ПГУ. Биология. – 2012. – №2. – С.45-50.

5. Методические указания по отбору проб из объектов внешней среды и подготовка их для последующего определения канцерогенных полициклических ароматических углеводородов: № 1424-76 от 12.05.76.

6. Комарова Н.Г. Основы экологии и геоэкологии. М.: Академия, 2012. – 272 с.

7. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. Ростов-на-Дону: Феникс, 2012. – 608 с.

8. Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК): № 3210-85 от 01.02.85 /МЗ СССР. М., 1985.

Demyanenko T.I.

THE STATE OF THE SOIL COVER AND ASSESSMENT OF SOIL CONTAMINATION WITH ZINC

The paper presents the results of a study of the soils of the Luhansk region for the content of zinc in them, taking into account the functional affiliation of the territories of the region. The article considers the problem of the state of the soil cover depending on the content of zinc compounds in the soil.

Keywords: pollution, environmental safety, heavy metals, zinc.

Демьяненко Татьяна Игоревна, старший преподаватель кафедры общеобразовательных дисциплин ИСА и ЖКХ ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: tatdemjanenko@yandex.ua

Demyanenko Tatyana Igorevna, Senior Lecturer of the Department of General Education Disciplines of ISA and Housing and Communal Services, SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич, доктор технических наук, профессор кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры ИСА и ЖКХ ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 24.11.2022 г.

УДК 69.032.22:658.512.4

ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРОИЗВОДСТВО СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

Засько В.В., Загородняя А.В., Мирошникова А.А.

THE FACTORS DEVELOPING A DESTABILIZING INFLUENCE ON THE CONSTRUCTION AND INSTALLATION WORKS DURING CONSTRUCTION OF HIGH-RISE BUILDINGS

Zasko V.V., Zagorodnya A.V., Miroshnikova A.A.

Выполнение строительных работ сопряжено со многими условиями, которые существенно затрудняют их производство, а именно: увеличивают время выполнения технологических операций, время нахождения строительной техники на производственной площадке, а в некоторых случаях вызывают перерасход строительных материалов. Следовательно, увеличиваются фактические затраты подрядных организаций на выполнение всего комплекса строительных работ. На практике зачастую не получается обеспечить нормальные условия производства строительно-монтажных работ, не осложненные внешними факторами, такими как стесненность, загазованность, наличие действующего оборудования непосредственно в зоне производства работ и т.д. Следовательно, работы производятся в условиях влияния дестабилизирующих факторов, что, в свою очередь, сказывается на стоимости и продолжительности их выполнения. Поэтому при проектировании организации высотного строительства необходимо учитывать влияние различных дестабилизирующих факторов, усложняющих производство строительно-монтажных работ.

В известных работах по организации строительства объектом исследования является процесс реконструкции промышленных и гражданских зданий. Процесс возведения высотных многофункциональных комплексов имеет специфические отличия, в частности, по технологии и организации строительного производства, связанные со строительством в условиях функционирующих структур крупных городов и существующей инфраструктуры, учет которых позволит нейтрализовать или локализовать негативное влияние дестабилизирующих факторов.

Ключевые слова: высотное здание, строительно-монтажные работы, организация строительства, дестабилизирующие факторы, стоимость, продолжительность.

Постановка проблемы и ее связь с научными и практическими заданиями. Производство строительных работ связано со многими условиями, существенно влияющими на их выполнение, – увеличивают время выполнения технологических операций, продолжительность пребывания строительной техники на строительной площадке, а в отдельных случаях вызывают перерасход строительных материалов, т.е. увеличивают фактические затраты подрядных организаций на выполнение всего комплекса строительных работ по возведению зданий и сооружений.

На практике часто не получается создать нормальные условия производства строительно-монтажных работ из-за стесненности, загазованности, наличия работающего оборудования непосредственно в зоне выполнения работ. В связи с этим работы осуществляются в условиях влияния дестабилизирующих факторов, влияющих на стоимость и продолжительность их выполнения. Поэтому при проектировании организации высотного строительства необходимо учитывать влияние усложняющих производство строительно-монтажных работ дестабилизирующих факторов [1-3].

Анализ последних исследований и публикаций. Проблеме учета влияния дестабилизирующих факторов в процессе проектирования и производства строительно-монтажных работ посвящены научные труды Д.Ф. Гончаренко [5; 6], В.А. Давыдова [7], В.М. Кирноса [8; 9], Т.С. Кравчуновской [11] и других ученых [4; 10; 12; 13-15]. В их трудах объектом исследования выступает процесс реконструкции промышленных и гражданских зданий. Процесс возведения высотных многофункциональных комплексов имеет специфические особенности технологии и организации строительного производства, связанные со строительством в условиях функционирующих структур городов и существующей инфраструктуры. Учет этих факторов позволит нейтрализовать или локализовать негативное влияние дестабилизирующих факторов.

Цель статьи – определение факторного пространства дестабилизирующих факторов, негативно влияющих на выполнение строительно-монтажных работ при возведении высотных многофункциональных комплексов.

Изложение материала. Основными факторами, дестабилизирующими производство строительно-монтажных работ при возведении высотных зданий, являются:

- производство работ в охранной зоне действующей воздушной линии электропередач;
- производство работ в закрытых сооружениях, расположенных ниже 3 м от поверхности земли;
- строительство инженерных сетей и сооружений, объектов жилищно-гражданского назначения в стесненных условиях застройки;
- строительство новых объектов в стесненных условиях действующих предприятий, имеющих развитую систему транспортных и инженерных коммуникаций и стесненные условия складирования строительных материалов на площадке строительства;
- строительство объектов на склонах гор в стесненных условиях с сохранением природного ландшафта.

Стесненные условия в застроенной части городов характеризуются:

- интенсивностью движения городского транспорта и пешеходов в непосредственной близости от места производства работ, что требует необходимость выполнения работ малыми захватками с полным завершением всех работ на

захватке, включая восстановление разрушенных покрытий проездов и зеленых насаждений;

- наличием сетей существующих подземных коммуникаций, подлежащих перекладке;

- наличием жилых и производственных зданий, а также зеленых насаждений, берегаемых в непосредственной близости от места работ;

- стесненными условиями складирования материалов или невозможностью их складирования на строительной площадке для нормального обеспечения материалами рабочих мест;

- условием строительства объектов, когда плотность их застройки превышает нормативную на 20% и более;

- в случае строительства объектов, когда в соответствии с требованиями техники безопасности проектом организации строительства предусмотрено ограничение поворота стрелы башенного крана.

Уровень стесненности строительной площадки и рабочих зон ограничивает возможность использования строительных машин, рабочих на строительной площадке или в пределах рабочих зон применяемых строительных машин.

Таким образом, фактор стесненности проявляется в ограничении возможности перемещения строительной техники, складирования строительных конструкций, транспортирования строительных материалов и конструкций, в снижении производительности труда рабочих.

Различают внешнюю и внутреннюю стесненность условий производства работ [9].

Внешняя стесненность определяется отношением свободной площади территории строительной площадки к площади, необходимой для рациональной организации строительного производства, размещения строительной техники, складирования конструкций и материалов, размещения бытового городка строителей.

В общем виде свободная площадь определяется по формуле:

$$F_c = F_o - (F_{zc} + F_{nc} + F_{nn} + F_{зб}), \quad (1)$$

где F_o – свободная площадь территории объекта строительства;

F_{zc} – площадь застройки существующими зданиями;

F_{nc} – площадь зон надземных инженерных сетей;

F_{nn} – территории, занятые складами, дорогами, бытовыми зданиями;

$F_{зб}$ – территории, расположенные в опасных зонах (вблизи легко воспламеняемых веществ, транспортных магистралей, объектов энергетического хозяйства).

Величина свободной площади F_c сравнивается с площадью необходимой при проектировании строительного генерального плана F_{en}

$$F_{en} = F_{cm} + F_{он} + F_{бс} + F_{зм}, \quad (2)$$

где F_{cm} – площадь складов для хранения материалов и конструкций;

$F_{бс}$ – площадь бытового городка строителей;

$F_{он}$ – площадь дорог и площадок, необходимых на период строительства;

$F_{зм}$ – площадь зоны работы строительных машин.

Степень внешней стесненности объекта определяется соотношением:

$$K_{cm} = \frac{F_c}{F_{en}}. \quad (3)$$

Очевидно, что возможны три значения степени внешней стесненности:

$$1) K_{cm} = 0 \quad \text{при } F = 0;$$

$$2) 0 < K_{cm} < 1;$$

$$3) K_{cm} \geq 1 \quad \text{при } F \geq F_{en}.$$

Первому значению соответствуют особо стесненные условия производства строительномонтажных работ, второму – стесненные, третьему – менее стесненные.

Внутренняя стесненность объекта характеризует условия организации рабочих мест и определяет:

– ограничения, накладываемые на формирование фронта работ;

– ограничения, накладываемые на возможность использования строительных машин для монтажа строительных конструкций;

– ограничения, накладываемые на технологию строительного процесса и взаимосвязь работ в пространстве и времени.

К другим факторам, усложняющим условия производства работ, можно отнести:

– возведение конструктивных элементов зданий и сооружений внутри строящихся зданий, при возведении коробки здания в случаях, когда это оговорено проектом организации строительства;

– выполнение строительных работ в существующих зданиях и сооружениях, освобожденных от оборудования и других предметов, затрудняющих нормальное выполнение работ;

– производство строительных и других работ в существующих зданиях и сооружениях в стесненных условиях при наличии в зоне производства работ действующего технологического оборудования или предметов, загромождающих пространство;

– производство строительных и других работ в зданиях и сооружениях с температурой на рабочем месте выше $+40^{\circ}\text{C}$;

– производство строительных и других работ в зданиях и сооружениях с вредными условиями труда, где работникам предприятия установлен сокращенный рабочий день, а работники-строители имеют рабочий день нормальной продолжительности;

– производство строительных и специальных строительных работ в подземных условиях в шахтах, рудниках, метрополитенах, тоннелях и других подземных сооружениях, в том числе специального назначения;

– производство строительных и специальных строительных работ в эксплуатируемых тоннелях метрополитенов в ночное время «в окно».

Выводы. Влияние дестабилизирующих факторов при обосновании продолжительности и стоимости возведения высотных многофункциональных комплексов осуществляется путем введения поправочных повышающих коэффициентов. Эффективное проектирование высотного строительства необходимо осуществлять на основе формирования, оценки, анализа и выбора наиболее рациональных вариантов организационно-технологических решений.

Л и т е р а т у р а

1. Здания и комплексы высотные. Правила проектирования: СП 267.1325800.2016 – Офиц. изд. – Москва, Стандартинформ, 2017. – 102 с.
2. Строительство в условиях уплотненной застройки. Требования безопасности: ДБН В.1.2-12-2008. – Офиц. изд. – Киев: Минрегионбуд Украины, 2008. – 34 с.
3. Организация строительного производства: СП 48.13330.2019. – Офиц. изд. – Офиц. изд. – Москва, Стандартинформ, 2020. – 70 с.
4. Генералов В.П. Особенности проектирования высотных зданий: учеб. пособие / В.П. Генералов. – Самара: Самарск. гос. архит.-строит. ун-т, 2009. – 296 с.
5. Гончаренко Д.Ф. Возведение многоэтажных каркасно-монолитных зданий: монография / Д.Ф.

Гончаренко, Ю.В. Карпенко, Е.И. Меерсдорф; под ред. Д.Ф. Гончаренко. – Киев: А+С, 2013. – 128 с.

6. Гончаренко Д.Ф. Методы формирования инженерной подготовки реконструкции промышленных предприятий: дис. ... д-ра техн. наук: спец. 05.23.08 «Технология и организация промышленного и гражданского строительства» / Гончаренко Дмитрий Федорович. – Москва, 1992. – 486 с.

7. Давыдов В.А. Научно-методологические принципы обоснования организационно-технологических решений реконструкции промышленных зданий: автореферат дис. ... д-ра техн. наук: спец. 05.23.08 «Технология и организация промышленного и гражданского строительства» / Давыдов В. А. – Санкт-Петербург, 1992. – 60 с.

8. Кирнос В.М. Научно-методологические основы организационно-технологического регулирования продолжительности и стоимости реконструкции промышленных предприятий: дис. ... д-ра техн. наук: спец. 05.23.08 «Технология и организация промышленного и гражданского строительства» / Кирнос Владимир Михайлович. – Харьков, 1994. – 351 с.

9. Кирнос В.М. Организация строительства / В.М. Кирнос, В.Ф. Залунин, Л.Н. Дадиверина – Днепропетровск: Пороги, 2005. – 309 с.

10. Кирнос О.И. Организационно-технологические аспекты обоснования цены на строительную продукцию: дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.23.08 «Технология и организация промышленного и гражданского строительства» / Кирнос Олеся Ивановна. – Днепропетровск, 1993. – 145 с.

11. Кравчуновская Т.С. Комплексная реконструкция жилой застройки: организационно-технологические аспекты : монография / Т.С. Кравчуновская – Днепропетровск: Наука и образование, 2010. – 230 с.

12. Проектирование современных высотных зданий / Сюй Пэйфу, Фу Сюси, Ван Цуйкунь, Сяо Цунчжэнь. – Москва: АСВ, 2008. – 469 с.

13. Mir V.Ali. Evolution of concrete skyscrapers: from Ingalls to Jin mao / Mir V. Ali // Electronic Journal of Structural Engineering. – 2001. – Vol. 1, № 1. – P. 2-14.

14. Richard L. Urban construction project management / L. Richard, J. Eschemuller. – New York: McGraw-Hill, 2008. – 480 p.

15. Sidney V.L. Project management in construction / V.L. Sidney. – New York: McGraw-Hill, 2006. – 402 p.

Zasko V.V., Miroshnikova A.A.

THE FACTORS DEVELOPING A DESTABILIZING INFLUENCE ON THE CONSTRUCTION AND INSTALLATION WORKS DURING CONSTRUCTION OF HIGH-RISE BUILDINGS

The performance of construction works is associated with many conditions that significantly complicate their production, namely: they increase the time of technological operations, the time spent by construction equipment on the production site, and in some cases cause overspending of construction materials. Consequently, the actual costs of

contractors for the implementation of the entire complex of construction works are increasing. In practice, it is often impossible to ensure normal conditions for the production of construction and installation works, not complicated by external factors, such as tightness, gas pollution, the presence of operating equipment directly in the work area, etc. Consequently, the work is carried out under the influence of destabilizing factors, which, in turn, affects the cost and duration of their performance. Therefore, when designing the organization of high-rise construction, it is necessary to take into account the influence of various destabilizing factors that complicate the production of construction and installation works.

In well-known works on the organization of construction, the object of research is the process of reconstruction of industrial and civil buildings. The process of construction of high-rise multifunctional complexes has specific differences, in particular, in technology and organization of construction production associated with construction in the conditions of functioning structures of large cities and existing infrastructure, accounting for which will neutralize or localize the negative impact of destabilizing factors.

Keywords: *high-rise building, construction works, construction management, destabilizing factors, cost, duration.*

Засько Виталий Васильевич, канд. техн. наук, доцент, ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: vizasko@yandex.ru

Zasko Vitaly Vasilyevich, Ph.D. (Eng.), associate Professor SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Загородняя Анастасия Викторовна, канд. техн. наук, доцент, ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: housenastya@mail.ru

Zagorodnya Anastasia Viktorovna, Ph.D. (Eng.), associate Professor SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Мирошникова Анна Андреевна, старший преподаватель, ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: geologia3@mail.ru

Miroshnikova Anna Andreevna, senator teacher SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Соколов Владимир Ильич, д.т.н., профессор кафедры вентиляции, теплогаз- и водоснабжения института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 27.10.2022

УДК 69.033

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА БЫСТРОВЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖИЛЬЯ И ОБЪЕКТОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДОНБАССА

Колесникова Ю.В., Скачко Н.А., Дьяковская О.С.

THE USE OF TECHNOLOGIES FOR THE CONSTRUCTION OF PREFABRICATED BUILDINGS FOR THE RESTORATION OF HOUSING AND INFRASTRUCTURE OF DONBASS

Kolesnikova Yu.V., Skachko N.A., Dyakovskaya O.S.

В условиях беспрецедентных разрушений, с которыми столкнулись республики Донбасса в ходе военных действий, одним из главных критериев при строительстве зданий и сооружений наравне с ценой является скорость возведения, поэтому новые технологии позволяют снизить сроки строительства. При восстановлении жилья и объектов инфраструктуры наряду с традиционными технологиями одним из решений может стать область строительства быстровозводимых зданий. В данной статье рассматриваются особенности строительства быстровозводимых здания и сооружения, их преимущества и недостатки, а также их применимость.

Ключевые слова: восстановление, технологии, быстровозводимые здания, каркасно-панельные, каркасно-тентовые, бескаркасные, блочно-модульные, каркасно-монолитные, сроки возведения.

Введение. Восстановление жилья, социальных объектов и необходимой инфраструктуры, подготовка к холодам - первоочередные задачи в рамках восстановления освобождённых территорий Донецкой и Луганской Народных Республик. Классическое капитальное строительство занимает достаточно большое количество времени. При использовании бетона, кирпича и сложных фундаментов на постройку сооружения может уйти несколько лет, что в современных условиях восстановления региона не актуально.

Специалисты «Военно-строительной компании» (Военстрой) Минобороны РФ за 101 день построили в Луганске многофункциональный медицинский центр. Новый медицинский комплекс

(11 тыс. м²) на 200 мест – это капитальное одноэтажное здание с двумя операционными боксами, реанимационным отделением, палатами, кабинетами врачей и полным комплектом оборудования. Сотрудники «Военно-строительной компании», которые работают на объекте, отмечают, что возводить его помогает опыт экстренной стройки десятков больниц во время пандемии коронавирусной инфекции и технологии быстрого возведения зданий.

Целью работы является обзор существующих технологий быстровозводимых зданий. Быстровозводимое домостроение имеет пусть недолгую, но уже очень насыщенную историю написания множества статей, учебников, учебных пособий. Этой темой занималось много исследователей [1-12]. Значительный вклад в развитие быстровозводимых конструкций внесли такие ученые, как В.А.Рыбаков [2], Е.Н. Жмарин [3], и др. Одним из самых распространенных типов быстровозводимых зданий является ЛСТК, ему посвящено большое количество литературы [1-13].

Изложение основного материала. Основное преимущество технологий быстровозводимых зданий, как следует из их названия, - это минимальные сроки строительства, что обусловлено, в частности, следующими факторами: конструктивными особенностями зданий, технологичностью выполнения работ, высокой заводской готовностью, вплоть до наружной и внутренней отделки, что позволяет с минимальными трудовыми затратами возвести исследуемые здания.

Развитие технологий. В России с 1930 годов начинается становление производственной базы металлоконструкций и развитие российской школы проектирования. Его основные задачи: ускорение монтажа каркасов, упрощение, унификация их конструкций, экономия стали. С середины 1970 годов начинается новый этап развития технологии. Конструкции становятся более легкими, прочными. Строительство крытых стадионов к Олимпиаде 1980 года осуществляется с использованием вантовых опор, стальных мембран, других передовых решений. Некоторые из них применяются до сих пор. С начала 2000 годов строительство быстровозводимых зданий в России становится массовым. Появление легких, эффективных утеплителей, универсальных прочных несущих конструкций, надежных антикоррозийных покрытий позволяет не только экономить на строительстве, но и гарантировать качество готовых объектов. Начиная с этого периода применяется стандартная технология строительства быстровозводимых зданий, имеющая особенности:

- **минимальные требования к подготовке основания.** Для стандартных быстровозводимых зданий достаточно устройство плитного, ленточного или свайного фундамента. Требования к несущей способности основания минимальны: конструкции здания не создают большой нагрузки.

- **быстрая сборка каркаса.** При монтаже используются болтовые соединения. Каркас собирается как простой конструктор. Элементы унифицированы, что дополнительно упрощает работы. Есть ряд типовых проектов, а также

возможность их адаптации (изменения площади, высоты стен, некоторых других характеристик) без проектирования и изготовления нестандартных деталей;

- **энергоэффективность.** В качестве ограждающих конструкций используются сэндвич-панели - готовые модули с утеплителем из пенополистирола внутри. Стыки между ними выполнены так, чтобы исключить потери тепла или образование мостиков холода;

- **нет мокрых процессов.** Строительные работы можно выполнять при любой температуре, при любых погодных условиях. Соединения являются болтовыми.

Виды быстровозводимых зданий. Область применения быстровозводимых зданий довольно широка по функциональному назначению. Самыми распространенными видами быстровозводимых зданий являются: каркасно-панельные (каркасно-щитовые), каркасно-тентовые (каркасно-мембранные), бескаркасные, блочно-модульные, каркасно-монолитные (метод несъемной опалубки).

Каркасная система из ЛСТК. Строительство каркасных домов является самым экономичным среди существующих на сегодня строительных технологий. В настоящее время наиболее эффективной технологией строительства быстровозводимых сооружений является каркасная система из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК), утеплителя, облицовочных листов и пароизоляционных пленок, которая представлена на рис. 1.



Рис.1. Схема здания из ЛСТК

Для быстровозводимых облегченных строительных конструкций обычно требуется фундамент мелкого заложения (монолитная плита), свайный или винтовой фундамент (самый экономичный и быстрый вариант) [2].

Технология строительства быстровозводимых зданий реализуется следующим образом. Сначала из стального термопрофиля толщиной 0,7-2 мм с помощью болтов и саморезов собирается каркас наружных панелей. Затем для защиты от ветра с наружной стороны крепится ветрозащитная пленка либо гипсоволокнистая плита. Между профилями каркаса укладывается эффективный утеплитель - эковата, минвата. На внутреннюю поверхность теплоизоляции с перехлестом монтируется парозащитная пленка. После этого поверхность со стороны помещения обшивается гипсокартонными листами. Возможны и альтернативные варианты. В качестве внутренней обшивки возможно использование цементно-стружечной, ориентированно-стружечной плит, фанеры и других современных материалов [1, 3].

Основными достоинствами способа строительства по технологии ЛСТК являются: быстрота возведения (срок возведения здания из ЛСТК 4-5 месяцев), лёгкость и простота монтажа (при строительстве требуется 3-4 рабочих), отсутствие усадки фундамента в период строительства и эксплуатации, всесезонный монтаж, отсутствие тяжёлой техники при строительстве, сейсмоустойчивость, высокие характеристики теплосбережения.

К недостаткам ЛСТК относят: пожароопасность, проектирование и монтаж зданий из ЛСТК должны проводиться специалистами высокой квалификации, отсутствие норм проектирования зданий.

Каркасно-щитовой метод. Каркасно-щитовой метод строительства является одним из типов быстровозводимых зданий и сооружений. Устройство каркасно-щитового здания представлено на рис. 2.

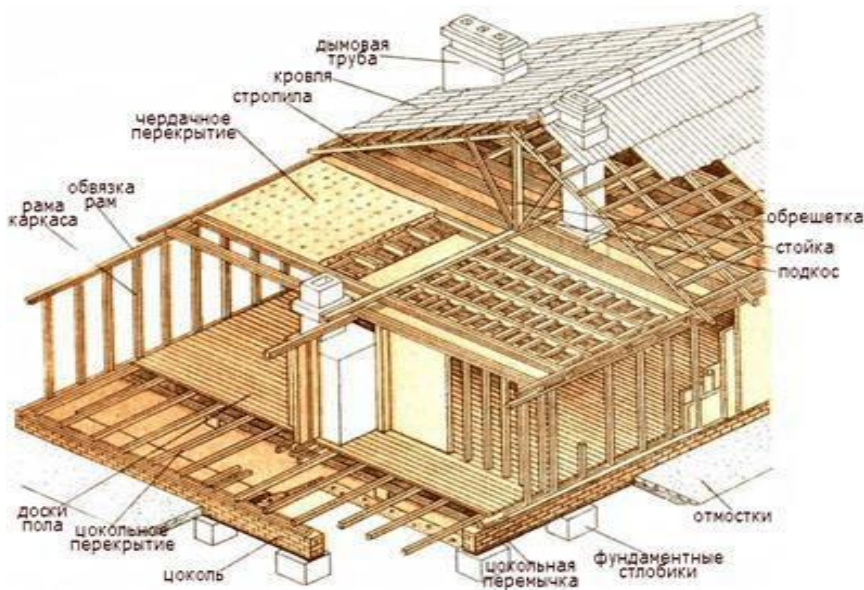


Рис. 2. Устройство каркасно-щитового здания

В качестве несущего каркаса выступают деревянные балки, а в качестве стеновых наполнителей используются самые разнообразные материалы минерального происхождения. Дом возводится из заранее изготовленных щитов, размеры которых рассчитываются на стадии проектирования. Установленный на фундамент щит снаружи обтягивается пергамином с целью гидро- и ветроизоляции. Изнутри по пергамину

прокладывают слой утеплителя (для этих целей чаще всего используется минеральная вата) толщиной 150 мм. Изнутри на утеплитель укладывают пароизоляционный материал. По теплоизоляционным характеристикам такая стена соответствует полутора метрам традиционной кирпичной кладки. Три перечисленных слоя, собственно, и являются готовой стеной дома. Выбор материалов для ветроизоляции снаружи и

пароизоляции изнутри зависит от вида внутренней и наружной отделки дома. Традиционным основанием для отделки из облицовочного кирпича является цементно-стружечная плита (ЦСП), сайдинг или деревянная вагонка и другие варианты [4].

Преимуществами каркасно-щитовых конструкций являются: быстрота возведения (от 4-6 недель), лёгкость конструкций, простота монтажа, не требует усадки в отличие от бревенчатых и брусовых домов.

К недостаткам относят: небольшая этажность каркасно-щитовых домов, конструкция дома не предусматривает больших нагрузок на фундамент, однако в последнее время все чаще встречаются и проекты домов в два этажа.

Каркасно-тентовый метод. Этот вид быстровозводимых зданий используется для сельскохозяйственных зданий, бытовых складов и объектов досуга и отдыха. Конструкция всегда состоит из тентовой оболочки, представляющей собой однослойный или двухслойный тент, поддерживаемый в проектом положении легким металлическим каркасом из алюминиевых, стеклопластиковых или полиэтиленовых труб [5], (рис. 3).

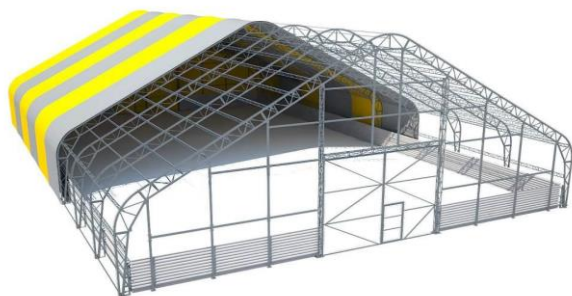


Рис. 3. Каркасно-тентовое сооружение

Подобные конструкции могут быть в исполнении различных форм, размеров и назначений. Но неизменно общим остается их структура построения и основная цель - быстрое обустройство пространства. Такие мобильные конструкции, как правило, очень удобны для транспортировки и просты в сборке. Тентовая ткань представляет собой основу из полиэстера, полиэфира, покрытую с двух сторон поливинилхлоридом и защитным лаком, прочный и эластичный материал, который сохраняет свои характеристики при температурах от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Монтаж тентовых оболочек сводится к установке каркаса и устройству по нему тентового покрытия. В каркасе такой оболочки могут быть

быстроразъемные соединения, а в тканевой основе – специальные «застегивающиеся» устройства. В этом случае оболочку можно перевозить несколькими транспортабельными пакетами [6].

Каркасно-тентовый метод имеет множество преимуществ, таких как: мобильность (возможность быстрого монтажа за 2-3 дня, демонтажа и переноса на другое место), низкая металлоемкость (привлекательная цена по сравнению с капитальными конструкциями), светопрозрачность (в светлое время суток не требуется дополнительное освещение), простота сборки (минимальные затраты на технику, отсутствие сварки, болтовые соединения) и гибкость (возможность модификации существующих конструкций, увеличения площади и длины).

К недостаткам же этого метода стоит отнести: малый срок службы (тент – 15 лет, каркас – 40 лет), постоянная подкачка воздуха, значительные теплопотери (термическое сопротивление $R_0 = 0,0063 \text{ м}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$), большие затраты на энергию. В итоге этот метод благодаря своим преимуществам лучше всего подходит для строительства: промышленных зданий, складов, спортивных объектов, отдыха и сельского хозяйства.

Метод несъемной опалубки. В России дома из несъемной опалубки строятся уже около 10 лет, они прекрасно себя зарекомендовали. Основным преимуществом применения технологии несъемной опалубки является возможность возведения многослойной конструкции с необходимой теплоизоляцией за один технологический цикл. То есть стена получается сразу «теплой» и не требуется дополнительных затрат на работы по утеплению, следовательно, строительство получается более экономичным [7].

Несъемная опалубка – это набор комплектующих, которые в сборе представляют собой единую опалубочную конструкцию. В некоторые модели опалубки можно помещать утеплитель, армированные сетки, арматуру, а затем заливать бетон. Благодаря объединению нескольких строительных процессов, несъемная опалубка существенно ускоряет и упрощает все строительные процессы. Разные части опалубки скрепляют при помощи специальных замковых конструкций, внутри закладывают строительную арматуру с рифлениями и заливают бетон. Как правило, при использовании несъемной опалубки не требуется сложной строительной техники [8, 9].

Различают несколько принципиально разных видов несъемной опалубки: из керамзитобетона, из

пенополистирола, деревобетонные панели или блоки (арболит), стекломагнезитовую несъемную опалубку, армированные панели, облицовочная

несъемная опалубка «Техноблок». Схема несъемной опалубки показана на рис. 4.

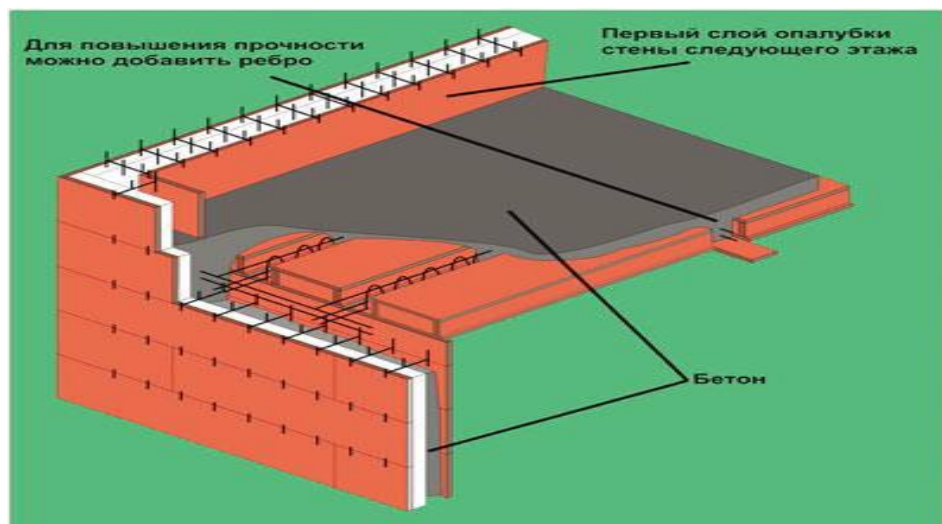


Рис. 4. Схема несъемной опалубки



Рис. 5. Блочно-модульное сооружение

Преимуществами метода несъемной опалубки являются: простота монтажа, скорость возведения, малая цена (стоимость 1 кв. метра около 130\$), конструкции являются жесткими и несущими, прекрасная тепло- и звукоизоляция.

К недостаткам же относят: низкую шумоизоляцию, требуется отделка, сезонные ограничения строительства (в летнее время необходимо увлажнение бетона водой. При температуре ниже минус 5-ти градусов по Цельсию возникают проблемы с затвердеванием бетона, высокая влажность (в домах из несъемной опалубки

необходимо использовать принудительную вентиляцию), обязательное заземление/зануления дома (так как технология подразумевает использование металлической арматуры, требуется устройство заземленного контура для защиты от атмосферных разрядов) [8].

Блочно-модульные быстровозводимые здания. Блочно-модульные быстровозводимые здания - это универсальные конструкции, состоящие из прочного каркаса, ограждающих элементов и кровли. Могут изготавливаться в перемещаемом

или мобильном выполнении. На рис. 5 представлено блочно-модульное сооружение.

Главными элементами быстровозводимых модульных зданий являются так называемые блок-модули определённых размеров, которые позволяют возводить сооружения с необходимыми размерами. На строительную площадку готовый модульный блок доставляется в состоянии полной либо частичной сборки, полностью подготовленных элементов конструкции. На самой площадке требуется только сооружение фундамента. Чаще всего это мелкозаглубленные или незаглубленные типы фундаментов: ленточные, плитные или столбчатые.

Модульные здания могут устанавливаться без фундамента (преимущественно до трёх этажей), могут легко демонтироваться и перевозиться на другое место. Изготавливаются в различном исполнении для любых климатических условий, отвечают всем пожарным и санитарным требованиям, имеют систему отопления и вентиляции, сантехнику и электрооборудование [10, 11].

Для изготовления модулей используют следующие виды материалов: металл (блок-контейнеры, бытовки, нестандартные конструкции); дерево (блоки из профилированного бруса, оцилиндрованного бревна или древесно-щитовых материалов); бетонные конструкции (армированные бетонные плиты или модульные конструкции из ячеистых бетонов).

Главные преимущества модульных зданий – это их мобильность, скорость развертывания, возможность установки в местах, где обычное строительство затруднено или невозможно, высокая степень заводской готовности, применение современных отделочных материалов, высокое качество исполнения, стойкость к сейсмическим и снеговым нагрузкам.

Недостатками у блочно-модульных зданий являются: возможность ухудшения теплоизолирующих и прочностных свойств через несколько десятков лет эксплуатации, сложность монтажа предполагает проведение работ только высокопрофессиональной бригадой.

Результаты исследований. Главным достоинством быстровозводимого здания является, конечно же, скорость возведения, не зависящая от времени года, что немаловажно для районов, пострадавших от военных действий. У разных типов конструкций есть свои преимущества и недостатки, исходя из них выбирают нужный тип конструкций.

Как видно из приведённых аргументов в статье, одной из лучших технологии является ЛСТК, но если цена значительно выше или необходимые преимущества содержит другой тип конструкции, то выбирают нужную технологию.

Выводы. В качестве заключения хотелось бы сказать, что если конечной целью возведения здания является сдача в эксплуатацию строительного объекта в минимальные сроки, то они все практически отвечают этому требованию благодаря высокой заводской готовности. Быстровозводимые здания представляют всё более важное значение и значительно упрощают и улучшают жизнь людей.

Л и т е р а т у р а

1. Ромашко В.М. Сборно-разборные, быстровозводимые, здания-модули // Молодёжь и наука: Сборник материалов VII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, посвященной 50-летию первого полета человека в космос. [Электронный ресурс]. URL: http://elibr.sfu-kras.ru/bitstream/2311/4880/1/s231_111.pdf
2. Альхименко А.И., Ватин Н.И., Рыбаков В.А. Инновационные технологии ЛСТК. Теория и практика. // Технология легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) – Россия. 2008. – С. 4-6.
3. Ватин Н.И., Белоусова А.Г., Жмарин Е.Н. Термопанели — ограждающие конструкции нового века // Информационно-аналитический журнал «ИНФСТРОЙ», – №3(27), 2006, – С. 39-41.
4. Исаева Е.И. Быстровозводимые здания // Журнал СтройПРОФиль, 2009. – №3(73). – С. 11-14.
5. Ларионов И.И. Каркасно-щитовое строительство // Журнал Каталог Проектов, 2004. – № 2 (23). – С. 1-5.
6. Ким А.Ю., Доль Д.В. Быстровозводимое арочно-мембранное сооружение // Высшее профессиональное заочное образование на железнодорожном транспорте: настоящее и будущее: - М.: Изд-во РГОТУПС, 2001. – С. 258 - 260.
7. Кусаинов А.А., Байтурсунов Д.М., Инкарбеков Н.О. Мобильные металленточные сооружения многоцелевого назначения / Алматы, 2006. – С. 356.
8. Пархоменко О.И. Системы несъемной опалубки в гражданском строительстве. Дисс. на соискание степени магистра техники и технологии. – С.5.
9. Вильман Ю.А. Технология строительных процессов и возведение зданий. Современные прогрессивные методы. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005. – С.14.
10. Фетисова М.А. Строительство с использованием несъемной опалубки нового поколения из пенополистирола // Молодой ученый. 2012. – №5. – С. 70-71.
11. Адам Ф.М. Полносборное строительство модульных быстровозводимых малоэтажных зданий // Материалы научно-практической конференции

«Постсоветское градостроительство». / Госстрой России ГУП НИИГрадостроительства. СПб, 2001. – С. 119-121.

12. Асаул А.Н., Казаков Ю.Н., Быков В.Л., Князев И.П., Ерофеев. Теория и практика использования быстровозводимых зданий – Россия. 2004. – С. 19-24.

13. Быстровозводимые здания: основные типы [Электронный ресурс]. URL: http://psc-specstroy.ru/bistrovozvodimie_zdaniya.shtml

Kolesnikova Yu.V., Skachko N.A., Dyakovskaya O.S.
THE USE OF TECHNOLOGIES FOR THE CONSTRUCTION OF PREFABRICATED BUILDINGS FOR THE RESTORATION OF HOUSING AND INFRASTRUCTURE OF THE DONBASS

In the conditions of unprecedented destruction faced by the republics of Donbass during the hostilities, one of the main criteria for the construction of buildings and structures on a par with the price is the speed of construction, so new technologies can reduce the construction time. This article discusses the features of the construction of prefabricated buildings and structures, their advantages and disadvantages, as well as their applicability.

Keywords: restoration, technologies, prefabricated buildings, frame-panel, frame-tent, frameless, block-modular, frame-monolithic, construction time.

Колесникова Юлия Владимировна, старший преподаватель, институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства, ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: juliakolesnikova76@list.ru

Kolesnikova Yulia Vladimirovna, Senior Lecturer, Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services, SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Скачко Николай Александрович, старший преподаватель, институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства, ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: skachko_nikolaie@mail.ru

Skachko Nikolay Aleksandrovich, Senior Lecturer, Architecture and Housing and Communal Services, SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Дьяковская Ольга Сергеевна, старший преподаватель, Институт архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства, ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: dream25@mail.ru

Dyakovskaya Olga Sergeevna, Senior Lecturer, Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services, SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Андрийчук Николай Данилович, доктор технических наук, профессор, директор Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 07.12.2022

УДК 621

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ В СИСТЕМЕ «УМНЫЙ ДОМ»

Копец К.К.

APPLICATION OF FUZZY LOGIC ALGORITHMS IN THE "SMART HOUSE" SYSTEM

Kopets K.

В статье раскрыто понятие «умный дом», рассмотрены методы и подходы к построению таких систем. Проведен анализ требования к ним и определены основные ожидания потребителей от внедрения таких систем, в частности, энергосбережения, уровня комфорта и безопасности. Проанализированы уровни интеллектуализации современных зданий.

Исследованы основные технологии и способы управления системами «умного дома». Для разработки эффективной системы регулирования температурного режима предложен подход, который основан на математическом аппарате нечеткой логики. Определены основные модули и их функции. Реализован алгоритм определения комфортных температур для помещения. Сформированы базовые терм-множества, определены лингвистические переменные и функции принадлежности, составлена таблица нечетких правил. Рассмотрена методика объединения отсеченных функций и оценивания нечетких правил по алгоритму Мамдани. Эта методика, позволяющая с помощью оценки внутренней и наружной температуры воздуха с использованием правил нечеткой логики определить, как нужно откорректировать температуру до комфортных значений.

Ключевые слова. Умный дом, нечеткие алгоритмы, интеллектуализация домов.

Введение. В условиях быстрого развития микропроцессорной техники и построения на их основе программируемых устройств управления многими видами бытового оборудования возникает потребность и, главное, возможность максимального обеспечения реализации растущих требований к комфортным условиям проживания и труда миллионов людей.

Сегодня актуальны различные методы и модели автоматизированного управления так называемые системы «умного дома» и соответствующие процессы в нем. Умный дом — это система устройств, выполняющих каждый свою функцию. В нее входят датчики, розетки, камеры, бытовая техника, подключенные к центру управления. Они реализуются для обеспечения комфортного пребывания людей в помещении, а также автоматизированного управления различными системами, такими как отопление, освещение, мультимедиа и т.д.

Ядром таких комплексов является аппаратно-программная система, обеспечивающая максимально комфортные условия проживания с учетом индивидуальных требований и потребностей пользователя. Эта система за счет рационального использования энергоносителей позволяет добиться существенного сокращения затрат. Решение этих задач зависит от характеристик жилья и его комфортности.

Состояние проблемы. В современном обществе с учетом распространенности компьютерных технологий актуальны различные методы и модели систем автоматизированного управления умного дома.

Большинство существующих решений умного дома дают возможность пользователю самостоятельно настраивать и контролировать те или иные параметры системы (температуру, освещение и т.п.). Однако существует необходимость в разработке систем, которые могут на основе входных параметров самостоятельно

принимать решения и адаптировать нужные показатели (например, температуру воздуха в доме).

Целью работы является исследование возможности применения нечетких алгоритмов в системах «умного дома».

Постановка задачи. Рассмотреть и проанализировать понятие «умный дом», целесообразность использования данной системы, выявить основные преимущества, составляющие и их функции.

Проанализировать уровни интеллектуализации домов, определить характерные особенности каждого уровня и направления их развития. Определить основные принципы управления и средства реализации, что в основном и интересует конечных потребителей.

1. Понятие «умный дом» и его виды.

Тенденции развития современных технических систем предполагают уменьшение их размеров и массы, наращивание функциональности, что в значительной степени обусловлено жесткими требованиями рыночной экономики, необходимостью уменьшения энергетических затрат, повышения надежности, удовлетворения растущих требований пользователей [5].

В таких условиях появляются новые системы, основанные на новых технологиях, современной элементной базе, высоком уровне интеллектуализации функций и т.д. Одной из таких технологий являются системы «умного дома». В литературе можно встретить и другие названия этой технологии, а именно: Smart House, Smart Home, Intelligent Building и другие. Подробный анализ указанных терминов позволяет выделить и проанализировать их особенности, специфику и различия [2,6].

Под термином Smart House понимают современный жилой дом, предназначенный для комфортного проживания жильцов путем использования высокотехнологичных устройств, подключенных к домашней сети Universal Plug'n'Play с возможностью выхода в сети общего пользования [2].

Название «Intelligent building» используется для системы, интегрированной в квартиру и способной распознавать различные ситуации, происходящие в помещении, и соответствующим образом реагировать на них [7]. Эта реакция определяется согласно заранее разработанному и запрограммированному алгоритму. Можно утверждать, что система обладает определенным уровнем интеллекта.

В целом, под технологией «умного дома» в основном понимают систему, которая объединяет ряд подсистем, обеспечивающих комфортные условия проживания людей в помещении и позволяющих существенно уменьшить энергетические затраты. Централизованное управление такой системой обеспечивается единым техническим устройством – пультом, телефоном, планшетом [6].

Системы умного дома, как правило, содержат такие основные подсистемы, как: климат-контроль, системы управления отоплением, освещением, защитой, подсистема централизованного управления аудио- и видеосистемами и бытовыми системами, подсистема предотвращения технических аварий и т.д.

Сегодня в управляемый комплекс «умный дом» можно объединять отдельные подсистемы разных производителей. На этапе проектирования предусмотрена возможность оптимального интегрирования систем с минимальными затратами и возможностью изменения конфигурации.

2. Анализ требований к системе «умный дом». Требования к созданию системы "умный дом" нельзя четко определить и сделать их универсальными, поскольку у каждого владельца они несколько отличаются, что вызывает определенные трудности в процессе ее реализации и обуславливает необходимость постоянного усовершенствования, настройки и программирования определенных функций.

Анализируя статистику опросов различных международных изданий, можно сформировать перечень требований владельцев жилья, ожидаемых от системы «умный дом» и их значимость [3].

К таким требованиям относятся:

- Удобство – 30 %;
- простота использования – 17 %;
- центральное управление – 10 %;
- надежность – 8 %;
- удовольствие/развлечения – 8 %;
- комфорт – 8 %;
- стоимость/качество – 6 %;
- эстетика/внешний вид – 5 %;
- экономия – 4 %;
- безопасность – 3 %;
- сервис – 1 %.

Из приведенной статистики можно сделать вывод о том, что наибольшие ожидания от системы «умный дом» связаны с комфортом проживания, а требование экономии энергоносителей занимает

лишь девятое место. Такая ситуация справедлива для зарубежных владельцев систем "умный дом".

Что касается России, то большая часть потребителей устанавливает системы «умный дом» прежде всего для уменьшения расхода энергоносителей, а уже потом – для обеспечения комфорта и подтверждения своего статуса. Разработчики и поставщики таких систем обычно имеют определенный базовый комплект для реализации системы интеллектуального дома и предлагают установить его владельцу здания.

К преимуществам подобных систем можно отнести уменьшение необходимых затрат и ресурсов, используемых для удобного проживания в доме. По данным статистики, в среднем система «умный дом» обеспечивает уменьшение [6]:

- льгот по страхованию рисков – до 60%;
- платежей за тепло – 50%;
- платежей за воду – 40%;
- платежей за электроэнергию – 30%;
- эксплуатационных расходов – 30 %;
- выбросов углекислого газа – 30%.

Итак, система умного дома способствует повышению эффективности использования энергоресурсов, уровень комфортабельности помещения, уровень безопасности и т.д.

3. Анализ уровней интеллектуализации современных построек. Дом называется умным, если в нем есть определенная компьютерная или контролирующая система управления инженерным оснащением. Степень управляемости или контроля установленного оборудования (или подсистем) определяет уровень интеллектуализации здания. Все дома можно разделить на 5 уровней интеллектуализации в зависимости от оснащения инженерными системами. Каждый последующий уровень содержит как возможности предыдущего, так и дополнительные возможности [4].

Нулевой уровень – это обычные современные сооружения – неинтеллектуальные, хотя и оборудованы всеми необходимыми системами жизнеобеспечения.

Первый уровень – уровень активной регулировки – это системы, оснащенные индикаторами состояния и устройствами управления. Пользователь имеет возможность просмотреть информацию о состоянии систем и при необходимости регулировать работу бытовых устройств и систем: автоматическое включение/выключение освещения и регулирование уровня освещения в зависимости от времени суток; отопление и вентиляция регулируются

терморегуляторами и вентиляторами; автоматическое выключение бытовых устройств при их неиспользовании в течение определенного промежутка времени.

Второй уровень – уровень «централизованного управления». На этом уровне отдельные системы жизнеобеспечения объединяются через общую структурированную кабельную систему (интеграция инженерных систем) и централизованно дистанционно управляются через центральный контроллер:

– система климат-контроля управляет температурой, влажностью и ионизацией воздуха в помещении;

– система бесперебойного питания контролирует использование электроэнергии и защищает от перегрузок, система освещения оборудована аварийным источником питания;

– система контроля водопровода управляет нагревом и температурой воды, оборудована датчиками протекания воды и контроля канализации;

– противопожарная система и система газоснабжения оборудована датчиками газа, дыма и сигнализацией, охранный система содержит устройства идентификации владельца и видеонаблюдения;

– система управления связью контролирует телефон, Интернет и мультимедийные устройства [4].

Все системы могут управляться с одного пульта или использовать голосовое управление. На этом уровне проявляются отличия в специфике работы для сооружений разного назначения: административных сооружений (защита информации и конференц-связь), промышленных сооружений (автоматизации технологических процессов) и жилья повышенного комфорта (регулирование температуры воды, полива газонов, уборка роботами-пылесосами).

Третий уровень – уровень «внутренней интеграции» – все сооружение является одной интегрированной системой. На этом уровне происходит оптимизация разных показателей, взаимодействие всех подсистем и автоматическое управление (централизованное или распределенное). Здесь присутствуют все системы, что и на втором уровне, но все они интегрированы в одну сложную систему интеллектуального дома.

В зависимости от типа система интеллектуального дома может быть открытой или закрытой. Закрытая – если все устройства и

составляющие системы изготовил один изготовитель. Ее преимущество – меньшая вероятность вмешательства в систему, но это одновременно и недостаток – привязывание к определенному производителю и высокая монопольная цена на устройстве. Будущее – за открытыми системами OSI/ISO (Open System Interconnection/International Standard Organisation), в которых устройства разных производителей будут унифицированными и взаимозаменяемыми.

В зависимости от методов управления системы могут быть централизованными (все подсистемы управляются одним процессором) либо распределенными (в процессе управления участвуют многие равноценные процессоры). Основной недостаток централизованной системы управления в том, что на один процессор приходится вся нагрузка и возможные поломки от такого интенсивного использования, что выводят из строя всю систему. При распределенном управлении выход из строя процессоров менее вероятен, поскольку на каждого из них приходится меньшая нагрузка, что также повышает быстродействие процессоров. Выход из строя одного процессора не приводит к остановке работы всей системы. Соответственно, система надежна.

Четвертый уровень – уровень «внешней интеграции», при котором система взаимодействует с внешними системами и сетями: коммунальными службами, службами спасения и охраны, провайдером связи и кабельного телевидения посредством средств взаимодействия пользователя с информационной системой. Владелец имеет возможность управлять системами газо-, водо-, тепло- и энергоснабжения как дома, так и дистанционно, даже находясь на значительном расстоянии от дома. Современные телекоммуникационные возможности соединяют

системы «умного дома» со службами города и в случае аварий посылают сигнал в службы спасения и т.д.

При такой интеграции в общие системы и сети актуальным вопросом есть техническая защита информации всех сооружений. Этот уровень еще не достигнут, поскольку внешние системы не готовы самостоятельно «общаться» с умным домом.

Пятый уровень – уровень «адаптации» – сегодня не реализовано – это перспектива ближайшего будущего. По замыслу разработчиков, на этом уровне система адаптируется к разным факторам: погодным условиям, времени года, новому владельцу и тому подобное.

Обобщая, можно утверждать, что системы «умного дома» развиваются от простых к сложным, от отдельных к интегрированным, от централизованных к распределенным, от закрытых к открытым, от стационарных к адаптированным. Соответственно, интеллектуализация функций таких систем требует решения ряда задач на каждом из иерархических уровней автоматизированного проектирования, что позволяет утверждать о необходимости введения интеллектуального аспекта в процесс разработки.

4. Анализ применения алгоритмов нечеткой логики. Алгоритмы нечеткой логики можно использовать для определения комфортных условий пребывания в системах «умного дома». Одним из таких направлений есть вычисление комфортных температур.

Реализация системы оценки предполагает три основных этапа [1]:

- определение лингвистических переменных, базовых терм-множеств, функции принадлежности;
- определение правил нечетких выводов;
- процесс дефазификации. Эти этапы схематически изображены на рис 1.



Рис. 1. Модель нечеткой логики в системе оценивания

Для каждой лингвистической переменной необходимо сформировать базовое терм-множество.

Для переменной, например, «температура внутри помещения», такое множество будет состоять из

четырёх термов: «холодно», «комфортно», «тепло», «горячо».

Например, для переменной «температура наружного воздуха» такое множество будет состоять из четырёх термов: «холодно», «нейтрально», «тепло», «горячо».

После того, как выбраны лингвистические переменные, сформированы терм-множества и построены функции принадлежности, необходимо составить продукционные правила для модели (правила вида «Если»..., «Тогда»...). Примеры построения правил показаны в таблице 1. Некоторые значения в таблице отсутствуют – это означает, что в соответствующем правиле выход не зависит от лингвистической переменной.

Правила, представленные в таблице, нужно читать так:

1. Если T_{in} является «холодно», T_{out} есть «мороз» и S_{inf} является «средним», тогда T_{surf} является «низким».

2. Если T_{in} является «холодным», T_{out} является «холодным», V_w является «умеренным» и S_{inf} является «средним», тогда T_{surf} является «низким».

Где T_{in} – температура внутри помещения,

T_{out} – температура наружного воздуха,

V_w – скорость движения воздуха,

S_{inf} – относительная влажность воздуха,

T_{surf} – комфортность температуры в помещении.

Таблица 1

Пример построения правил нечеткой логики

Правила							
№ п/п		T_{in}	T_{out}	V_w	S_{inf}		T_{surf}
1	Если	холодно	мороз		средняя	Тогда	низкая
2	Если	холодно	холодно	умеренный	средняя	Тогда	низкая
3	Если	холодно	тепло	сильный		Тогда	низкая
4	Если	комфортно	тепло	умеренный		Тогда	средняя
5	Если	комфортно	мороз	сильный	высокая	Тогда	низкая
6	Если	комфортно	холодно	умеренный	высокая	Тогда	средняя
7	Если	комфортно	жара	сильный	средняя	Тогда	средняя
8	Если	комфортно	тепло	умеренный	высокая	Тогда	высокая
...							
14	Если	тепло	тепло	умеренный		Тогда	очень высокая
...							

Результат, полученный после оценки нечетких правил, обычно является нечетким значением. Функцию принадлежности используют для преобразования нечеткого выхода в четкое значение. Этот процесс называется дефазификацией.

Объединение полученных отсеченных функций (согласно алгоритму Мамдани) происходит посредством максимизации [1]. Эта методика позволяет с помощью оценки внутренней и наружной температуры воздуха с использованием правил нечеткой логики определить, как нужно скорректировать температуру до комфортных значений.

Выводы. Умный дом – это концепция взаимосвязанных электронных устройств, которые избавляют человека, пользующегося ими, от рутины и берут на себя все процессы управления его жилищем. Такую систему отличают многозадачность и многофункциональность.

Требования, предъявляемые к ним, индивидуальны и зависят от пользователей и условий в помещении. Что и обуславливает поиск новых подходов к решению таких задач.

В статье рассмотрены и проанализированы шесть уровней интеллектуализации современных зданий: от нулевого уровня – это самый простой дом – до пятого уровня интеллектуализации, когда система адаптируется под пользователя.

Предложено использование алгоритмов нечеткой логики и применение в системах умного дома для определения комфортной температуры дома с учетом внутренней и наружной температуры воздуха.

Л и т е р а т у р а

1. Булгаков, А.Г. Нечеткая система управления микроклиматом помещений зданий / А.Г. Булгаков, Аль Джубури Исаам Мохаммед Али // Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион– №3. –2009. – С.31-36.

2. Волошин, О. Home smart home: [умный дом: автоматизация быта] / Волошин О. // Компьютерра. – 2008. – № 18. – С. 64-68.
3. Заборский, Г. «Умный дом» и проблемы развития / Г. Заборский // Архитектура и строительство : No (206). – 2009.
4. Репин, В.И. Интеллектуальное здание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.i-home.ru/>
5. Системы «Умный дом» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.vashdom.ru/articles/research_2.htm.
6. Тесля, Е. «Умный дом» своими руками / Е. Тесля // Издательство: Питер, 2008. – 195 с.
7. «Intelligent Building Technology for Functional Architecture» 20 Nov 2021. ArchDaily [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.archdaily.com/972157/intelligent-building-technology-for-functional-architecture>.
8. Mann W. The state of the science / Mann William C // Smart technology for aging, disability and independence. – John Wiley and Sons. – 2005.

Kopets K.

APPLICATION OF FUZZY LOGIC ALGORITHMS IN THE "SMART HOUSE" SYSTEM

The article reveals the concept of "smart home", considers methods and approaches to the construction of such systems. The analysis of the requirements for them has been carried out and the main expectations of consumers from the implementation of such systems, in particular, energy saving, comfort and safety levels, have been determined. The levels of intellectualization of modern buildings are analyzed.

The main technologies and methods of managing "smart home" systems have been studied. To develop an effective temperature control system, an approach based on the

mathematical apparatus of fuzzy logic is proposed. The main modules and their functions are defined. An algorithm for determining comfortable temperatures for a room has been implemented. Basic term-sets are formed, linguistic variables and membership functions are defined, a table of fuzzy rules is compiled. A technique for combining cut-off functions and estimating fuzzy rules using the Mamdani algorithm is considered. This technique allows, by assessing the indoor and outdoor air temperatures using fuzzy logic rules, to determine how to adjust the temperature to comfortable values.

Key words. Smart home, fuzzy algorithms, intellectualization of houses.

Конец Карина Константиновна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Вентиляция, теплогазо- и водоснабжение», Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: karina_0101@mail.ru.

Kopets Karina, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department "Ventilation, heat, gas and water supply", Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Андрийчук Николай Данилович, доктор технических наук, профессор кафедры «Вентиляция, теплогазо- и водоснабжение» Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 25.11.2022 г.

УДК 628.477

МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Копец Ю.В., Дрозд Г.Я.

METHODS FOR RECYCLING SOLID WASTE

Kopets I.V., Drozd G.Y.

В статье рассмотрены методы переработки бытовых отходов. Проанализированы недостатки методов переработки твердых бытовых отходов. Освещены основные преимущества современных безопасных методов утилизации.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, утилизация, переработка, захоронение, компостирование, сжигание, пиролиз, плазмохимическая технология.

Постановка проблемы. В настоящее время проблема обращения с твердыми коммунальными отходами (далее – ТКО) стоит очень остро, поскольку продолжается накопление отходов как в промышленном, так и в бытовом секторах. Большинство ТКО состоит на мусорных полигонах, которые являются источником загрязнения поверхностных и подземных вод, кроме того, они часто горят, загрязняя окружающую среду.

Территория имеющихся полигонов, свалок и несанкционированных свалок Луганской народной республики уже превышает площадь государственного природо-заповедного фонда. В настоящее время твердые бытовые отходы вывозятся только в 70% городов и в 10% сельских населенных пунктов. Это приводит к накоплению отходов в несанкционированных местах, а именно: за пределами населенного пункта, в лесах, по берегам рек, вдоль дорог [1]. Следовательно, решение проблемы обращения с отходами важно, поскольку рост и накопление ТКО угрожает экологической безопасности Республики.

Учитывая, что имеющиеся свалки переполнены или эксплуатируются без соблюдения природоохранных требований, необходимо очертить новые пути обращения с ТКО. Необходимость утилизации твердых бытовых отходов приобретает

острое значение. Эта проблема решается очень медленно, если в развитых странах перерабатывается более половины отходов, то в Республике всего 1-2%. Поэтому определение экологически безопасных способов утилизации ТКО является актуальным.

Анализ последних исследований и публикаций. Проблемами исследования теоретических и практических аспектов обеспечения утилизации твердых бытовых отходов занимались следующие отечественные и зарубежные ученые и специалисты: И.Л. Абалкина [2], В.Б. Жуковичский [3], А.С. Гринин [4], С. Юфит [5], Н.Б. Эскин [6] и другие. В ЛНР эта проблема осознается и активно исследуется, но ощутимых сдвигов нет, поэтому создание и развитие единой отрасли переработки отходов сейчас актуально.

Постановка задачи. Целью исследования является анализ современных методов утилизации ТКО и определения экологически безопасных методов утилизации бытовых отходов, что позволит значительно улучшить состояние окружающей среды.

Изложение основного материала исследования. В ЛНР основным методом обращения с отходами остается полигонное захоронение [7]. В настоящее время на полигоны попадает несортированный мусор [8].

В такой ситуации следует понимать, что большая часть ТКО имеет достаточно длительный период разложения. Так, например, бумага разлагается 3 месяца, газета – 1 год, сигаретный фильтр – 2 года, жевательная резинка – 5 лет, консервная банка – от 10 до 100 лет, подгузники – 500 лет, пластиковые карты (телефонные, банковские) – 1000 лет, стекло – 4000 лет [9].

Состав ТКО постоянно усложняется, включая в себя все больше экологически опасных компонентов. Тем не менее основная доля отходов приходится на бумагу и пищевые органические отходы, растет доля пластика. Влажность пищевых отходов колеблется от 60–70 % весной до 80–85 % летом и осенью. Городские отходы на 30–50% состоят из горючих материалов и на 20–40% из негорючего балласта: металл, стекло, керамика. Балластные примеси пищевых отходов представлены костями, боем стекла и фаянса, металлическими крышками, банками. Небольшую долю от общей массы ТКО составляют опасные компоненты – отработанные химические источники тока, остатки пестицидов, красок, люминесцентные ртутносодержащие лампы и др. [10].

Отсутствие возможности строительства современных полигонов требует введения новейших технологий переработки и утилизации отходов. В настоящее время существующие в мировой практике технологии переработки ТКО имеют ряд недостатков, основным из которых является их неудовлетворительное экологическое воздействие на окружающую среду из-за образования вторичных отходов, содержащих высокотоксичные органические соединения и стоимость переработки которых достаточно высока. Это касается отходов, содержащих хлорорганические вещества, выделяющие высокотоксичные органические соединения (диоксин и т.п.). К диоксинообразующим компонентам отходов относятся такие материалы, как картон, газеты, пластмасса, изделия из поливинилхлорида и т.п. Переходя в почву и воду, диоксины образуют токсичные комплексы с органическими веществами, которые активно распространяются в природе. Хлорированные углеводороды способны накапливаться в организме человека, они ингибируют иммунитет, необратимо разбалансируют обмен веществ и, самое главное, нарушают работу генетического аппарата человека [11].

С учетом санитарных требований защиты населения в мировой практике разработаны и используются следующие схемы обеззараживания, переработки, утилизации и захоронения ТКО:

- обеззараживание ТКО путем его захоронения на полигонах (анаэробный процесс);
- обеззараживание ТКО путем компостирования (аэробный процесс);
- термическое обеззараживание путем сжигания;

- термическое обеззараживание путем прокаливания без доступа кислорода (пирролиз);
- обеззараживание ТКО путем механического измельчения и последующего капсулирования;
- обеззараживание ТКО путем глубокого прессования [12].

Одним из наиболее распространенных способов утилизации и обезвреживания ТКО является полигонное захоронение. Это самый дешевый, но и самый продолжительный способ, период минерализации достигает более 100 лет. При недостаточном количестве кислорода органические отходы на свалке подвергаются анаэробному сбраживанию, что приводит к формированию смеси метана и т.н. «мусорного газа». В недрах свалки также формируется достаточно токсичная жидкость («фильтрат»), попадание которой в водоемы или в подземные воды крайне нежелательно.

Простейшим способом обезвреживания и переработки ТКО является полевое компостирование, которое происходит за 6–18 месяцев в зависимости от климатических условий. Компостирование – сложный биологический процесс, сопровождающийся интенсивным выделением тепла. Легко гниющие органические вещества разлагаются с образованием подвижных форм гуминовых кислот, хорошо усваиваемых растениями. В результате компостирования синтезируется гумус, являющийся основным компонентом почвы.

Компостирование ТКО проводится на площадках, расположенных рядом с полигонами. Для успешного протекания процесса компостирования необходимо соблюдение следующих условий: влажность ТКО должна быть не менее 50–60% веса; содержание пищевых отходов – не менее 25–30% веса; отношение C:N в ТКО – 25:30. Компостирование в максимальной степени соответствует природному круговороту веществ, обеспечивая обезвреживание и утилизацию ТКО [13].

За рубежом есть немалый опыт по переработке ТКО в компосты. Доказано позитивное влияние многолетнего внесения компостов из ТКО на свойства почвы, накопление органических веществ и водостойких структурных агрегатов, на улучшение других агрохимических и биологических свойств. Применяются компосты как удобрения для улучшения минерального питания растений для ускорения роста сельскохозяйственных культур.

Недостатками компостирования органической составной части ТКО является значительный промежуток времени, который необходим для получения компоста из отходов (от нескольких

месяцев до года), трудоемкость и многооперационность процесса, наличие производственных площадей для размещения компостных штабелей и загрязнения среды.

В населенных пунктах на промышленном уровне не внедрено компостирование органических бытовых отходов. Компостированием занимаются самостоятельно жители на территории частных домов.

В мировой практике наибольшее распространение получили термические методы утилизации ТКО – сжигание, газификация и пиролиз.

Сжигание является наиболее технически отработанным среди всех методов промышленной переработки ТКО. Это контролируемый процесс окисления жестких, жидких или газообразных горючих отходов. При горении образуются диоксид углерода, вода и зола. Содержащиеся в отходах сера и азот образуют при сжигании различных оксидов, а хлор восстанавливается до HCl. Кроме газообразных продуктов, при сжигании отходов образуются и твердые частицы: металлы, стекло, шлаки и т.п., требующие дальнейшей утилизации или захоронения.

С момента внедрения этого метода техника и технология сжигания постоянно совершенствовались. Этот метод имеет преимущества и недостатки. Да, к преимуществам относится возможность получения электроэнергии и тепла. Главным недостатком является то, что при работе мусоросжигательных заводов (МПЗ) образуются вторичные чрезвычайно токсичные отходы (полихлорированные дибензодиоксины, фураны и бифенилы), которые затем вместе с тяжелыми металлами попадают в окружающую среду с дымовыми газами, сточными водами и шлаком. Хлорорганические отходы относятся к группе крайне стойких и опасных токсикантов. Существенным недостатком мусоросжигания является его низкая экономичность. Коэффициент использования тепловой энергии даже на лучших мусоросжигательных предприятиях США не превышает 65%. К тому же для сжигания отходов применяется значительное количество дополнительного жидкого топлива (до 265 л на 1 т сжигаемых отходов) [2].

Влияние МПЗ в основном связано с загрязнением воздуха, прежде всего мелкодисперсной пылью, оксидами серы и азота, фуранами и диоксинами. Серьезные проблемы возникают также с погребением золы от мусоросжигания, которая составляет до 30% от

исходного веса отходов и которая в силу своих физических и химических свойств не может быть похоронена на обычных свалках. Таким образом, мусоросжигание может быть только одним из компонентов комплексной программы утилизации. Пиролиз – это процесс разложения органических веществ без доступа кислорода при сравнительно низких температурах 450–800°C. Такой процесс энергетически выгоднее, чем простое сжигание. Результатом пиролиза является получение горючего газа и твердого остатка. Затем тот и другой продукты без какой-либо дополнительной обработки сжигаются в печи. Часть пиролизных газов после конденсации может быть выведена из системы и конвертирована в жидкое топливо. Пиролиз имеет те же недостатки, что и прямое сжигание отходов. Пиролизный газ необходимо очищать от кислых газов типа хлористого водорода (HCl), в результате чего этот процесс становится достаточно дорогостоящим из-за применения специального оборудования и использования каустической или кальцинированной соды. При этом также нельзя избежать загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами [14].

Альтернативой пиролиза является процесс газификации, который происходит аналогично, но при температуре 800–1300°C и наличии небольшого количества воздуха. В этом случае получаемый газ представляет собой смесь низкомолекулярных углеводородов, которые затем сгорают в печи. К сожалению, экологическую ситуацию такой процесс также не улучшает, поскольку наличие воздуха и наличие в мусоре хлорорганических соединений при высокой температуре приводит к интенсивному образованию диоксинов, а соли тяжелых металлов из процесса не выводятся и попадают в окружающую среду [15]. Наиболее полная деструкция продуктов, содержащихся в ТКО, происходит в процессе высокотемпературного пиролиза или газификации при температуре 1650–1930°C в расплаве минеральной смеси с примесями металлов или при температуре до 1700°C в расплаве солей или щелочей при наличии катализаторов (MSOP-технология). Указанные способы обеспечивают переработку ТКО практически любого состава, так как при такой температуре полностью разрушаются все диоксины, фураны и бифенилы. В результате получается синтез-газ – смесь водорода, метана, угарного газа, диоксида углерода, водяных паров, оксидов азота и серы и твердый остаток, который удаляется из реактора через специальную вытеснительную систему. Синтез-газ после очистки от примесей можно использовать

непосредственно как топливо, как сырье в химической промышленности или для синтеза жидких углеводородов (метанол, бензин) [16].

Основными методами утилизации токсичных отходов является плазмохимическая технология, используемая для переработки высокотоксичных жидких и газообразных отходов. При этом происходит не только обезвреживание опасных отходов, но производство ценных товарных продуктов. Процесс осуществляется в плазмотроне за счет энергии электрической дуги при температуре выше 4000°C. При такой температуре кислород и любые отходы расщепляются до электронов, ионов и радикалов. Степень разложения токсичных отходов достигает 99,99% [17].

Обеспечению чистой окружающей среды способствует также переработка вторичных ресурсов, в том числе и бытового мусора. Достаточно многие компоненты ТКО могут быть переработаны в полезные продукты. Стекло обычно перерабатывают путем измельчения и переплавки (желательно, чтобы исходное стекло было одного цвета).

Стальные и алюминиевые банки переплавляются с целью получения соответствующего металла. При этом выплавка алюминия из баночек для прохладительных напитков требует только 5% энергии, необходимой для изготовления того же количества алюминия из руды [11].

Бумажные отходы разного типа уже многие десятилетия применяют наряду с обычной целлюлозой для изготовления пульпы – сырья для бумаги. Из смешанных или низкокачественных бумажных отходов можно изготавливать туалетную или оберточную бумагу и картон. Бумажные отходы могут также использоваться в строительстве для производства теплоизоляционных материалов и в сельском хозяйстве вместо соломы на фермах [9].

Переработка пластика в целом более дорогой и сложный процесс. Из некоторых видов пластика (например, PET – двух- и трехлитровые прозрачные бутылки для прохладительных напитков) можно получать высококачественный пластик тех же свойств, другие (например ПВХ) после переработки могут быть использованы только в качестве строительных материалов [11].

Однако преимущество вторичного использования перед утилизацией действует не всегда. Да, материалы передаются на вторичную переработку только в том случае, если это возможно технически, экономично и экологически оправданно. В противном случае отходы утилизируются:

– когда утилизация отходов является более приемлемым решением с экологической точки зрения;

– когда стоимость переработки отходов значительно больше стоимости конечно производимой продукции.

Выводы. В ЛНР необходимо создать и развивать единую отрасль переработки отходов. Неотложной задачей является создание и обеспечение общереспубликанской системы обращения с отходами. Складирование ТКО не только не решает проблему, но и усложняет ее, поскольку свалки – это мощные источники биологического загрязнения и эпидемиологической опасности. Сжигание, складирование и захоронение ТКО – не лучшие способы утилизации, поскольку они негативно влияют на окружающую среду и достаточно затратны. Более эффективным способом обезвреживания ТКО является высокотемпературное сжигание. Эта технология отличается тем, что почти полностью безотходна, утилизирует почти все материалы переработки; обеспечивает степень очистки газов, отвечающую самым строгим требованиям, производит значительное количество тепла, которое может быть использовано.

Проблема утилизации ТКО очень важна не только с экологической точки зрения, более 60% городских отходов – это потенциальное вторичное сырье, которое можно переработать, что может дать существенный экономический эффект.

Наиболее перспективным для Республики является создание мусороперерабатывающих комплексов с сортировкой ТКО. Это направление является экологически безопасным и экономически целесообразным.

Л и т е р а т у р а

1. Бровдий В.М., Гаца О.О. Экологические проблемы. – К.: НПУ им. М.П. Драгоманова, 2000. – 111 с.
2. Абалкина И.Л. Проблемы борьбы с городскими и промышленными отходами в США: обзор. Экология и проблемы большого города. – М.: РАН ИНИОН, 1992. – С. 27-49.
3. Жуховицкий В.Б. Утилизация твердых бытовых отходов / В.Б. Жуховицкий, В.Я. Меллер, А.Н. Тугов. – Днепропетровск: «Свидлер А.Л.», 2011. – 546 с.
4. Гринин А.С. Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация, переработка / А.С. Гринин, В.Н. Новиков. – М.: ФАИР-Пресс, 2002. – 336 с.
5. Юфит С. Типичные ошибки авторов проектов мусоросжигательных заводов. Городское управление. – 2000. – № 5. – С. 68-71.
6. Эскин Н.Б. Разработка и анализ различных технологий сжигания бытовых отходов / Н.Б. Эскин, А.Н.

Тугов, М.А., Изюмов. Развитие технологий подготовки и сжигания топлива на электростанциях: Сб. науч. ст. – М.: ВТИ, 1996. – С. 77-84.

7. Рынок и проблемы обращения с отходами. Экспресс-анализ, г. Киев, сентябрь 2010 г. URL: <http://www.biorohel.com>.

8. Игнатенко О.П. Экономико-экологические аспекты рециклинга вторресурсов з твердых бытовых отходов. Экология и ресурсы. – 2003. – № 4. – С. 115-120.

9. Злобин Ю.А., Кочубей Н.В. Общая экология. – Сумы: ВТД «Університетська книга», 2003. – 416 с.

10. Фоменко О.О., Маслова В.С., Фесенко А.М., Ридный Р.В. Комплексная переработка твердых бытовых отходов – рациональный путь для решения экологичных проблем. Инженерия природопользования. – 2017. – № 1(7). С. 126-130.

11. Вилсон Д. Утилизация твердых отходов. Том 1 / перевод с англ. – М.: Стройиздат, 1985. – 336 с.

12. Бялковська Н.Г., Боголюбов В.Н. Проблемы обращения с твердыми бытовыми отходами в сельской местности. – Киев: Национальный аграрный университет, 2005.

13. Бойчук Ю.Д., Солошенко Е.М., Бугай О.Л. Экология и охрана окружающей среды. – Сумы: ВТД «Університетська книга», 2003. – 284 с.

14. Билявский Г.О., Бутченко Л.И., Навроцкий В.М. Основы экологии. К.: Либра, 2002. – 352 с.

15. Мусиенко М.М., Серебряков В.В., Брайон О.В. Экология, охрана природы.– К.: «Знання». 2002. – 550 с.

16. Касимов А.М. Твердые бытовые отходы. Технологии, оборудование. Проблемы и решения / А.М. Касимов, В.Т. Семенов, А.М., Коваленко и др. – Х.: ХНА-ГХ, 2006. – 301 с.

Kopets I.V., Drozd G.Y.

METHODS FOR RECYCLING SOLID WASTE

The article considers the methods of solid waste processing. It analyzes disadvantages of the methods of solid

waste processing. The article highlights the advantages of modern safe methods of waste disposal.

Key words: solid waste, disposal, processing, dumping, composting, burning, pyrolysis, plasma chemical technology.

Копец Юрий Витальевич, старший преподаватель кафедры «Промышленное, гражданское строительство и архитектура» института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», г. Луганск.

E-mail: Yura_87-87@mail.ru

Kopets Iurii, Senior Lecturer of department «Industrial, civil engineering and architecture» of institute of building, architecture and housing of communal economy of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Дрозд Геннадий Яковлевич, д.т.н., профессор кафедры «Промышленное, гражданское строительство и архитектура» института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»; г. Луганск.

E-mail: drozd.g@mail.ru

Drozd Gennadiy Y., d.t.s., professor of department «Industrial, civil engineering and architecture» of institute of building, architecture and housing of communal economy of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Андрийчук Николай Данилович, д.т.н., профессор кафедры вентиляции, теплогазо- и водоснабжения ИСА и ЖКХ ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 25.11.2022 г.

УДК 625.7/8

РАСШИРЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНОГО СЕЗОНА ПРИ УСТРОЙСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА НА ОСНОВЕ ТВЕРДЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

Лессинч В.П., Бегей А.А.

EXTENDING OF PAVEMENT APPLYING WARM ASPHALTMIXTURES BASED ON SOLID HYDROCARBONS

Lessinch V.P., Begei A.A.

В статье исследуют вопросы расширения строительного сезона за счет использования теплых асфальтобетонов, обеспечивающих достаточное уплотнение при низких температурах и уменьшающих повреждение структуры благодаря меньшим скоростям охлаждения.

Объект исследования – асфальтобетонные слои из теплого асфальтобетона, изготовленного с использованием твердых углеводородов.

Проведено исследование влияния темпов остывания на поврежденность структуры асфальтобетона. На основе полученных экспериментально функций релаксации асфальтобетона были найдены температурные напряжения, возникающие в слое свежеуложенного асфальтобетона при его остывании до температуры окружающей среды. Установлено, что уменьшив начальную температуру остывания асфальтобетона, т.е. уменьшив темпы остывания слоя, можно достичь меньших температурных напряжений в слое.

По результатам выполненных исследований разработаны практические рекомендации по изготовлению теплых асфальтобетонных смесей с применением твердых углеводородов.

Ключевые слова: асфальтобетонные слои, теплые асфальтобетонные смеси, твердые углеводороды, расширение строительного сезона.

Введение. Протяжённость асфальтобетонных дорог с твёрдым покрытием ежегодно увеличивается. Основным материалом для строительства, ремонта автомобильных дорог является асфальтобетон, поэтому количество асфальтобетонных смесей с каждым годом увеличивается, а также увеличивается количество

«теплых» асфальтобетонных смесей [1, 2]. В ближайшее время, по прогнозам специалистов, часть «теплых» асфальтобетонных смесей увеличится до 40% от общего количества.

Цель работы — исследование возможности применения теплого асфальтобетона, изготовленного с использованием твердых углеводородов, для расширения строительного сезона.

Анализ достижений и публикаций. Наиболее распространенным покрытием автомобильных дорог в данное время является асфальтобетон. Во многих странах часть асфальтобетонного покрытия среди других видов покрытий составляет около 90 %. Объёмы изготовления асфальтобетонных смесей постоянно возрастают и также возрастает производство теплых асфальтобетонных смесей.

Асфальтобетонные смеси по температуре укладки и марке битума разделяются на горячие и холодные. Ранее в стандартах асфальтобетонные смеси разделялись также и на класс теплых асфальтобетонных смесей, тогда для приготовления смеси применялся битум марки БНД130/200 или БНД 200/300. Термин «теплые» асфальтобетонные смеси принято называть горячей асфальтобетонную смесь, но изготовленную с использованием технологий, что позволяет понизить технологическую температуру (приготовления, укладки и уплотнения) [4].

После проведения исследований во многих странах до 2015 года использовались три вида технологий теплых асфальтобетонов с разными принципами действия: пенообразования с помощью

цеолитов, пластификаторов расплавленных восков, пенообразование с помощью эмульсий. Начиная 2018 года используется 16 видов технологий теплых асфальтобетонов.

Эффект снижения технологических температур достигли за счет использования разных подходов, способов и технологий:

- введения ограниченных добавок в битум или асфальтобетонные смеси, что уменьшает вязкость битума;
- использования пенообразующих;
- использования битумных эмульсий.

Наибольшее распространение получило использование специальных добавок, что имеют широкий спектр действия. Это добавки на основании органических кислот и их производные.

Такие добавки называют энергосберегающими [3].

Асфальтобетонное покрытие должно обеспечивать максимальное сопротивление усталостным разрушениям, обладать устойчивостью к воздействию суточных и сезонных температурных циклов. Одним из перспективных направлений, позволяющих решить данную задачу, является применение битумов, модифицированных

полимерами. Практика эксплуатации автомобильных дорог показывает, что одним из многочисленных факторов, влияющих на снижение долговечности асфальтобетонных покрытий, является применение в асфальтобетонных смесях битума низкого качества. Анализ результатов испытаний «Центра лабораторного контроля, диагностики и сертификации» ФДС России показывает, что 68% дорожных битумов марок БНД, применяемых для асфальтобетонных смесей, не удовлетворяет требованиям ГОСТ 9128-2013 хотя бы по одному из физико-механических показателей. При этом по показателю «глубина проникания иглы при 0 °С» требованиям ГОСТ 9128-2013 не соответствует 31% проб битума, 26% проб – по показателю «растяжимость при 0 °С», 21% проб – по «изменению температуры размягчения после прогрева», 16% проб – по «растяжимости при 25 °С» и 6% проб – по показателю «температура хрупкости» [9].

Температура горячих и холодных смесей при отгрузке потребителю и на склад в зависимости от показателей битумов должна соответствовать указанным в табл. 1.

Таблица 1

Температура горячих и холодных смесей в зависимости от показателя битумов

Вид смеси	Температура смеси, °С, в зависимости от показателя битумов						
	Глубина проникания иглы при 25°С, 0,1 мм					Условная вязкость по вискозиметру с отверстием 5 мм при температуре 60°С	
	40-60	61-90	91-130	131-200	201-300	70-130	131-200
горячая	От 150 до 160	От 145 до 155	От 140 до 150	От 130 до 140	От 120 до 130	-	от 110 до 120
холодная						От 80 до 100	От 80 до 100

Примечания:

1. При использовании ПАВ и активированных минеральных порошков допускается снижать температуру горячих смесей на 10°С-20°С.
2. При использовании специальных добавок температуру смесей назначают в соответствии с документацией на их применение.
3. В зависимости от погодных условий и для высокоплотных асфальтобетонов допускается увеличивать температуру готовых смесей на 10°С-20°С, соблюдая требования ГОСТ 12.1.005 к воздуху рабочей зоны.

Постановка задач исследований.

Существующий опыт строительства автомобильных дорог с асфальтобетонным покрытием свидетельствует об экономической целесообразности расширения строительного сезона, а также необходимости завершения объектов строительства до начала неблагоприятных погодных климатических условий.

Одним из путей решения вопроса – расширение

строительного сезона с использованием теплых асфальтобетонов, которые обеспечивают достаточное уплотнение при низких температурах и уменьшают повреждение структуры за счет меньших скоростей охлаждения.

Для применения таких технологий использования специальных веществ, которые приводит к уменьшению вязких битумов вяжущих при технологических температурах.

К таким веществам относятся твердые углеводороды.

В научно–технической литературе встречаются разные названия добавок: низкотемпературные добавки, органические добавки на основании синтетических восков, энергосберегающие и парафиновые добавки, которые улучшают технологию укладки и уплотняют горячий асфальтобетон [3].

В данное время применяются добавки для увеличения текучести битума и снижения технологических температур. Добавки используются как одна из технологий приготовления теплых асфальтобетонных смесей.

При температуре окружающей среды большинство органических добавок на основе синтетических или природных восков, имеют консистенцию твердого тела. При повышении температуры до 100°C–140°C добавки размягчаются и начинается интенсивное плавление. Вязкость данных добавок становится меньше вязкости битумов при технологической температуре их подогрева.

Тогда добавки разжижают битумы [1,2], что позволяет снизить температуру смешивания и уплотнения смесей. Во время охлаждения в процессе уплотнения добавки кристаллизуются и выполняют роль мало-прочного наполнителя.

Большинство производителей такие добавки дополняют другими веществами, при помощи которых происходит улучшение асфальтобетонной смеси в целом. Это следующие добавки: ортофосфорная кислота, поверхностно–активные добавки, полимерные составляющие и некоторые другие [3].

Основным заданием является исследование теплого асфальтобетона, приготовленного с использованием твердых углеводородов для увеличения строительного сезона.

Необходимо:

- исследовать температурный режим, при котором происходят структурно–фазовые переходы у твердых углеводородов с быстрой сменой их вязкости;
- влияние твердых углеводородов на возможность его уплотнения при низких температурах;
- условия применения твердых углеводородов, влияющих на общую прочность и долговечность асфальтобетона.

Изложение основного материала исследования. Большинство тестов и методик, что

используются для исследования физико-механических и физико-химических свойств битумов, можно также использовать для битумов, модифицированных полимерами. Но в некоторых случаях аспект таких исследований требует усовершенствования методики анализа.

На основании полученных результатов численных структурно-динамических исследований разными методами установлено, что важное значение в формировании физико-химических и физико–механических свойств веществ имеют функциональные группы, что присутствуют в них.

Разработка технологии строительства долговечных асфальтобетонных слоёв с использованием углеводородных пластификаторов имеет большой, научный и практический интерес. Современные представления о природе, характере и механизмах взаимодействия, в битумо-композиционных материалах, влияние соответствующих пластификаторов на реологические свойства этих материалов делятся на качественном и феноменологическом уровне. Поэтому проведение фундаментальных исследований в этом направлении имеет актуальные значения.

С целью оценки долговечности асфальтобетонных слоёв из теплых асфальтобетонов, изготовленных с приготовлением твердых углеводородов, был исследован ряд факторов, которые влияют на долговечность.

Также было проведено исследование влияния темпов остывания на повреждения структуры асфальтобетона.

Исследовали температурные режимы асфальтобетонной смеси во время транспортирования и кинетику её остывания, укладки и уплотнения. Осуществили научный эксперимент при капитальном ремонте автомобильной дороги в зимнее время на одном из участков.

При этом дальность возки на отдельных участках составляла около 50 км. Минимальная температура воздуха при выполнении работ была от -3°C до -7°C.

На объектах строительства отработывали технологию устройства асфальтобетонных слоёв с минимальной утратой тепла до окончания уплотнения асфальтобетонных слоёв. Смесей укладывали высокопродуктивными асфальтоукладчиками, которые обеспечивали высокий коэффициент уплотнения (0.94–0.96), с дальнейшим уплотнением вибрационными гладковальцовыми катками.



Рис. 1. Устройство асфальтобетонных слоёв при минусовых температурах воздуха

В начале снижения температуры, окончания уплотнения асфальтобетонной смеси с получением коэффициента уплотнения с целью снижения негативного влияния температурных напряжений на асфальтобетонные слои при низких температурах, а также с целью достижения требуемой степени уплотнения при более низких температурах укладки асфальтобетонной смеси. Эта задача наилучше решается с использованием теплых асфальтобетонов.

Во время укладки были замерены температуры асфальтобетонного слоя в процессе, а также на протяжении остывания асфальтобетонного слоя до температуры окружающей среды. Температуру замеряли в трёх точках: на поверхности слоя, в середине слоя, на границе уложенного слоя и основания.

Полученные данные темпов охлаждения

асфальтобетонных слоёв (рис. 2) показывают хорошую корреляцию [5, 6].

Наилучший темп охлаждения горячей асфальтобетонной смеси независимо от состава, силы ветра и температуры воздуха описывается экспоненциальной зависимостью. Полученную экспериментальную кривую охлаждения горячей асфальтобетонной смеси приравнивали с темпом охлаждения теплого асфальтобетона, начальная температура которого 90°C.

Высокие темпы охлаждения могут вызывать температурные напряжения в асфальтобетонном слое, что может привести к возникновению микротрещин, макротрещин и повреждению структуры асфальтобетона. Для прогнозирования температурных напряжений в охлаждающемся асфальтобетонном слое, использовали интеграл Больцмана-Вольтера [9], который рассматривает связь между напряжением, деформацией и временем в теории термо-вязкой-упругости. На основании данной формулы и полученных экспериментально функций релаксации асфальтобетона были найдены температурные напряжения уложенного слоя асфальтобетона.

Полученный результат показывает, что при охлаждении с начальной температурой 160°C температурные напряжения в слое в 1.8 раз больше, чем при начале охлаждения 90°C [8].

Отсюда следует, что меньшее температурное напряжение в слое асфальтобетона – при меньшей начальной температуре его остывания.

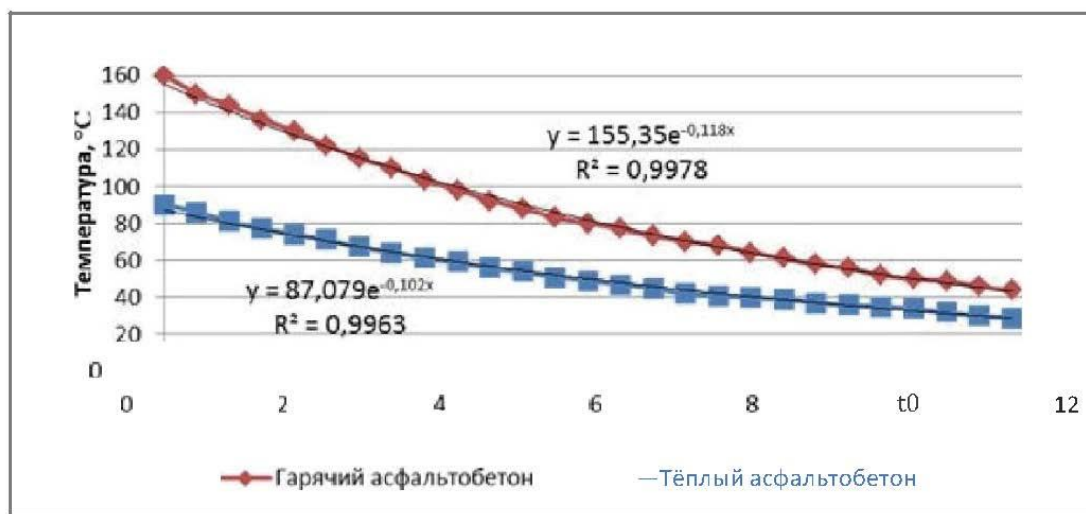


Рис. 2 Темп остывания асфальтобетонных слоев в зависимости от начальной температуры

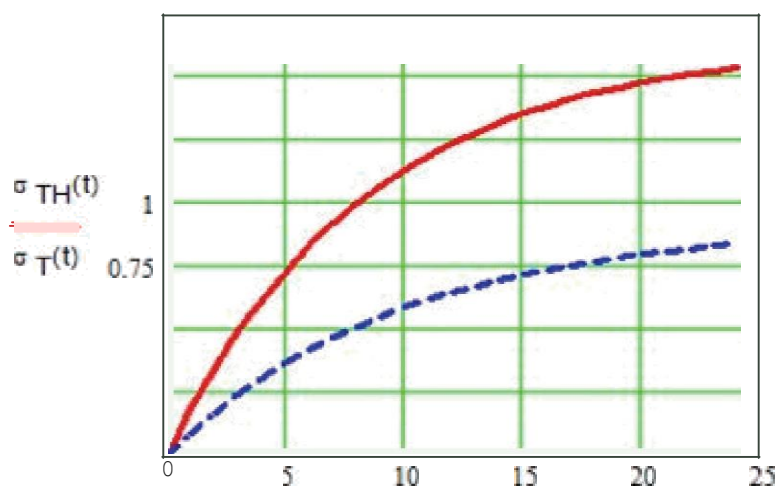


Рис. 3. Температурные напряжения, которые возникают при охлаждении слоя асфальтобетона до температуры окружающей среды: красная кривая - температурные напряжения в покрытии из горячего асфальтобетона при начальной температуре 160°C; синяя кривая - температурные напряжения в покрытии из горячего асфальтобетона при начальной температуре 90°C

На основании данных исследований разработаны практические рекомендации по изготовлению теплых асфальтобетонных смесей с применением твердых углеводородов. Согласно данным рекомендациям, технология приготовления теплых асфальтобетонных смесей с энергосберегающими добавками на основе твердых углеводородов аналогична технологии приготовления горячих асфальтобетонных смесей, со следующими изменениями: более низкая температура нагревания составных и дополнительных операций по введению в битум энергосберегающей добавки.

Энергосберегающие добавки на основании твердых углеводородов можно использовать с непосредственным введением в смеситель или предварительно проведя модификацию битума.

Выводы: На основании выполненных исследований выработаны практические рекомендации приготовления теплых асфальтобетонных смесей с применением твердых углеводородов. Согласно им, технология приготовления теплых асфальтобетонных смесей с энергосберегающими добавками на основе твердых углеводородов аналогична технологии приготовления со следующими изменениями:

- более низкая температура нагревания составляющих,
- дополнительные операции по введению в битум энергосберегающих добавок.

Л и т е р а т у р а

1. Золотарев В.А. Технические, реологические и

поверхностные свойства битумов. // Избранные труды. Том 1, изд. 1-е. – Санк-Петербург, Славутич, 2012. – 148 с.: ил.

2. Золотарев В.А. Особенности влияния парафиновых добавок на технические свойства вязких дорожных битумов. Битумы, модифицированные полимерами и добавками. /Я. И. Пыриг, А. В. Галкин. // Выводы. Избранные труды, том. 2. – С.-Петербург, 2013. – С. 116-124.

3. Радовский Б.С. Прогресс технологий производства теплого асфальтобетона в США// Автомоб. дороги. — 2011. – № 8. – С. 29-39.

4. Золотарев В.А. Технические свойства вязких дорожных битумов с добавками парафиновых восков. Современные строительные материалы. / Я.И. Пыриг, А.В.Галкин. //Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Выпуск 2009/1(75). – С. 10-19.

5. Радовский Б.С. Технология теплого асфальтобетона в США // Дорожная техника. – 2008. – С. 24-28.

6. Мозговой В.В. Устройство асфальтобетонных слоев дорожной одежды при низких температурах. / Б.Ю. Ольховой, А.М. Куцман, А.С. Баран //Сборник статей и докладов ежегодной сессии Ассоциации исследователей асфальтобетона. – М.: МАДИ, 2011. – С. 202-211.

7. Olkhovyy B. The improvement of asphalt concrete placement by warm-mix asphalt application. / V. Mozgovyy. // 5th Eurasphalt & Eurobitume Congress, 13-15th June 2012, Istanbul-P5EE.

8. Золотарёв В.А. Смачивание как фактор, определяющий температуры перемешивания асфальтобетонных смесей / А.А. Писанко, С.В. Ефремов, Я.Г. Пыриг, А.В. Галкин. // Вестник ДДАБА. – 2002. – Вып. 1(32). – С. 17-21.

9. ГОСТ 9128-2013 Смеси асфальтобетонные

дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. – М.:2013.

Lessinch V.P., Begei A.A.

EXTENDING OF PAVEMENT APPLYING WARM ASPHALT MIXTURES BASED ON SOLID HYDROCARBONS

The article explores the expansion of the construction season through the use of warm asphalt concretes that provide sufficient compaction at low temperatures and reduce damage to the structure due to lower cooling rates.

The object of the study is asphalt concrete layers of warm asphalt concrete made using solid hydrocarbons.

A study of the effect of cooling rates on the damage to the structure of asphalt concrete was carried out. On the basis of the experimentally obtained relaxation functions of asphalt concrete, temperature stresses arising in the layer of freshly laid asphalt concrete were found when it cooled to ambient temperature. It was found that by reducing the initial cooling temperature of asphalt concrete, i.e. by reducing the cooling rate of the layer, it is possible to achieve lower temperature stresses in the layer.

Based on the results of the research, practical recommendations for the manufacture of warm asphalt concrete mixtures using solid hydrocarbons have been developed.

Keywords: Asphalt layers, warm asphalt mixtures, solid hydrocarbons extending of paving season.

Лессинч Валентина Петровна, старший преподаватель кафедры проектирования и технологии строительства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: lessintch@ya.ru

Lessinch Valentina Petrovna, senior lecturer of the Department of "Highways " of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Бегей Алла Анатольевна, старший преподаватель кафедры проектирования и технологии строительства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: alla.begei@yandex.ua

Begei Alla Anatolievna, senior lecturer of the Department of "Highways " of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич, д.т.н., профессор кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 15.11.2022

УДК 721.021

СТЕРЖНЕВАЯ ОСНОВА АРХИТЕКТУРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Лямцев В.Г., Клинчаян А.В.

THE LINCHPIN OF ARCHITECTURAL DESIGN

Lyamtsev V.G., Klinchayan A.V.

В статье исследуется процесс выполнения курсовых практических работ по архитектурному проектированию, рассматривающий композиционное моделирование в роли профессионального метода, и проводится анализ причин, по которым на всех стадиях процесса архитектурного формообразования возникают закономерные сложности.

Ключевые слова: архитектурное проектирование, композиционное моделирование, идея и замысел, комплексный метод.

«Деятельность архитектора характерна тем, что ее сущность и ее основное средство составляет проектное моделирование. Любое суждение об архитектурном процессе обязано рассматривать конкретную предметную деятельность – выполнение моделей. Модели поиска или модели конечного результата по законам обучения должны быть материализованы. Проектное моделирование соединяет в себе созидательную и познавательную функции» [1].

Архитектурное образование должно обеспечить студенту овладение архитектурным проектированием – сложным видом деятельности, в основе которого лежит его творческий метод, знание основ архитектурной композиции, закономерности визуального восприятия, эстетические, функциональные и контекстуальные требования к искусственной среде обитания, а также методами, приёмами и средствами композиционного моделирования и гармонизации искусственной среды обитания при разработке проектов.

Архитектурное проектирование как учебная дисциплина – это прежде всего обучение основам методики проектирования архитектурных объектов. На начальном этапе – это обучение основам

композиции, графики, моделирования, которое осуществляется во взаимодействии с циклом изобразительных дисциплин, начертательной геометрией, геодезией, архитектурной графикой, историей искусств и архитектуры. Сложность заданий нарастает от этапа к этапу. С помощью конкретных проектов студенты осваивают основные навыки в проектировании архитектурных сооружений различной степени сложности как объемно-планировочной, так и функциональной насыщенности. Архитекторы должны уметь проводить предпроектный анализ и предлагать решение, наиболее отвечающее заданным условиям. Методика преподавания архитектурного проектирования основывается на концепции комплексного образования в теоретическом и практическом планах. Эта дисциплина является профилирующей для студентов – архитекторов. Обучение архитектурному проектированию ведется на протяжении всех учебных курсов начиная с основ общей профессиональной подготовки до многофункциональных объектов повышенной сложности.

Студент получает знания по ряду отдельных дисциплин уже в начале обучения архитектурному проектированию, а педагог эти знания объединяет и учит их применять, раскрывает перед студентами комплексность задач и понимание архитектуры как комплексной системы со всеми её закономерностями.

Курсовой проект по дисциплине архитектурное проектирование начинается с творческого мышления студента уже при постановке задачи с возникновением первых вопросов и ассоциаций. Сложный процесс выполнения проекта разделен на стадии (этапы) разработки эскизов и чертежей. На

каждом этапе устанавливается структурно-логическая последовательность интеграции дисциплин в теории и практике, средств и методов первичной предметной деятельности студента.

Необходимо отметить, насколько трудно может проходить этот синтез знания теории с навыками и практикой.

«Представляет также определенную сложность и передача ученику приемов моделирования, поскольку любой человек понимает и исполняет их по-своему» [2].

Трудности первых попыток выразить идею в клаузуре, эскизе, чертеже, завершить композиционное и конструктивное обобщение архитектурной формы может возникнуть по многим причинам, не исключается и фактор преподавания.

Причина первая и самая важная из них – это *отсутствие представления как единого целого – решения главной задачи архитектурного проекта по формуле человек – функция – форма.*

Уже на первом этапе выполнения проекта эта проблема должна быть снята. Для этого студенту предстоит решить сложную задачу перехода от опыта сочинения формальной объёмно-пространственной композиции к созданию структурной модели и модели строения с помощью предметного моделирования. Для осуществления поставленной задачи с целью создания более осязаемого представления формы, функции и средового окружения студентом при активном участии педагога применяется метод сценарного моделирования организации функциональных процессов, для которых предназначен объект. Основным информационным источником процесса архитектурного проектирования являются исходные данные и полученные студентом знания, соответствующие цели и задачам проекта. Процесс архитектурного творчества обязывает студента свою мыслительную деятельность моделирования реальности фиксировать и оставлять визуальные следы в виде эскизов, кроков, рабочих моделей.

На этом начальном этапе и далее условное визуальное моделирование реальности необходимо как язык профессионального общения, иллюстрирующий поиск идеи и замысла.

Профессиональными архитектурными языками являются следующие виды моделирования реальности:

1. Графическое моделирование.
2. Предметное моделирование (макетирование).
3. Виртуальное (компьютерное) моделирование.

Графика – средство очень подвижное с элементами художественной выразительности позволяет ощутить связь между впечатлением от рисунка и воздействием от самого архитектурного сооружения. В ней почти всегда, в той или иной мере, наряду со строгой структурностью присутствуют и масштабность изображения и опора на начертательную геометрию. Архитектурная идея проходит свое первое испытание в рисунке архитектора.

Вторая причина – это *«косноязычие» в графических средствах общения – неумение автора выразить свои мысли, идеи, чувства, темперамент, что, в свою очередь, не дает возможность контроля или предварительной оценки архитектурной идеи.*

Корни этой причины в отсутствии графики (как учебной дисциплины) еще на этапе начального образования в средней школе, отбора и довузовской подготовки наиболее талантливой молодёжи – профессиональной ориентации. В этой ситуации как-то выручает виртуальное (компьютерное) моделирование и то – на заключительном этапе, когда используются обезличенные библиотечные элементы программного обеспечения проектирования, ничего общего не имеющие с хорошим авторским рисунком, эскизом. Замена кисти руки на клик «мышки» пальцем сильно ограничивает мелкую моторику, ограничивая и мыслительную деятельность (анализ, оценка, синтез) на всех стадиях проектирования – от замысла до разработки проектной модели.

«Цифровые визуализации предметно-пространственной среды меняют форму проектного мышления. Есть опасения, что замена в учебном процессе ручного моделирования (особенно макетирования) на «компьютерное манипулирование формой» может пагубно сказаться на развитии объёмно-пространственного (визуального) мышления студента, учитывая важность предметной деятельности в процессе становления профессионала» [2].

И, конечно, наиболее наглядно выражает замысел проектировщика макет. Процесс архитектурного проектирования подразумевает использование, кроме графических, также объёмных и объёмно-пространственных методов изображения, к которым относится предметное моделирование (макетирование). К большому сожалению, в учебном проектировании остается совсем не востребовано рабочее макетирование – вытеснено «компьютерным манипулированием формой».

Причина третья – форма, архитектурное пространство оставляются студентом на «беспризорное» от законов композиции и средств художественной выразительности одиночество.

Особое значение в процессе проектного поиска приобретают архитектурные наброски и рабочие макеты, позволяя студенту произвести зрительный анализ формируемого решения и вносить в них принципиальные изменения, активно пользуясь средствами гармонизации композиции. А так ли, на самом деле, к этому относится студент? К сожалению, курс ОПК, как показывает практика, для большинства студентов остается «за кадром», чем-то очень заумным и на что никогда нет времени. Представляется очень сложным и необязательным анализ гармонизации композиционных решений по законам и признакам средствами и методами построения композиции. В этом вопросе системная комплексная методика преподавания (консультаций) дает положительный результат. Процесс учебного архитектурного проектирования необходимо довести до реализации проектного замысла подключением в этот процесс всего потенциала возможностей композиционного моделирования, что будет активно и положительно способствовать интересным творческим результатам.

Свой творческий архитектурный замысел идеи студенту важно упорядочить во взаимодействии главных и второстепенных функциональных процессов, структурировать внешнее и внутреннее пространство объекта, по принятой схеме архитектурно-планировочного решения и пластической формой найти оптимальное конструктивное решение, добиться визуального и смыслового единства и целостности по формуле: **полезность – прочность – красота**. Привести параметры и пропорции к модульному единообразию размеров и конструкций.

Причина четвёртая – длительный период в проектом процессе студент не может характеризовать структурное содержание архитектурной формы по материалу, функции, фактуре, свойствам, отчего композиция остается логически незавершенной.

Этот этап проектирования требует ответа на вопросы конструктивного решения. В архитектурном проекте необходимо выделить несущие, несомые, декоративные элементы и ограждающие, которые только ограничивают объем. Работа в этом направлении – это не только выбор того или иного конструктивного решения,

соответствующий содержанию архитектурной формы, но и художественное осмысление конструкции, как бы её визуальная сторона, характеризующаяся таким понятием, как тектоника. Сама тектоника, являясь средством архитектурной композиции, участвует в раскрытии эстетической идеи, а понимание принципа работы каждого элемента, знание характера и силы, возникающих в материале напряжений позволяют запроектировать конструкцию согласно требованиям тектоники.

Это основные из множества причин препятствий и сложностей процесса архитектурного проектирования и объединяют их особенности подготовки по комплексу профессиональных знаний, умений и навыков архитектора, а также определенную сложность представляет и передача ученику приемов моделирования, поскольку любой человек интерпретирует и исполняет их по-своему.

Выводы. В организации структуры произведения и в гармонизации формы на всех стадиях творческого поиска должны участвовать в равной мере все средства композиции, с каждым шагом наиболее полно выражающие содержание – идею.

«Архитектурный профессионализм приобретается в процессе глубокого постижения композиционных принципов и закономерностей, являющихся обобщением исторического опыта архитектуры» [3].

Л и т е р а т у р а

1. Бархин Б.Г. Б26 Методика архитектурного проектирования. Учеб.-метод. Пособие для вузов. -2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1982. – 224 с., ил.
2. Седова Л.И. Основы композиционного моделирования в архитектурном проектировании: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во УралГАХА, 2012. – 138 стр.: ил. Издание дополненное и переработанное.
3. Степанов А.В. и др. Объемно-пространственная композиция: Учеб. для вузов / А.В. Степанов, В.И. Мальгин, Г.И. Иванова и др. — М.: Издательство «Архитектура-С», 2007. — 256 с: ил.
4. Архитектурное проектирование: учеб. Пособие / Л.В. Задвернюк, И.Ю. Грин, В.С. Лучкова, Н.Н. Дорофеева, В.С. Бреев, Е.Б. Рябкова, Л.Г. Красильникова, Н.В. Савкова, М.И. Горнова, И.А. Данилов. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2009.
5. Архитектурно-композиционное формообразование: Учеб.пособие / под ред. Иовлева В.И. Екатеринбург: Архитектон, – 2000.
6. Шимко В.Т. Архитектурно-дизайнерское проектирование. Основы теории. М., 2003. – 394 с.

Lyamtsev V.G., Klinchayan A.V.

THE LINCHPIN OF ARCHITECTURAL DESIGN

The article examines the process of coursework practical work in architectural design, considering composite modeling as a professional method and analyzes the reasons why there are natural difficulties at all stages of the process of architectural shaping.

Key words: architectural design, composite modeling, idea and conception, complex method.

Лямцев Виктор Григорьевич, доцент кафедры «Промышленное, гражданское строительство и архитектура» института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»; г. Луганск.

E-mail: ack_modulor@mail.ru

Lyamtsev Viktor.G., Assistant professor of department «Industrial, civil engineering and architecture» of institute of building, architecture and housing of communal economy of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Клинчаян Авет Владимирович, доцент кафедры «Промышленное, гражданское строительство и архитектура» института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»; г. Луганск.

E-mail: avetklinch@mail.ru

Klinchayan Avet.V., Assistant professor of department «Industrial, civil engineering and architecture» of institute of building, architecture and housing of communal economy of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич, д.т.н., профессор кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры ИСА и ЖКХ ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 24.11.2022

УДК 72.01

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЫ**Лямцев В.Г., Клинчаян А.В., Назарова А.М.****CURRENT ISSUES OF MODERN ARCHITECTURE****Lyamtsev V.G., Klinchayan A.V., Nazarova A.M.**

Цель данной статьи заострить внимание и проанализировать многоплановость проблем и вопросов, связанных с кризисом в современной архитектуре, рассмотреть основные факторы, определяющие облик современной архитектуры.

Ключевые слова: трансформация архитектуры, комфортное жилище, вызовы кризисной эпохи, типовая архитектура, психологические аспекты, эргономические требования.

Архитектура имеет большое значение в нашей жизни. Её основная роль заключается в том, чтобы соответствовать потребностям и запросам человека в комфорте проживания. Сооружения архитектуры люди воспринимают по-разному, эти впечатления оказывают влияние на эмоции, мысли, психику и здоровье людей.

Нельзя недооценивать роль архитектуры в формировании облика городов и небольших населенных пунктов, в силе психологического и эмоционального воздействия, а также в воспитании вкуса и мироощущения жителей. Еще недавно мы наблюдали, как стихийно росли города, численность населения, занятого в промышленном производстве, увеличивалась, и за новыми реалиями не успевали темпы жилищного строительства, это повлекло за собой переуплотнение жилой застройки, рост количества этажей, неминуемое уничтожение зелени. Архитектура все больше становится безликой. Современные быстрорастущие города стали основой уничтожения уникальности художественной культуры, а воплощения в архитектуре и городском дизайне интернационального стиля, пришедшего из Западной Европы, и глобальные перемены в жизни общества стирают национальные и уникальные

материально-пространственные черты в облике городов. В большей мере это происходит в развитых и развивающихся странах, где единый стиль жизни горожан отражается в типовой архитектуре. Это все проявило массу проблем, которых не знали предыдущие эпохи.

Давайте согласимся с тем, что любоваться элегантными колоннами и оригинальными фасадами более приятно, чем шаблонными серыми панелями типового микрорайона. Ученые высказывают такое мнение, что потребность в крупных офисных и многоэтажных зданиях приводит к интенсивному строительству — уплотнению городской застройки, отсюда взаимосвязь архитектурного окружения и человека становится более тесной и сложной. Всё меньше внимания придаётся красоте форм, так как это требует меньше финансовых затрат, отсюда — прямолинейность, которая неприятно воздействует на восприятие глазом. Отсутствие различных по форме деталей влекут за собой монотонность городских построек и избыток плоскостей в архитектуре. А ведь объекты архитектуры зачастую влияют на психоэмоциональное состояние, поведение человека на уровне подсознания.

Мы видим трансформацию архитектуры наших городов не в лучшую сторону, и это ведет к изменению культурного образа и эстетического восприятия всего города в целом. Одинаковые серые коробки жилых зданий и невыразительные заурядные офисные здания имеют самое непосредственное воздействие на психику человека, снижают его восприимчивость и работоспособность и, как утверждают психологи, даже могут вызвать депрессию.

Видимо причина кризиса кроется в устройстве современного уклада жизни, его особой

мобильности и перемене в эстетическом мировоззрении человека. Наверное, со временем общество сумеет преодолеть стереотип восприятия зданий и сооружений как объекта максимальной функциональности и практичности и поставит в приоритет привлекательность их внешнего вида. Но пока проблема кризиса современной архитектуры остаётся актуальной.

Можно сказать, что современная архитектура лишилась большого количества деталей и поэтому потеряла ту глубину и осязательность, которые характерны для исторических построек. В нынешней архитектуре выразительность имеет место скорее на уровне очертания, дальних точек восприятия. А когда приближаешься к зданию, в оценке его уже ничего не меняется, по существу, к силуэту ничего не добавляется. А ведь действительно интересным восприятие человеком городской среды делают именно детали, выявляющиеся по мере приближения к постройке. И в этом смысле сокращение количество декора до минимума в современной архитектуре на самом деле во многом проигрывает исторической традиции.

Есть ли в этом какое-то нежелание и вина архитекторов, или это настрой на удешевление самого заказчика? Конечно, желание сэкономить на всем – на материалах, обслуживании, деталях на фасадах и в отделке приводит к проектированию банальных «коробок», и это большая проблема. Мы думаем, что в большей мере причина кроется в историческом развитии.

Давайте проанализируем: с начала двадцатого века слишком быстро происходит смена стилей в архитектуре. Вспомним: греческая античность продолжала свое развитие несколько столетий, готический стиль и Эпоха Возрождения — по три века, эклектика и историзм — полстолетия, а модерн и ар-деко — всего уже по 15 лет. Другими словами, мы наблюдаем сокращение временных периодов для поиска новых методов декорирования различных типов зданий. В какой-то момент возникла простейшая, но в то же время совершенно новая идея – совсем отказаться от украшения здания. Архитекторы, приверженцы модернизма, конструктивизма, минимализма, считали, что функция самодостаточна и что красивыми здания могут быть и вовсе без декора, только за счет сочетания стен и окон. Девизом этой архитектуры стало: «ничего лишнего». Это был огромный интеллектуальный прорыв.

Но достаточно быстро простых геометрических форм стало недостаточно, появились параметрическая и бионическая архитектура, хай-тек и т.д.

Если крупные общественные комплексы, такие как концертные залы, музеи, могут использовать самые современные и прогрессивные строительные материалы и формы, то простая средовая архитектура оставляет желать лучшего. Если искать источники формообразования только в инновационных строительных материалах и технологиях, то мы получаем современное направление в архитектуре, полностью отказывающееся от исторических традиций. Жители городов, конечно, не были бы против выдающегося шедевра современной бионической постройки, свободных форм, такого очередного Гуггенхайма. Однако разговор сейчас не о каком-то всплеске гения, а об окружающем нас городском пространстве.

Конечно, важное место занимает такая проблема, как желание сэкономить. И тогда повсеместно вокруг нас вырастают или очень примитивные или просто одинаковые многоэтажные дома с плохой отделкой, недостаточной звукоизоляцией, заваленным мусоропроводом и ещё многими другими проблемами. Причина зачастую в том, что заказчики и инвесторы хотят сэкономить на всем: на материалах, интересных формах, отделке, в общем, мы в результате получаем банальные спроектированные «коробки», где главная цель – это застроить большие площади за меньшие деньги.

Мы считаем, что заказчикам и архитекторам хорошо бы вместе стараться поднять профессионализм наших строителей, и доказать, что дешевое и такое упрощенное обхождение с материалом больше уже не востребовано. Теперь внутренняя борьба на рынке дает свой результат, и это должно привести к повышению качества.

Один из способов получить выразительные решения объектов жилья – это провести работы по модернизации ДСК, создать проекты нового поколения для панельного домостроения, которые бы не приводили к удорожанию общей строительной стоимости. Тогда вместо многоподъездных домов, расположенных параллельно друг другу, разработать интересные угловые секции, которые помогут организовать комфортные кварталы.

Кроме того, можно продумать, как сделать яркие и по цвету и по своему архитектурному облику фасады. По особенному оригинально с

учетом решения фасада могут быть запроектированы и подъезды – тогда не будет такого обстоятельства, где все подъезды похожи между собой и уныло тянутся вдоль всего фасада.

Возможно, вызовы кризисной эпохи достаточно эффективны с точки зрения появления новых идей. Сейчас внимание архитекторов начал привлекать такой сегмент, как массовое жилье, а также проблемы реновации старых пятиэтажек.

Давайте рассмотрим пример одного из новых принципов застройки микрорайона. Сегодня строить жильё по советским учебникам 1980-х годов нельзя, и это начинают понимать всё больше девелоперов. В современных реалиях есть конкуренция среди застройщиков, а у людей, желающих приобрести жильё, теперь другие ценности. Свою роль здесь сыграл кризис – к своим инвестициям покупатель начал подходить более ответственно и рационально, спрос на квартиры с меньшей площадью компенсируется большим комфортом общей территории. Стала превалировать тенденция строить комфортную городскую среду, а не квадратные метры. Этот общий тренд очевиден.

В современной жизни люди хотят не только иметь крышу над головой, удобства под боком и чтобы жилище служило защитой от холода и дождя, но и ассоциировать себя со своим районом и домом. Есть запрос на то, чтобы поблизости был удобный безопасный двор, кафе, салон красоты и другие дополнительные блага. Например, в Европе советское наследие перестало пользоваться спросом, так как оно уже не отвечает новым требованиям. И для того, чтобы застройка была максимально разнообразной, над фасадами работает не один архитектор или бюро, а разные команды. Большее предпочтение отдается планировке жилых районов кварталами, это позволяет создать больше комфорта для жителей, так как при этом двор отделен от улицы.

Сегодня принято в мире строить жильё до 7-8 этажей. Это позволяет за счёт ограниченного числа соседей создать комфортную социальную среду. Так жителей квартала проще запомнить в лицо, и это дает возможность сохранить соразмерную человеку высоту застройки.

Эти меры подразумевают установку зрительного контакта человека, находящегося внутри дома с улицей: так реально обнаружить и наблюдать за своим ребенком во дворе. Также надо понимать, что это социальная безопасность для всех жителей – так называемое явление "присматривания

за улицей". И желательно попытаться сохранить размер кварталов небольшим, это важно для удобного перемещения пешеходов, а когда давят высотные стенки, получаются каменные джунгли.

Если на первых этажах спроектировать нежилые помещения для бизнеса (ведь жить здесь в проходном месте, когда есть соблазн заглянуть в твоё окно, не очень комфортно), то улица наполнится активной жизнью, а у жителей в пешеходной доступности будут кафе, магазины и сервисы.

Хотелось бы ещё при проектировании не забывать учитывать психологические аспекты и эргономические требования. Например, в целях социальной безопасности стараются установить много камер наблюдения, а всё-таки безопаснее там, где ходят люди и где место хорошо просматривается. И если в лифтах ставят зеркала, то оказывается, что тогда становится меньше вандализма, ведь подсознательно человек ощущает чей-то взгляд и наблюдает себя со стороны.

Что касается двора – то надо помнить, что это место для спокойного отдыха, его надо устраивать нейтральным для того, чтобы можно было посидеть, отдохнуть, погулять с ребёнком, собраться небольшой компанией, чтобы не мешать другим жителям. Двор не может и не должен заменить спортивный центр или парк. Здесь хорошо разместятся площадка для самых маленьких, зелень, кусты, деревья, турник, столик и скамейки. Учитывая эргономику, лучше ставить вместо лавочек скамейки, так как человек на мебели без спинки всего минут 10 сможет отдохнуть, а затем почувствует дискомфорт. Кстати, домой люди стараются покупать стулья и кресла со спинками, а не табуретки по этой же причине. Конечно, нужно обращать особое внимание на требования по удобству передвижения для маломобильных жителей. В нежилые помещения и подъезды устраивать пандусы и минимальное количество ступеней.

Существует большое количество градостроительных правил и норм, которые регулируют такие проблемы. Нужно помнить, что главная задача современного градостроительства – создание городов и поселков, которые бы имели индивидуальный облик, преодолели монотонность типовой застройки. При этом нельзя забывать о решении городских экологических проблем, сохранении и реконструкции старых городских центров, о бережном отношении к реставрации памятников культуры и стараться гармонично

вписывать современные здания в существующую застройку.

Удастся ли им преодолеть социальное равнодушие, как сложится судьба градостроительства и архитектуры, сегодня никто не знает. Может быть, продолжится хаос, а возможно родится гармония. Надо понимать, что такая перспектива потребует значительных индивидуальных и коллективных усилий, участия многих субъектов и, вероятно, длительного времени. Эта статья не предлагает конкретных путей решения тех или иных вопросов, которые возникают в современных городах, но показывает спектр проблем и вызовов, стоящих перед нынешними архитекторами и градостроителями.

Л и т е р а т у р а

1. Вильковский М. Социология архитектуры. – М.: Фонд «Русский авангард», 2010. – 592 с.
2. Иконников А.В., Смолина Н.И., Лебедева Г.С. Проблемы истории архитектуры. Тезисы докладов. Ч.2 Архитектура в контексте истории культуры. – М., 1990. – 228с.
3. Михайленко Э. Архитектура 20 века: Архитектурный модернизм [электронный ресурс] <http://fb.ru/article/61888/arhitektura-veka-arhitekturnyy-modernizm> (дата обращения 20.02.2016).
4. Архитектурная форма здания воздействует на психику, ДНК и геном человека // Эзотерические новости // [электронный ресурс] <http://esotericnews.ru/arhitekturnaya-forma-zdaniya-vozdjeystvuet-na-psixiku-dnk-i-genom-cheloveka.html>.
5. Добрицына И.А. От постмодернизма к нелинейной архитектуре. Архитектура в контексте современной философии и науки. — М.: Прогресс-Традиция, 2004. — 416 с.
6. Рябинов П.А., Осокина В.А. Основные факторы влияния архитектуры на человека // Международный научно-исследовательский журнал № 3–4 (34), 2015. // [электронный ресурс] <http://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-factory-vliyaniya-arhitektury-nacheloveka#ixzz417Yn1XKj>.
7. Ситар С. Архитектура внешнего мира: искусство проектирования и становление европейских физических представлений. – М.: Новое издательство, 2013. — 272 с.
8. Титов А.Л. Современная архитектурная среда и её влияние на поведение человека. // Архитектон: известия вузов. – 2004. – № 6. // [электронный ресурс] http://archvuz.ru/2004_1/21.
9. Чернышова Э.П. Феноменология архитектурной формы: влияние архитектурно-пространственных форм на психику человека / Доклад. Искусствоведение, Архитектура и Строительство — Архитектурные решения объектов строительства и реконструкции // [электронный ресурс] / <http://www.sworld.com.ua/konfer32/486.pdf>.

Lyamtsev V.G., Klinchayan A.V., Nazarova A.M. CURRENT ISSUES OF MODERN ARCHITECTURE

In the article are considered and analyzed some actual questions of methodology of architectural design of an individual residential building, related to the objective conditions of the course project by architectural students.

Key words: method of scenario modeling, architectural space, ergonomics, functional zoning, composition, living environment.

Лямцев Виктор Григорьевич, доцент кафедры «Промышленное, гражданское строительство и архитектура» института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»; г. Луганск.
E-mail: ack_modulor@mail.ru

Lyamtsev Viktor.G., Assistant professor of department «Industrial, civil engineering and architecture» of institute of building, architecture and housing of communal economy of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Клинчаян Авет Владимирович, доцент кафедры «Промышленное, гражданское строительство и архитектура» института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»; г. Луганск.
E-mail: avetklinch@mail.ru

Klinchayan Avet.V., Assistant professor of department «Industrial, civil engineering and architecture» of institute of building, architecture and housing of communal economy of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Назарова Анна Михайловна, старший преподаватель кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры. Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».
E-mail: ivasishina.anya@mail.ru

Nazarova Anna Mikhailovna, senior lecturer of the department of industrial, civil engineering and architecture. Institute of building, architecture and housing and communal services of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич, д.т.н., профессор кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры ИСА и ЖКХ ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

УДК 643.2

ИСТОРИЧЕСКИЙ ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА НАРОДОВ РОССИИ

Межерицкий С.И., Назарова А.М., Лукьянова Т.И.

HISTORICAL EXPERIENCE OF CONSTRUCTION OF THE PEOPLES OF RUSSIA

Mezheritsky S.I., Nazarova A.M., Lukyanova T.I.

В статье освещен вопрос исторического опыта строительства народов России. Многолетние наблюдения за природой, приспособление к условиям жизни и климату, правильное применение местных строительных материалов и проверенных временем технологий позволяли не только повысить выживаемость, но и создать комфортные условия для жизни.

Ключевые слова: народное строительство, комфортабельное жилье, природные материалы, окружающая среда.

Введение. Опыт строительства жилья народов европейской части России разнообразен по количеству применяемых строительных материалов и оригинальных инженерных решений. Традиции во многом определялись климатическими условиями и наличием подходящего строительного материала. В настоящее время, когда проблемы экологичности и теплосбережения при проектировании и строительстве жилья выходят на первый план, практические наработки наших предков по созданию оптимальных условий для жизни, проверенные веками в условиях сурового Севера и жаркого Юга России, являются по-настоящему бесценными.

Цель работы. Анализ исторического опыта строительства народов России.

Основной материал. Первыми и наиболее примитивными жилищами для древних славян были землянки. Они легко строились и позволяли переживать холодный сезон года при относительно стабильных температурах в помещении. Это было одно из первых наблюдений, используемых сейчас в системах обогрева зданий при помощи тепловых насосов, за счет постоянной температуры ниже глубины промерзания земли. Стены внутри

делались из бревен, двухскатная крыша из жердей утеплялась толстым слоем дерна. Устройство примитивного глинобитного или каменного очага повышало шансы на выживание. Дверь устраивалась с наиболее теплой, южной стороны, для минимизации попадания холодного воздуха. Очаг сооружался в самом дальнем от двери углу [2].

Другими доступными древним славянам строительными материалами были: лес, камень, глина, тростник, ветви деревьев, трава, позже – солома. В северных землях излюбленным строительным материалом было дерево: оно легко обрабатывалось, хорошо сохраняло тепло и его было много. Камень из-за своей высокой теплопроводности в северных постройках практически не применялся. Его использовали только для строительства печей.

На юге Руси упорно работали над совершенствованием полуземлянок. Уже в X-XI веках они стали более высокими и просторными, словно подросли из земли. Но главная находка была в другом. Перед входом в полуземлянку стали сооружать легкие плетеные или дощатые тамбуры-сени – неотапливаемые помещения, отделяющие холод от тепла, своеобразный температурный кордон, позволяющий сохранять до 40% тепла. Теперь холодный воздух с улицы уже не попадал прямо в жилище, а прежде немного согревался в сенях. Печь-каменку перенесли от задней стенки к противоположной, где располагался вход. Горячий воздух и дым из нее выходили теперь через дверь, попутно согревая помещение, в глубине которого стало чище и уютнее. А кое-где появились уже и глиняные трубы-дымоходы. Все было подчинено сохранению тепла, а низкая дверь хотя и заставляла кланяться при входе, но в основном не позволяла

выходить тепло. Также и высокий порог у двери, спотыкач, берег тепло, непуская холодный воздух. Но самый решительный шаг древнерусское народное зодчество сделало на севере — в новгородских, псковских, тверских, полесских и иных землях. Здесь жилище уже в IX-X веках становится наземным и срубные избы быстро вытесняют полуземлянки [3]. Позже эти жилища развиваются в два типа: с земляным либо деревянным полом, без подклета и жилище на подклете. Целью сооружения наземного жилища было защита его от холода и влаги. Для этого чаще всего возводились подклеты, с 17 века — иногда каменные. Подклет — нижний, нежилой этаж жилого дома в народной архитектуре. Подклет служил кладовой, реже использовался для зимовки скота. В особо холодных районах дома обстраивались подсобными и хозяйственными помещениями под одной крышей. Создание таких своеобразных воздушных «буферов» вокруг отапливаемых жилых частей дома, размещение в этих помещениях или подклетах скота на зимовку помогало еще больше сохранить тепло. Приемы планировки с внутренними переходами из жилых помещений в хозяйственные позволяли человеку сократить зимой выходы на улицу.

Не удивительно, что главной составляющей дома, расположенного в холодной климатической зоне, являлась русская печь. Ее создание и эволюция достойны отдельного исследования. Печь занимала от четверти до трети площади дома и являлась центром не только дома, но и центром притяжения всей семьи. На ней готовили, возле нее спали, купались, грелись, собирались долгими зимними вечерами на семейные посиделки. Стены у печи были глинобитные, с природным камнем в толщине стен. Для строительства печей осознанно выбирался материал с наибольшей тепловой инерцией, позволяющей держать тепло наиболее длительное время [2].

Интересным элементом сельских домов в центральной России является устройство светелки на чердаке. Помещение светелки занимало наиболее высокую и просторную часть чердака и примыкало к теплой дымовой трубе от русской печи, проходившей транзитом через чердак. Большие окна светелки старались сориентировать на юг, что позволяло сделать это помещение самым теплым и светлым в доме. Традиционно это были женские владения, здесь женщины могли заниматься рукоделием даже в короткие зимние дни.

Жителям степи и лесостепи приходилось идти другим путем. Деревянное было мало или его не было совсем, поэтому основным строительным материалом являлись солома и саман. Теплый климат позволял людям большую часть времени проводить на улице под открытым небом, инвентарь можно было хранить под навесом, а скот зимой и летом содержался в открытых загонах. Дома строились небольшие, компактные. Стены могли быть сделаны из необожженного кирпича — сырца или самана — необожженных кирпичей из смеси глины с мелко порезанной соломой. Были еще глинобитные дома, построенные по каркасной технологии. Основой — каркасом такого дома служили прутья и жерди, сплетенные между собой в виде плетня. На каркас набрасывалась влажная глина и вбивалась тяжелыми деревянными молотками — колотушками. Полы чаще всего были земляные: земля плотно трамбовалась и смазывалась жидкой глиной. Соломенная кровля свешивалась над стенами широкой полосой, чтобы на стены не попадали дождевые струи, а в окна — жаркие лучи солнца [1].

Жилища, построенные с использованием глины, как основного строительного материала были теплыми, чистыми и достаточно долговечными. Глиняные стены отлично регулировали теплообмен между улицей и помещением: позволяли сохранять тепло зимой и прохладу летом, а также обеспечивали постоянную влажность внутри дома, поглощая избыточную влагу во время дождей и отдавая в сухую погоду, создавая благоприятный микроклимат. В глине нет бактерий. Кроме того, глина поглощает запахи, газы, токсины, статическое напряжение, нормализует электромагнитный фон и убивает микробы [4].

Анализ народного опыта строительства жилья показывает, что практически везде в качестве строительных материалов применялись местные возобновляемые природные материалы, которые в комбинации с опробованными приемами планировки и технологиями строительства, характерными для регионов с различными природно-климатическими условиями, позволяли получать жилой дом с достаточно комфортными условиями проживания и энергопотребления.

Выводы. В настоящее время, когда остро стоят проблемы экологичности, энергосбережения, экономичности, национальной идентичности (в том числе и в архитектуре), при проектировании и строительстве жилья выходят на первый план

практические наработки наших предков, проверенные веками в условиях сурового Севера и жаркого Юга России. Этот опыт является по-настоящему бесценными, вызывает живой интерес и по-прежнему используется в архитектуре и строительстве, придавая зданиям неповторимый местный колорит, сохраняя и пропагандируя традиции народного зодчества.

Л и т е р а т у р а

1. Галанин А.В. Традиционные типы домов на Руси © 2009. - [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ukhtoma.ru/history3.htm>
2. Жилища древних славян. - [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://forum.peredelka.tv/index.php?showtopic=15599>
3. Семенова М.В. Мы - славяне! / Азбука-Аттикус, 2017.- 560 с.
4. Саманные дома. Современные методы строительства. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pp-budpostach.com.ua/a126110-samannye-doma-sovremennye.html>

Mezheritsky S.I., Nazarova A.M., Lukyanova T.I.
HISTORICAL EXPERIENCE OF CONSTRUCTION OF THE PEOPLES OF RUSSIA

The article highlights the issue of the historical experience of the construction of the peoples of Russia. Long-term observations of nature, adaptation to living conditions and climate, the correct use of local building materials and time-tested technologies allowed not only to increase survival, but also create comfortable living conditions.

Key words: national construction, comfortable housing, natural materials, environment.

Межеритский Сергей Иванович, старший преподаватель кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры. Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ

ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: mezheritsky_s@mail.ru

Mezheritsky Sergey Ivanovich, senior lecturer of the department of industrial, civil engineering and architecture. Institute of building, architecture and housing and communal services of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Назарова Анна Михайловна, старший преподаватель кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: ivasishina.anya@mail.ru

Nazarova Anna Mikhailovna, senior lecturer of of the department of industrial, civil engineering and architecture. Institute of building, architecture and housing and communal services of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Лукьянова Татьяна Игоревна, старший преподаватель кафедры дизайна среды, Луганская государственная академия Культуры и искусств имени М. Матусовского.

E-mail: lukyanova_t@mail.ru

Lukyanova Tatyana Igorevna, senior lecturer of the Department of Environmental Design. Luhansk State Academy of Culture and Arts named after M. Matusovsky.

Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич, д.т.н., профессор кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 18.11.2022

УДК 691

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ: ТЕНДЕНЦИИ И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ

Мордвина Ю.В.

NEW TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION: TRENDS AND MODERN METHODS

Mordvina Yu.V.

Строители и архитекторы используют новые технологии в строительстве домов, чтобы решить и предупредить в дальнейшем возникающие частые проблемы, а также понизить затраты, увеличить эффективность работ, ускорить весь процесс в целом.

Большая часть инновационных технологий направлена на облегчение проектирования и возведения сооружений, но многие из них служат в целях экологической безопасности, поддержания природного баланса, экономии энергии.

Проектировщики и специалисты всего мира активно вводят в строительство новые материалы, технически оптимальные конструкции, а также новинки в этапе прокладки инженерных сетей и коммуникаций внутри здания и снаружи. В этой статье будут рассмотрены различные варианты применения инноваций, а также их виды.

Ключевые слова: инновационные материалы, наноматериал, пеноблоки, керамзитобетон, газобетон, солнечные батареи.

Введение. В начале XXI века интенсивно стали развиваться строительно-технологические системы и начали внедряться эффективные инновационные технологии при строительстве и реконструкции зданий и сооружений. Под строительной технологической системой следует понимать совокупность взаимосвязанных элементов инженерной системы, объединенных единым конструктивно-технологическим решением, направленным на повышение качества, надежности, долговечности и эффективности строительства.

Если рассматривать инновации в строительстве в целом, то можно заключить, что они представляют собой не только внедрение технологий в строительство новых, но и в реконструкцию и

модернизацию существующих. Особо необходимо отметить, что при реализации строительных инноваций при осуществлении реконструкции строительных объектов совершенствуются архитектурно-планировочные и инженерные решения этих зданий, повышаются их техническая надёжность, экономическая эффективность и пр.

Целью статьи является исследование внедрения современных технологий и методов строительства дома.

Изложение основного материала. Основная задача реконструкции промышленных предприятий — организация современного интенсивного экологически безопасного производства с эффективным ресурсопотреблением и природопользованием. Её решение обеспечивается следующими мероприятиями:

- перенос цехов, не отвечающих экологическим требованиям, на другие территории или их перепрофилирование;
- использование освободившихся промышленных территорий для реабилитации природного комплекса, развития инфраструктуры предприятия, расширения производства;
- проведение комплексных природоохранных мероприятий;
- создание новых типов энерго-экономичных производственных зданий с гибкими архитектурно-строительными и инженерно-техническими решениями;
- внедрение на предприятиях наукоемких производств;
- формирование инновационных объектов.

Инновационная деятельность охватывает создание и внедрение: новой продукции; новых технологических процессов и форм организации

производства; нового рынка; новых процессов управления и решения социально-экономических задач, соответствующих им финансовых инструментов и организационных структур.

Значительную часть жилого фонда в наших городах составляют жилые здания, прослужившие от 50 до 100 лет и более, при этом пригодные по техническому состоянию к дальнейшей продолжительной эксплуатации, но их внешний облик, а иногда незначительный физический износ препятствуют их дальнейшей эксплуатации. Поэтому реконструкция является самым оптимальным решением и представляет собой важную архитектурную, градостроительную и техническую задачу.

Реконструкцию зданий можно разделить на комплексную и частичную. Комплексная реконструкция решает задачи повышения капитальности здания, благоустройства и увеличения полезной и жилой площадей, а частичная реконструкция заключается в перепланировке внутренних помещений без замены перекрытия и значительной перекладки стен.

Актуальными в реконструкции в настоящее время являются такие работы, как: увеличение площади квартиры, реконструкция промышленных и иных зданий под офисные и жилые помещения, изменение планировки помещений, возведение надстроек, встроек, пристроек, а при наличии необходимых обоснований – их частичная разборка, улучшение архитектурной выразительности здания, реконструкция сетей, кроме магистральных, и многие другие.

Использование инновационных материалов (композитных и наноматериалов) в строительстве изучается давно, и есть определенные достижения: создание высокопрочных бетона и стали, углепластиков (композитов с углеволокнами и с полимерной матрицей), композитной арматуры, водоотталкивающих покрытий и т. д. Но всё же на смену приходят более высокоэффективные материалы, которые могут глобальным образом изменить будущее человечества. Сейчас активно ведутся исследования о возможности применения наноматериалов в строительной отрасли на основе графена.

Новый наноматериал (графен) – самый тонкий и прочный во вселенной и «представляет собой одиночный слой атомов углерода, соединенных между собой структурой химических связей», кристаллическая решетка которого представляет собой плоскость, состоящую из шестиугольных ячеек. По своим уникальным физическим характеристикам

(оптическая прозрачность, хорошая электрическая проводимость, упругость) он обладает большим потенциалом для практического применения в самых разнообразных сферах.

Главными направлениями инновационной деятельности в строительстве являются нововведения в проектировании жилых домов, транспортных систем и коммуникаций, объектов социальной и производственной сферы, новые технологии, материалы и методы управления строительством, что способствует повышению качества и уменьшению сроков строительства.

Толчком к внедрению инноваций в строительстве являются социальные нужды, а движущими силами внедрения инноваций – научные исследования и модернизация нормативных требований, что приводит к изменениям на предприятиях и рынке строительства в целом.

Строители и архитекторы используют новые технологии в строительстве домов, чтобы решить и предупредить в дальнейшем возникающие частые проблемы, а также понизить затраты, увеличить эффективность работ, ускорить весь процесс в целом.

Большая часть инновационных технологий направлена на облегчение проектирования и возведения сооружений, но многие из них служат в целях экологической безопасности, поддержания природного баланса, экономии энергии.

Проектировщики и специалисты всего мира активно вводят в строительство новые материалы, технически оптимальные конструкции, а также новинки в этапе прокладки инженерных сетей и коммуникаций внутри здания и снаружи.

В процессе проектирования здания используются параметры, которые показывают реальную ценность задействования инновационных способов.

Экономичность. Этот показатель важен как при возведении многоэтажных комплексов и промышленных объектов, так и при планировке дачи, загородного дома, любого частного жилья. В данном случае особое внимание уделяется выбору строительных материалов. В целом можно выделить следующие строительные материалы:

- пеноблоки;
- пенополистирольные блоки;
- дерево;
- СИП-панели;
- кирпичная кладка;
- газобетон;
- керамзитобетон.

Самыми экономичными материалами принято считать керамзитобетон и пеноблоки. Но у них есть

свои минусы – низкая долговечность, хорошая слышимость.

Скорость. Быстрый темп жизни заставляет возводить здание в сжатые сроки. Западные архитекторы предложили использовать каркасные конструкции, на которые сверху крепятся блоки из разных материалов. В России уже ввели заграничный опыт, и на нашей территории буквально «вырастают» постройки с металлокаркасным основанием, хотя ранее каркас делали из дерева.

Экологичность. Самым простым решением данного вопроса является постройка частных домов из деревянного массива. Но такой коттедж имеет критическую пожароопасность и высокую стоимость. Появилась новая тенденция в сфере строительства – применение домокомплектов из изготовленных на заводах панелей из дерева. Эта технология минимизирует возможность усадки дома, ускоряет трудоемкий процесс, а также позволяет экономить.

Прочность. Устойчивость к разным погодным условиям и длительное использование – это постоянная потребность населения, проживающего на севере страны. Для россиян важна надёжность в строительстве. Поэтому до настоящего времени многие выбирают кирпич.

Легкость проектирования. Если человек хочет построить самостоятельно свое жилье, то ему понадобятся удобные в обращении программные продукты. Многие компании предлагают компьютерные программы, обеспечивающие автоматизированное проектирование от момента разметки участка до процесса расположения инженерных систем. Все программы очень просты и удобны в управлении, этому помогают:

- понятный, русскоязычный интерфейс;
- огромный набор шаблонов в библиотеке – человек может пользоваться уже загруженной базой элементов, а также индивидуально пополнять ее своими;
- обширное оборудование – базовый САПР ZWCAD 2018 Professional уже включает в себя массу возможностей как в двухмерном, так и в трехмерном пространстве, а со специальными функциями становится значительно больше.

Цели применения новых современных строительных техник. В зависимости от месторасположения дома некоторые потребности являются более индивидуальными. Рассмотрим эти нужды.

Защита от влаги и охлаждение помещения. Для строительства домов в жарких и влажных, прибрежных или субтропических климатических

условиях была создана технология 3D-печати пористых кирпичей из керамики. Этот строительный материал имеет структуру сетки, и это позволяет впитывать воду, оберегая внутренние помещения от повышенной влажности снаружи. Заполненные каплями поры блоков позволяют отражать солнечные лучи, поэтому в комнаты проникает очень мало тепла. Самая обычная кирпичная кладка, наоборот, отлично нагревается, поэтому в здании из классического кирпича обычно тепло.

Поглощение смога. В крупных японских городах очень тщательно следят за атмосферой. Именно там был применён биодинамический белый бетон впервые. Эти странно выглядящие конструкции впитывают в себя примеси из воздуха, оседающие на строительный материал, превращаясь в инертную соль.

Энергообеспечение. Солнечные батареи, установленные на крышах домов, также могут частично решать проблему отопления. К преимуществам можно отнести:

- низкий риск пожара. При правильной установке проводки риск возгорания сведён к минимуму из-за отсутствия пожароопасных элементов;
- экологичность. При переработке ультрафиолетовых лучей нет сжигания топлива, как при реализации угольной, газовой энергетики;
- полный цикл энергообеспечения. При благоприятных погодных условиях крыша, полностью покрытая панелями из солнечных батарей, снабжает энергией весь дом;
- автономность. Такая установка позволяет потребителям быть независимыми от городского энергетического обеспечения;
- долгое использование.

Кроме привычных для строителей солнечных батарей, есть еще уникальная разработка добычи электроэнергии, которая еще не получила распространения среди населения. Это электрификация за счёт живущих на фасаде здания водорослей. Такая биологически активная постройка была возведена в Гамбурге. Растения содержатся в конструкциях с жидкостью и с постоянным снабжением воздухом – это приводит к активному росту водорослей, а вместе с тем и производству энергии, чему способствует постоянное попадание солнечных лучей, особенно в летнее время. Пока такая разработка только одна, но учёные Гамбурга уже ищут пути снабжения ресурсом весь город.

Еще одной инновационной находкой является стеклянная черепица. Это дорогостоящая в установке, но очень практичная в использовании альтернатива.

Принцип её работы таков: солнечные лучи нагревают фотоэлементы, размещенные под основным слоем стекла, что позволяет энергии подогреть воду и обеспечивать отоплением дома.

Выводы. Таким образом, в настоящее время для обеспечения и снижения стоимости строительства, уменьшения сроков, увеличения качества и комфортности в эту область внедряют различные инновации. Именно инновационные технологии становятся определяющим ресурсом и фактором модернизации экономики страны, что и обосновывает актуальность темы статьи.

Л и т е р а т у р а

1. Владимирова А.С., Абакумов Р.Г. Современные проблемы энергоэффективности и меры ее повышения // Современные подходы к трансформации концепций государственного регулирования и управления в социально-экономических системах. Сборник научных трудов 5-й Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор Горохов А.А.. Курск, 2016. – С.48-50.

2. Разумная Е.А., Абакумов Р.Г. Инновационные инструменты расширенного воспроизводства доступного жилья в регионах // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2016. № 1 (11). С. 220–225.

3. Катен М.А., Абакумов Р.Г. Градостроительные аспекты повышения энергоэффективности // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 1 (6). – С. 81–85.

4. Абакумов Р.Г., Скрыпник О.Г. Строительство как основополагающая отрасль развития экономики страны // Научное мышление молодых ученых: настоящее и будущее. – Белгород, 2015. – С. 184–188.

5. Страхова А.С., Абакумов Р.Г. Инновационные технологии строительства в России // Экономика и социум. 2015. – № 3-2 (16). – С. 865–869.

Mordvina Yu.V.

NEW TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION: TRENDS AND MODERN METHODS

Builders and architects use new technologies in the construction of houses to solve and prevent frequent problems that arise in the future, as well as to reduce costs, increase work efficiency, and speed up the entire process as a whole.

Most of the innovative technologies are aimed at facilitating the design and construction of structures, but many of them serve for environmental safety, maintaining the natural balance, and saving energy.

Designers and specialists from all over the world are actively introducing new materials, technically optimal designs, as well as novelties in the stage of laying engineering networks and communications inside and outside the building. This article will consider various options for the application of innovations, as well as their types.

Keywords: innovative materials, nanomaterials, foam blocks, expanded clay concrete, aerated concrete, solar panels.

Мордвина Юлия Владимировна, ассистент кафедры общеобразовательных дисциплин Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: mordvina.ulya@mail.ru

Mordvina Yulia Vladimirovna, Assistant of the Department of General Education of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Utilities of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Андрийчук Николай Данилович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой вентиляции, теплогазо- и водоснабжения Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Луганского государственного университета имени Владимира Даля.

Статья подана 16.11.2022

УДК 666.972:620.192.52

ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ УСАДОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В ТЯЖЕЛОМ ЦЕМЕНТНОМ БЕТОНЕ

Назарова А.В., Коваленко Д.С., Парамонов В.И.

EFFICIENT WAYS FOR REDUCING SHRINKAGE IN HEAVY CEMENT CONCRETE

Nazarova A.V., Kovalenko D.S., Paramonov V.I.

В данной работе рассмотрены типы, причины, а также механизмы возникновения усадочного трещинообразования в тяжелом бетоне. Приведены наиболее эффективные способы снижения усадки. Предложены бетоны с пониженной усадкой на основе комплекса добавок, в виде расширяющих и снижающих усадку, а также на основе расширяющихся цементов.

Ключевые слова: тяжелый бетон, усадочные деформации, расширяющиеся цементы, добавки, SRA.

Введение. Изменение объема бетона – неизбежное явление, начиная с самого раннего возраста твердения и заканчивая долгосрочным поведением. Поэтому бетонные конструкции подвержены самонапряжению или усадочному трещинообразованию, что может не только вызвать серьезные дефекты конструкции, но и снизить эксплуатационные характеристики, долговечность и эстетичность бетонной конструкции [1].

Образование усадочного трещинообразования в бетоне может происходить в разных условиях и по различным механизмам [2]. В течение первых нескольких часов бетон все еще находится в полужидком или пластичном состоянии, откуда и происходит термин «пластическая усадка» [3]. На этом этапе цементирующие материалы претерпевают отрицательные изменения объема, связанные с гидратацией цемента. Затем, когда вода теряется из-за испарения (усадка при высыхании) или внутренних реакций (аутогенная усадка), мениски, присутствующие на границах раздела между заполненными водой и пустыми порами, приводят к возникновению напряжений в жидкой фазе, что также способствует проявлениям напряжения и деформациям в твердом каркасе гидратирующегося цементного теста. Эти напряжения сближают

цементную массу, что приводит к уменьшению объема. Поэтому такие характеристики смеси, как плотность, химический состав, соотношение воды и цементирующего материала, тип и размер заполнителя, содержание заполнителя, а также параметры окружающей среды (температура, скорость ветра и относительная влажность), могут в значительной степени влиять на скорость образования пластической усадки [4]. Усадка в раннем возрасте имеет решающее значение, поскольку бетон имеет самую низкую деформационную способность, а предел прочности при растяжении, модуль Юнга и энергия разрушения бетона в раннем возрасте медленно увеличиваются в течение первых часов [5].

Долговременная усадка часто относится к усадке затвердевшего бетона, обычно начиная с 24 часов с момента затворения исходной смеси водой. Аутогенная усадка, в основном зависящая от состава бетона, развивается со временем быстрее, чем усадка при высыхании. Усадка при высыхании зависит от времени начала высыхания бетона и внешних параметров, таких как относительная влажность и размер образца. Для образования трещин в конструкциях может потребоваться несколько месяцев или лет.

Изложение основных материалов. В современной литературе выделяют следующие способы снижения усадочных деформаций и повышения трещиностойкости: применение расширяющихся/напрягающих цементов или расширяющих добавок; снижение содержания песка; использование химических добавок, снижающих усадку; снижение количества воды и водоцементного соотношения; внутренний и внешний уход за бетоном.

Традиционным способом компенсации усадки бетона является сокращение количества воды затворения. Для этого, как правило, применяют супер- или гиперпластификаторы, используют жесткие смеси, уменьшают расход вяжущего, подбирают фракционный состав заполнителей. Немаловажное значение имеют также минералогический состав и тонкость помола цемента. Также способом уменьшения или устранения усадочных деформаций является применение специальных цементов, способных компенсировать усадку. В результате многолетних исследований отечественных и зарубежных ученых был создан новый вид вяжущих – расширяющиеся цементы, которые способны решить эту проблему [6].

Механизм расширяющихся цементов состоит в том, что при твердении образуется значительное количество гидросульфоалюмината кальция, кристаллизация которых в условиях, наиболее препятствующих их свободному расширению, вызывает дополнительное уплотнение цементного камня и растворов [7].

По причине большой потребности строительной промышленности в расширяющихся цементах разработкам их технологии, изучению свойств, оптимизации составов уделяется большое внимание исследователей во всем мире.

Так, за рубежом расширяющиеся цементы производятся в США, Японии, Италии, Китае и в некоторых других странах. По данным [8] общий объем производства таких цементов в мире составляет около 1 миллиона тонн в год.

Технологии изготовления сульфоалюминатных, сульфоферритных и сульфоалюмоферритных клинкеров, освоенные на ряде заводов РФ и в странах СНГ, показали высокую эффективность выпуска на основе данных клинкеров расширяющихся и напрягающих цементов и применения последних в строительстве.

Для получения малоусадочных бетонов и бетонов с компенсированной усадкой особое место занимают расширяющие добавки, при введении которых при твердении портландцемента происходит увеличение линейных размеров, что позволяет обеспечить высокую трещиностойкость и долговечность конструкций. Благодаря этому бетон с расширяющими добавками нивелирует большие усадочные деформации [9]. Введение расширяющей добавки непосредственно в процессе приготовления бетонной смеси регулирует энергию расширения вяжущего, что позволяет получать бетоны как с компенсированной

усадкой, так и напрягающие с различной энергией самонапряжения.

Одним из эффективных современных способов снижения усадки бетона является применение химической добавки, снижающей усадку – Shrinkage Reducing Admixtures (SRA). Первые данные по исследованиям и разработке добавок SRA появились в 1980-х в Японии. Добавки на основе низкомолекулярных полиоксикаленалкилэфиров обеспечивали значительное снижение влажностной усадки, а также уменьшение количества и протяженности трещин в случае стесненной усадки. Позже появилась информация о добавках SRA на основе этиленгликоля или полипропиленгликоля [10].

SRA обычно рассматривают как синергетическую смесь неионного ПАВ и гликоля. Гликоль также проявляет поверхностную активность на границе раздела фаз, вызывая снижение поверхностного натяжения жидкости. Молекулярная структура представлена двумя частями: гидрофобной (неполярный углеводородный радикал) и гидрофильной группами (полярная головка), молекула получена реакцией этоксилирования. Гидрофильная головка может быть ионной или неионной, притягивается полярными и водородными связями растворителя (например, вода) и противоположно заряженных поверхностей. Гидрофобный хвост притягивается неполярными растворителями (например, масло), но отталкивается полярными молекулами, такими как вода [11].

Добавки SRA проявляют эффект прежде всего за счет снижения поверхностного натяжения поровой жидкости на границе раздела фаз «жидкость-газ», что обеспечивает уменьшение капиллярного давления, вызванного формированием менисков [12].

Следует также отметить, что по мере развития процесса гидратации цемента концентрация SRA в поровой жидкости увеличивается. Это связано с тем, что часть воды затворения связывается в процессе гидратации, в то время как SRA не связывается продуктами гидратации (по крайней мере, с той же скоростью, как вода). Таким образом, концентрация SRA в свободной поровой жидкости увеличивается. Подобное явление также происходит, когда бетон подвергается сушке, и вода испаряется, а SRA остается в поровом растворе [11].

Исходя из своего основного назначения, добавки SRA рекомендованы к применению в случае, когда трещинообразование может существенно отразиться на долговечности железобетонных конструкций. За счет значительного снижения влажностной усадки бетона (на 30-80 %) достигается более высокая

стойкость к трещинообразованию как в ранние, так и поздние сроки твердения. Кроме уменьшения поверхностного натяжения поровой жидкости, добавки обеспечивают также значительное снижение скорости испарения и потерь массы вследствие испарения влаги, особенно в ранние сроки твердения. В результате можно ожидать положительного влияния добавок на снижение пластической усадки бетона, о чем свидетельствуют результаты экспериментов ряда ученых [11, 13].

В исследованиях Н.М. Зайченко, А.В. Назаровой, Маршди Косая [14] изучено влияние комплексного модификатора в виде расширяющейся добавки на основе обожженного доломитизированного известняка и добавки, снижающей усадку бетона на основе полипропиленгликоля «Маресуре SRA», на показатели стесненного расширения (усадки) высокопрочного бетона. Установлено, что при твердении в течение семи суток в воде все исследуемые образцы-призмы бетона показали расширение, при этом наибольшие абсолютные значения зафиксированы для бетона, который содержит комплекс добавок «SRA + расширяющийся компонент». После извлечения образцов из воды и последующей их выдержки в воздушно-сухих условиях ($t=22-27^{\circ}\text{C}$, $\phi=75-67\%$) в бетоне развивается стесненная усадка, которая наиболее характерно проявляется в образце контрольного состава, достигая в возрасте 28 суток величины $\epsilon=-331$ мкм/м. Наличие в бетоне комплекса добавок «SRA + расширяющийся компонент» способствовало тому, что на всем протяжении исследования данный образец показывал остаточное расширение $\epsilon=+19$ мкм/м. Гипотезой синергизма компонентов комплексной добавки является тот факт, что с понижением растворимости образующегося гидроксида кальция расширение системы повышается. Добавка, снижающая усадку SRA, может снижать диэлектрическую проницаемость воды и, следовательно, её способность растворять соли. И поэтому добавка SRA может снижать растворимость гидроксида кальция, способствуя более полному расширению цементной системы. Несмотря на это, данный синергетический эффект требует дальнейшего детального изучения и обоснования.

Также последнее время широко распространено применение в составах тяжелых бетонов различного рода органоминеральных модификаторов комплексного действия, которые могут положительно повлиять на снижение усадочных деформаций по сравнению с бетонами без этих модификаторов.

Выводы. Наиболее эффективным способом снижения или предотвращения усадочных

деформаций является применение бетонов с компенсированной, т.е. пониженной, усадкой. В таких бетонах величина расширения должна максимально приближаться к величине прогнозируемой усадки. Это достигается за счет использования таких материалов, как добавки, снижающие усадку (например, SRA), расширяющиеся цементы, расширяющие добавки и др.

Л и т е р а т у р а

1. Saliba, J. Influence of shrinkage-reducing admixtures on plastic and long-term shrinkage / J. Saliba, E. Rozière, F. Grondin, A. Loukili // *Cement and Concrete Composites*. – 2011. – 33(2). – P. 209–217.
2. Turcry, P. Retrait et fissuration des bétons autoplacants, influence de la formulation, French PhD dissertation / P. Turcry. – Ecole Centrale de Nantes. – 2004.
3. Kronlöff A, Leivo M, Sipari P. Experimental study on the basic phenomena of shrinkage and cracking of fresh mortar. *Cem Concr Res* 1995;25(8): P. 47–54.
4. Almusallam AA. Effect of environmental conditions on the properties of fresh and hardened concrete. *Cem Concr Compos* 2001;23(4–5):353–61.
5. Dao VTN, Dux PF, Morris PH. Tensile properties of early-age concrete. *ACI Mater J* 2009;106(6).
6. Титов, М.Ю. Бетоны с повышенной прочностью на основе расширяющих добавок / М.Ю. Титов. // *Строительные материалы*. – 2012. – №2. – С. 84–87.
7. Рояк, С.М. Специальные цементы / С.М. Рояк, Г.С. Рояк. – М.: Стройиздат, 1983. – 279 с.
8. Кузнецова Т.В. Алуминатные и сульфалюминатные цементы. – М., Стройиздат, 1986. – 209 с.
9. Звездов, А.И. Бетон с компенсированной усадкой для возведения трещиностойких конструкций большой протяженности / А.И. Звездов, М.Ю. Титов // *Бетон и железобетон*. – 2001. – №4. – С. 17–19.
10. 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.
11. Rajabipour F. Interactions between shrinkage reducing admixtures (SRA) and cement paste's pore solution [Text] / F. Rajabipour, G. Sant, J. Weiss // *Cement and Concrete Research*. – 2008. – Vol. 38. – P. 606–615.
12. Eberhardt, A.B. On the mechanisms of shrinkage reducing admixtures in selfconsolidating mortars and concretes [Text] / Arnd Bernd Eberhardt // *Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor Ingenieur an der Fakultät Bauingenieurwesen der Bauhaus Universität Weimar*. – Aachen: Shaker Verlag GmbH, 2011. – 286 pp.
13. Deboodt, Tyler Durability Assessment of High-Performance Concrete with SRAs and FLWAs [Text] / Tyler Deboodt, Tengfei Fu, Jason H Ideker // *Cement and Concrete Composites*. – 2015. – Vol. 57. – P. 94–101.

14. Zaichenko M. Effect of expansive agent and shrinkage reducing admixture in shrinkage-compensating concrete under hot-dry curing environment / M. Zaichenko, A. Nazarova, Qusay Al-Marshdi // TEKA. – Vol. 14. – №2. – Lublin, 2014. – P. 170-178.

Nazarova A.V., Kovalenko D.S., Paramonov V.I.
EFFICIENT WAYS FOR REDUCING SHRINKAGE IN HEAVY CEMENT CONCRETE

In this paper, the types, causes, and mechanisms of the occurrence of shrinkage cracking in heavy concrete are considered. The most effective ways to reduce shrinkage are given. Reduced shrinkage concretes based on a complex of additives, in the form of expanding and reducing shrinkage, as well as on the basis of expanding cements, are proposed.

Key words: heavy concrete, shrinkage deformations, expanding cements, additives, SRA.

Назарова Антонина Васильевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры городского строительства и хозяйства института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».
E-mail: Nazarova-Anto@yandex.ru

Nazarova Antonina Vasilievna, Ph.D. (Eng.), Senior Researcher, Professor of Urban Construction and Economy Department of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Коваленко Денис Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры управления жилищно-

коммунальным хозяйством института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: den_g502@mail.ru

Kovalenko Denis Sergeevich, Ph.D. (Eng.), Associate Professor of the Housing and Communal Services Management Department of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Парамонов Владимир Иванович, старший преподаватель кафедры управления жилищно-коммунальным хозяйством института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: paramonov32@inbox.ru

Paramonov Vladimir Ivanovich, senior lecturer of Urban Construction and Economy Department of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич, д.т.н., проф. кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 16.11.2022 г.

УДК 621.742.56:628.4.038

ВЛИЯНИЕ ЗЕРНОВОГО СОСТАВА ОТРАБОТАННОЙ ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ НА ЕЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Назарова А.В., Коваленко Д.С., Шокало М.П.

INFLUENCE OF THE GRAIN COMPOSITION OF A SPENT MOLDING GROUND ON ITS TECHNICAL CHARACTERISTICS AND APPLICATION

Nazarova A.V., Kovalenko D.S., Shokalo M.P.

В статье описаны исследования отходов формовочных смесей, прежде всего их зернового состава, с целью определения возможности применения этих отходов в качестве сырья для строительной индустрии. Рассмотрены вопросы утилизации промышленных отходов литейного производства, которые способствуют решению экологических проблем и снижению затрат при изготовлении строительных материалов и изделий.

Ключевые слова: отходы, отработанная формовочная смесь, модуль крупности, водопотребность, бетоны, растворы.

Введение. В высокоразвитых странах на одного человека приходится в год 3–5 т промышленных и 0,3–0,4 т бытовых отходов. На транспортирование отходов, их переработку, содержание свалок в среднем расходуется 10 % стоимости основной продукции. В настоящее время особое значение уделяется вопросу рационального использования ресурсов и утилизации отходов. Для утилизации крупнообъемных техногенных отходов наиболее приемлемыми являются материалоемкие отрасли производства, где первенство занимает строительная индустрия. Промышленные отходы по сути своей являются уникальным сырьем в производстве строительных материалов, что приводит к значительным снижениям капитальных вложений при строительстве [1].

Проблема использования отходов в строительстве заключается в том, что материалы и изделия, получаемые на основе отходов, должны быть экологически безопасными, индифферентными по отношению к биологическим объектам и

устойчивыми к воздействию агрессивных факторов окружающей среды. Сама строительная отрасль является поставщиком крупнообъемных отходов, в частности образуется дробленый бетон и кирпич при разборке зданий и сооружений; железобетонные конструкции, пришедшие в негодность; асфальтобетон старых дорожных покрытий; отработанные кровельные материалы и др. [2].

Для утилизации крупнообъемных техногенных отходов наиболее приемлемыми являются материалоемкие отрасли производства, где первенство занимает строительная индустрия. Проблема использования отходов в строительстве заключается в том, что материалы и изделия, получаемые на основе отходов, должны быть экологически безопасными, индифферентными по отношению к биологическим объектам и устойчивыми к воздействию агрессивных факторов окружающей среды. Сама строительная отрасль является поставщиком крупнообъемных отходов, в частности образуется дробленый бетон и кирпич при разборке зданий и сооружений; железобетонные конструкции, пришедшие в негодность; асфальтобетон старых дорожных покрытий; отработанные кровельные материалы и др. [2].

Литейное производство является основной заготовительной базой машиностроения: около 40% всех заготовок получают литьем. Однако литейное производство – одно из наиболее экологически неблагоприятных, так как в ходе технологического процесса выделяются: пыль, оксид углерода, оксиды азота и серы, фенол, формальдегид. Кроме того, это производство связано с выбросом твердых отходов, которые тоже загрязняют окружающую среду.

Основную массу отходов литейного производства составляют отработанные формовочные (ОФС), стержневые смеси и шлак. До 70% этих отходов ежегодно вывозится в отвалы [3].

Их регенерация – весьма дорогая процедура, поэтому перед сталелитейными предприятиями возникает задача перейти на менее вредное для окружающей среды производство. С каждым годом вопрос утилизации этих отходов становится наиболее актуальным. Это несет в себе не только экологический, но и экономический аспекты.

Отработанные формовочные и стержневые смеси относятся к 4-й категории опасности, неоднократно применялись в строительстве [4] и отрицательного экологического воздействия на природную среду не оказывают. Формовочные пески широко используются для улучшения грунтовых дорог и для приготовления асфальтобетонных смесей. По ранее выполненным исследованиям отработанные формовочные смеси могут быть также использованы в производстве цемента в качестве кремнеземно-известкового компонента его сырьевой смеси. Исходя из вышеизложенного, актуальной задачей является исследование и разработка возможности их дальнейшего использования в строительстве.

Утилизация многотоннажных твердых отходов для производства строительных материалов способствует расширению сырьевой базы, экономии традиционного сырья и энергии, сокращению затрат на производство и снижению цен на строительные материалы, что само по себе является важной народно-хозяйственной задачей [4].

Целью настоящей работы являются теоретические и экспериментальные исследования отработанной формовочной смеси литейного производства на примере отходов, образующихся на производственной базе ПАО «Луганский литейно-механический завод», анализ полученных результатов исследований и разработка рекомендаций по их утилизации в строительной индустрии.

Изложение основных материалов. На производственной базе ПАО «Луганский литейно-механический завод» накопились значительные объемы твердого промышленного отхода – горелой отработанной формовочной смеси (горелого песка), образующегося при изготовлении радиаторных стержней, форм секций радиаторов, деталей люков и дождеприемников. Отработанные формовочные смеси – это отходы литейного производства,

основными компонентами которого являются: SiO_2 (80...85%), CaO (5...7%), Al_2O_3 (4...6%) [5].

Отработанная формовочная смесь представляет собой песок (ГОСТ 2138-91 Пески формовочные. Общие технические условия), покрытый оболочкой из связующих композиций, оставшихся после высокотемпературной обработки в процессе литья. Свойства отработанных формовочных смесей (далее по тексту ОФС) формируются под воздействием высоких температур (1400...1500 °C). Кварц зерен формовочного песка последовательно переходит из одной модификации в другую, что вызывает растрескивание зерен, частично превращая их в пыль и вызывая соответствующие изменения их состава. Остывание формовочной смеси происходит медленно, поэтому в отработанных формовочных смесях имеются модификации в виде α -тридилита и α -кристобалита, т.е. активные формы кремнезема. Глина при температуре 600...800°C также превращается в пыль. Органические связующие материалы частично выгорают, отчасти коксуются, образуя золу и мелкие частицы углерода. Все эти процессы приводят к частичному спеканию и оплавлению зерен смеси, покрытых оболочкой связующего компонента, к появлению металлических и шлаковых включений в составе смеси. Следовательно, отработанные смеси необходимо подвергнуть предварительной подготовке. Процесс подготовки отработанной смеси к повторному использованию называется регенерацией. Он включает в себя охлаждение смеси после выбивки отливок, удаление включений металла (чаще всего путем магнитной сепарации), размалывание комков, просеивание, обеспыливание и аэрацию отработанной смеси.

ОФС была подвергнута регенерации, т.е. удалению пыли, мелкой фракции и глины, потерявшей связующие свойства под влиянием температуры.

Первостепенным требованием, определяющим пригодность ОФС для применения в строительстве, является ее радиационно-гигиеническая характеристика. По результатам испытаний, проведенных ГС «Луганская республиканская СЭС», выявлено, что диапазон суммарной активности проб горелых отходов составляет $A_{\text{эфф}} = 8,30...18,94$ Бк/кг, что означает возможность использования отходов во всех видах строительства без ограничений. Также были представлены паспорта безопасности химических составляющих стержневых и формовочных смесей, а именно смолы фенолформальдегидной марки «Карбонд Т»,

разделительного агента «Активформ СЛ» и отвердителя марки «ТС».

Основное сырье для изготовления формовочных смесей – песок участка недр «Водоток» - по химическому составу соответствует требованиям ГОСТ 2138-91 «Пески формовочные. Общие технические условия». Зерновой состав этого формовочного песка характеризуется модулем крупности $M_{кр}=1,69$.

Основным преимуществом ОФС перед традиционными минеральными материалами является тот факт, что ее кристаллическая структура окончательно сформирована вследствие воздействия высоких температур на формовочные и стержневые смеси и не подвержена дальнейшим изменениям.

Таким образом, по составу ОФС как мелкозернистый материал не содержит компонентов (кроме тонкой дисперсности), которые могут оказать отрицательное влияние на бетонные и растворные композиты, в составе которых ОФС в качестве мелкого заполнителя предполагается использовать.

В качестве мелкого заполнителя для бетонов и растворов следует применять природные пески, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 8736-2014, и, согласно его классификации, пески делятся на группы по таким показателям рассева песка на

стандартных ситах, как модуль крупности ($M_{кр}= 0,5...3,5$) и полный остаток на сите с отверстиями 0,63 мм (10...75 %).

К важнейшим показателям качества мелкого заполнителя для бетонов и растворов относят его минеральный состав, зерновой состав, форму и характер поверхности зерен, содержание вредных примесей, плотность. Интегральным количественным показателем влияния песка на свойства бетонных и растворных смесей является его водопотребность.

Результаты исследований. По результатам химического анализа сырьевой формовочный песок в основной массе содержит оксид кремния – 99,4%, незначительное количество оксида железа - 0,04 %, а содержание сульфитов и сульфатов в пересчете на SO_3 , снижающих долговечность строительных материалов и изделий, составляет не более 0,046 %, что не превышает нормируемого значения $SO_3 < 1$ %.

Основные технические показатели исследованных проб ОФС по установлению на соответствие требованиям ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ. Технические условия» представлены в табл. 1.

Таблица 1

Основные технические показатели ОФС

№ п/п	Наименование показателей	Ед. изм.	Результаты испытаний	Требования ГОСТ 8736-2014
1	Насыпная плотность	кг/м ³	1294	-
2	Влажность	%	0,1	≤5,0
	Истинная плотность	кг/м ³	2790	2000...2800
	Пустотность	%	53,6	не регламентируется
3	Содержание пылевато-глинистых частиц	%	5,7	≤7,0
4	Содержание глины в комках	%	0	≤0,35
5	Модуль крупности	%	1,71	≤3,5

Наибольшее влияние на технологические свойства бетонной и растворной смесей и строительно-технические свойства этих цементных композитов оказывают зерновой состав (модуль крупности) песка, степень чистоты, оцениваемая содержанием вредных и засоряющих примесей

(пылевидных и глинистых частиц), а также его водопотребность. Пески с модулем крупности $M_{кр} = 1,5...2,1$ повышают расход цемента до 5 %, а при модуле крупности менее 1,5 – до 10 %.

Результаты рассева пробы ОФС с модулем крупности $M_{кр} = 1,71$ представлены в табл. 2.

Таблица 2

Зерновой состав ОФС

Размер отверстий сит, мм	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	<0,16
Частичные остатки, %	0,0	0,04	0,28	71,57	26,77	1,34
Полные остатки, %	0,0	0,04	0,32	71,89	98,66	100

Природные местные пески Луганского региона по показателям модуля крупности ($M_{кр} = 1,1 \dots 1,5$) и полного остатка на сите № 063 (не более 10%) относятся к группе очень мелких песков и не входят в область оптимальных значений. Согласно представленным данным ОФС относится к группе мелких песков, а по полному остатку на сите 0,63 также не соответствует требованиям ГОСТ. Однако в строительной практике в случае отсутствия в регионе месторождения более крупных песков и возможности использования укрупняющих добавок допускается применять такие пески при соответствующем технико-экономическом обосновании, несмотря на необходимость повышения расхода вяжущего (цемента).

Важным критерием при оценке качества мелкого заполнителя является его водопотребность. От количества поглощенной песком воды зависит конечная жесткость (подвижность) бетонной смеси, конечное (фактическое) водоцементное отношение, сильно влияющее на прочность цементного камня и бетона, а также сцепление цементного камня с зернами песка, что опять-таки влияет на прочность бетона.

При равноценном зерновом составе значение водопотребности отобранной пробы ОФС ($B=4,4\%$) несколько выше, чем местного природного песка ($B=2,01\%$), что объясняется повышенной шероховатостью зерен ОФС, приобретенной в результате высокотемпературных воздействий. С другой стороны, шероховатая поверхность зерен обеспечивает хорошее сцепление с цементным камнем, т.е. форма зерен заполнителя является важной характеристикой заполнителя, определяющей прочность бетона, а именно их геометрическая форма и рельеф поверхности. При разной геометрической форме зерен заполнителя обеспечивается разная плотность их упаковки, что определяет расход цемента в межзерновом пространстве. Для организации оптимальной структуры бетона цемента в нем должно быть столько, чтобы его хватило лишь на обмазку зерен заполнителя и не расходовалось на заполнение межзернового пространства. Из опыта проектирования составов бетона установлено, что наиболее предпочтительной формой зерен, смесь которых обладает высокой упаковкой, является рельеф угловатой поверхности зерен заполнителя, которая определяет площадь его сцепления с цементным камнем. Чем больше эта площадь и

количество выступов для зацепления, что свойственно для угловатой поверхности заполнителя, тем выше прочность бетона.

В «Рекомендациях по подбору составов бетонных смесей для тяжелых и мелкозернистых бетонов» Федерального центра нормирования, стандартизации и оценки соответствия в строительстве указано, что пески с модулем крупности более 1,0 до 1,5 (очень мелкие) рекомендуется применять для тяжелых и мелкозернистых бетонов классов В10 (марок по прочности на сжатие М150) и ниже. Использование этих песков в бетонах класса по прочности выше В10 (М150) допускается при проведении необходимых испытаний в бетоне.

Количество мелких фракций в песке, проходящих через сито 0,16 мм, не должно превышать для песка, используемого в бетонах 10 %, а в строительных растворах – 20 %, и этим требованиям ОФС вполне соответствует. Для песков, применяемых в составе асфальтобетонных смесей, содержание зерен менее 0,16 мм не нормируется. Строительный опыт и ранее выполненные исследования показывают, что ОФС могут быть использованы для приготовления асфальтобетонных смесей как одно из составляющих минерального остова асфальтобетона. Формовочные пески хорошо обволакиваются битумом. Частицы глины в процессе литейного производства под высокотемпературным воздействием хорошо спекаются, их физические свойства улучшаются, уменьшается набухание при увлажнении.

Одними из основных качественных характеристик порошка минерального для асфальтобетонных и органоминеральных смесей марки МП-2, т.е. из твердых порошковых отходов промышленного производства, что и представляет собой ОФС, являются зерновой состав, удельная активность радионуклидов, количество потерь при прокаливании. Ключевым фактором получения качественной асфальтобетонной смеси является зерновой состав минеральной части, который в свою очередь должен соответствовать ГОСТ 9128-2013 и ГОСТ Р 52129-2003.

В табл. 3 приведены сравнительные характеристики зернового состава ОФС, рассеянного согласно ГОСТ Р 52129-2003 как предполагаемого минерального порошка для асфальтобетонных смесей.

Таблица 3

Зерновой состав минерального порошка ОФС

Показатель зернового состава, мм	Нормативные требования, % по массе	Фактические значения, % по массе
мельче 1,25	не менее 95	100
0,315	от 80 до 95	от 30 до 40
0,071	не менее 60	от 2 до 4

В результате анализа испытаний пробы отработанной формовочной смеси как отхода производства ПАО «Луганский литейно-механический завод», а прежде всего ее зернового состава, возможно определить область применения ОФС в строительной области, т.е. пути частичной утилизации, тем самым способствуя решению экологических проблем и снижению затрат при изготовлении строительных материалов и изделий.

Выводы. 1. По санитарно-радиологическим характеристикам представленная проба ОФС относится к 1-му классу по радиационному фактору, т.е. может использоваться во всех видах строительства без ограничений.

2. По минералогическому составу ОФС как мелкозернистый материал не содержит компонентов, которые могут оказать отрицательное влияние на бетонные и растворные композиты.

3. Отработанная формовочная смесь может быть использована в цементных тяжелых и мелкозернистых бетонах класса по прочности на сжатие B10 (марка 150) и ниже в качестве мелкого заполнителя с полной заменой природного песка, а также с частичной заменой природного мелкого заполнителя (до 20 % по массе) в бетонах класса до B20 (марки 250) при соответствующих испытаниях ОФС в бетоне и обязательного применения в составах бетонных смесей пластифицирующих добавок.

4. Для использования отработанной формовочной смеси в асфальтобетонных смесях ее необходимо подвергнуть дополнительному измельчению с целью выравнивания зернового состава согласно технологическим требованиям с последующими испытаниями полученного минерального порошка в смеси с битумом.

5. Возможно применение ОФС в строительных кладочных и штукатурных растворах, сухих строительных смесях марок по прочности 75 и ниже как полноценный мелкий заполнитель.

6. Рекомендуется использовать ОФС при устройстве дорожных одежд в качестве компонента для дополнительных слоев основания в составе щебеночно-песчаных смесей или самостоятельного

материала (укрепленного или неукрепленного вяжущим).

Л и т е р а т у р а

1. Дворкин, Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. - 368 с.

2. Бусел, А.В. Переработка техногенных отходов и их использование в строительной индустрии / А.В. Бусел // Информационно-аналитический журнал «Новости науки и технологий» / учредитель ГУ «БелИСА». – 2012. – № 3(22). Адрес документа: http://belisa.org.by/ru/izd/stnewsmag/3_2012/art1_22_2012.html

3. Малькова, М.Ю. Экологические проблемы отвалов литейного производства / М.Ю. Малькова, А.С. Иванов // Вестник машиностроения. – 2005. – № 12. – С. 21-23.

4. Шалевская, И. А. Исследование возможности утилизации отходов формовочных смесей / И.А. Шалевская, Ю.И. Гутько / Вісник Донбаської державної машинобудівної академії. – 2011. – № 4 (25). – С. 169-173.

5. Добрынина, А.В. Рациональное применение отходов литейного производства / А.В. Добрынина / Научный альманах. – 2018. – N 6-2 (44). – С. 22-25.

Nazarova A.V., Kovalenko D.S., Shokalo M.P.

INFLUENCE OF THE GRAIN COMPOSITION OF A SPENT MOLDING GROUND ON ITS TECHNICAL CHARACTERISTICS AND APPLICATION

The article describes the study of waste molding sands, primarily their grain composition, in order to determine the possibility of using these wastes as raw materials for the construction industry. The issues of disposal of industrial waste foundry, which contribute to solving environmental problems and reducing costs in the production of building materials and products, are considered.

Keywords: waste, spent molding sand, particle size modulus, water demand, concretes, mortars.

Назарова Антонина Васильевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры городского строительства и хозяйства института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: Nazarova-Anto@yandex.ru

Nazarova Antonina Vasilievna, Ph.D. (Eng.), Senior Researcher, Professor of Urban Construction and Economy Department of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Коваленко Денис Сергеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры управления жилищно-коммунальным хозяйством института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: den_g502@mail.ru

Kovalenko Denis Sergeevich, Ph.D. (Eng.), Associate Professor of the Housing and Communal Services Management Department of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Шокало Марина Павловна, старший преподаватель кафедры городского строительства и

хозяйства института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: marina.shokalo@mail.ru

Shokalo Marina Pavlovna, senior lecturer of Urban Construction and Economy Department of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич, д.т.н., проф. кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 16.11.2022 г

УДК 629.714

ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ КЛАПАНЫ РЕГУЛИРУЮЩИХ ОРГАНОВ СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН

Ремень В.И., Квенцель А.Л.

PNEUMATIC VALVES OF THE REGULATING DEVICES OF THE ROAD-BUILDING MACHINES

Remen V.I., Kventsel A.L.

Рассмотрены пневматические клапаны регулирующих органов строительно-дорожных машин, выполненных на базе однопозиционных клапанов-усилителей, работающих в дискретном и аналоговых режимах и позволяющих повысить точность и экономичность регулирования.

Ключевые слова: пневматический привод, клапан, управление, переходные характеристики.

Обеспечение оптимальных режимов работы регулирующих органов строительно-дорожных машин является одной из приоритетных задач повышения технико-экономической эффективности систем регулирования и управления. Простота конструкции, надежность и безопасность работы, невысокая стоимость и простота обслуживания регулирующих органов с пневматическими исполнительными механизмами предопределило их широкое применение в ряде областей промышленности. Поэтому разработка и исследование новых эффективных пневматических систем автоматического регулирования и управления исполнительными механизмами регулирующих органов строительно-дорожных машин (СДМ) может обеспечить существенный положительный эффект.

К выбору типа, конструкции и характеристикам систем управления регулируемыми органами СДМ, их исполнительным механизмам, функциям, виду потребляемой энергии предъявляют повышенные требования

В настоящее время большинство исполнительных устройств (т.е. совокупность

регулирующего органа и исполнительного механизма) оборудовано пневматическими исполнительными приводами – мембранными, поршневыми и т.д. Разработаны специальные цифровые управляющие устройства, позволяющие реализовать широкий набор регулирующих функций – ПИД-регулирование, каскадное регулирование, регулирование соотношения. Применение цифровых устройств предопределяет использование промежуточного элемента, предназначенного для связи микро-ЭВМ (или любой другой системы автоматического управления) с исполнительным пневматическим механизмом. Из анализа конструкций современных усилителей пневматических систем автоматического управления следует, что благодаря малым утечкам рабочей среды, достаточно высокое быстродействие и высокую пропускную способность, наметилась тенденция использования мембранных пневматических позиционеров, распределителей, клапанов-усилителей, являющихся более экономичными по сравнению с золотниковыми. Существует множество различных конструкций мембранных усилителей, однако разработка и исследование пневматического привода регулирующих органов строительно-дорожных машин с малогабаритными, быстродействующими однопозиционными двухлинейными клапанами, работающими в аналоговом и дискретном режимах, до сих пор является актуальной.

Основным элементом предлагаемых приводов для СДМ является клапан [1] с пневматическим управлением и отрицательной обратной связью по

давлению, позволяющий работать в дискретном и аналоговом режимах, показан на рис. 1.

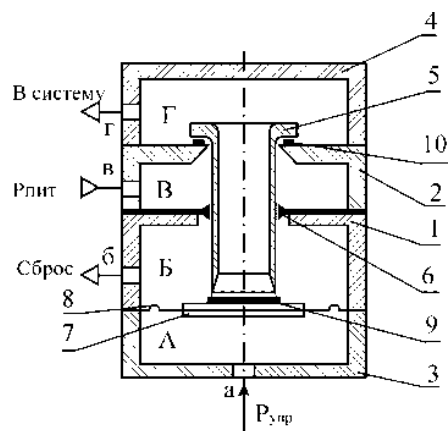


Рис.1. Клапан с пневматическим управлением

Предлагаемый клапан представляет собой аналоговый пневматический усилитель, в котором

$$p_{\text{вых}} = k p_{\text{вх}},$$

где $p_{\text{вых}}$ – давление на выходе (камера Г);

$p_{\text{вх}}$ – давление управления (камера А);

k – коэффициент усиления, зависящий от соотношения эффективных площадей мембран и диаметра полого клапана.

Клапаны, применяемые в системах управления и регулирования СДМ, чаще всего имеют отрицательную обратную связь по перемещению исполнительного механизма. Поэтому был разработан двухкаскадный клапан с обратной связью по перемещению [2] на базе описанного ранее усилителя с отрицательной обратной связью по давлению. Принципиальная схема такого устройства представлена на рис. 2.

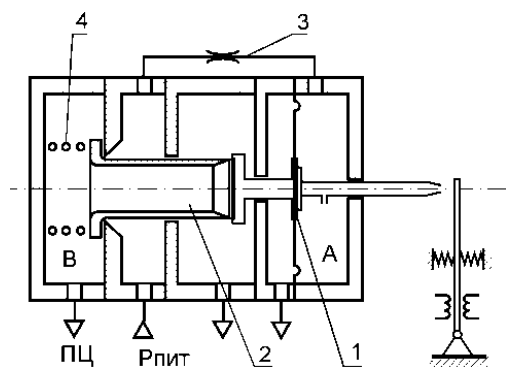


Рис. 2. Клапан с обратной связью по давлению и перемещению

По сравнению с клапаном (рис.1) в нем отсутствует мембрана, с помощью которой клапан прижимался к седлу. Она заменена пружиной 4. Кроме этого, дополнительно присутствует еще один каскад управления, представляющий собой усилитель типа сопло-заслонка, связанный с управляющей мембраной 1.

На базе клапана-усилителя с отрицательной обратной связью по давлению (рис. 1) и перемещению (рис. 2.) был разработан пневматический аналоговый усилитель [2] с электромагнитным управлением

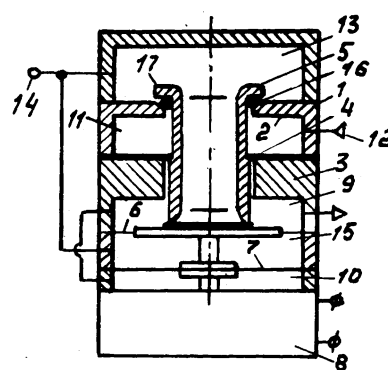


Рис. 3. Клапан с электромагнитным управлением

Часто для совместной работы клапана и регулятора (ПИ, ПИД) необходимо наличие дополнительной камеры, в которую должен подаваться сигнал задания от регулятора. Такой клапан представлен на рис.4. От клапана (рис.2) он отличается только наличием дополнительной камеры управления Г.

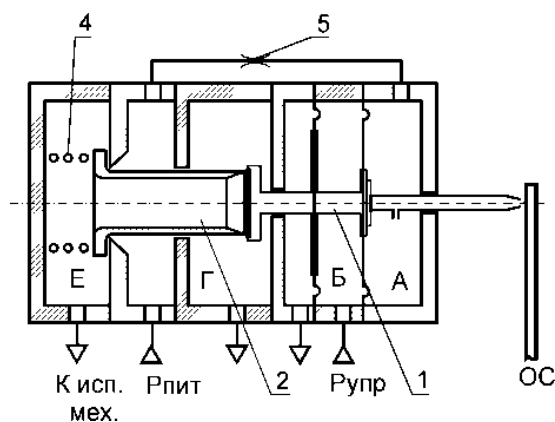


Рис. 4. Клапан - усилитель с дополнительной камерой управления

В системах регулирования температуры теплоносителей охлаждающих устройств возникает

необходимость иметь клапан с обратными связями по давлению, перемещению и температуре одновременно. Поэтому на базе клапана-усилителя (рис. 1.) был разработан пневматический усилитель со всеми вышеперечисленными обратными связями [3].

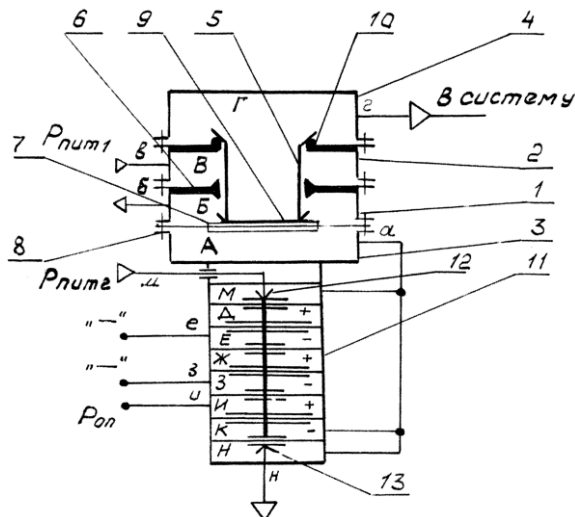


Рис. 5. Клапан с отрицательными обратными связями по давлению, перемещению и температуре и мембранный привод вентилятора охлаждения

Применение аналогового элемента УСЭПА позволяет использовать клапан в сложных пневматических системах управления из-за наличия двух отрицательных и трех положительных обратных связей.

Пропорциональный распределитель, представленный на рис. 6, содержит два клапана-усилителя, имеющих общий мембранный привод с толкателями.

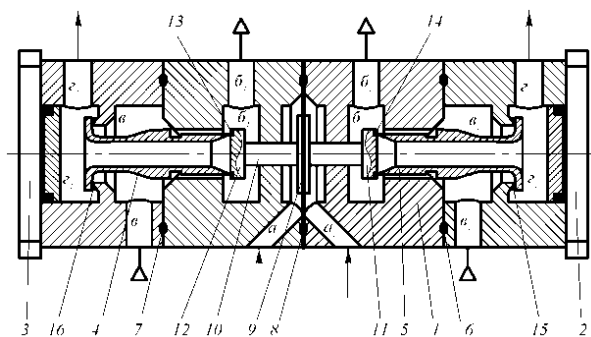


Рис. 6. Пропорциональный распределитель

Если пропорциональный распределитель соединить с исполнительным механизмом (пневмоцилиндром), то при подаче сигнала в камеру A1 осуществляется подача воздуха в рабочую

полость пневмоцилиндра, из второй полости воздух сбрасывается в атмосферу.

Наличие полых клапанов позволяет осуществить отрицательную обратную связь по давлению, что позволит пропорциональному распределителю работать в аналоговом режиме с линейной зависимостью выходного давления от давления управления.

Предлагаемый пневматический привод на базе клапанов (рис. 2) представлен на рис. 7.

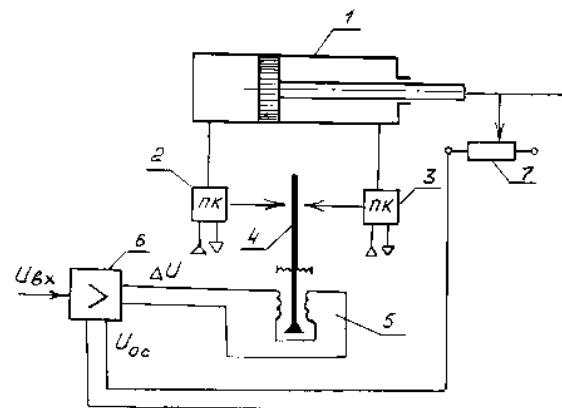


Рис. 7. Пневматический привод с клапанами-усилителями

Он состоит из пневмоцилиндра 1, двух усилителей 2 и 3, заслонки 4, электропривода 5, устройства управления 6 и датчика обратной связи 7. При изменении положения заслонки работает тот или другой клапан, подавая давление в одну из полостей пневмоцилиндра, причем выходное давление пропорционально сигналу управления. Данный привод обладает "автоторможением", так как при снятии сигнала управления (или их одновременной подаче в обе камеры) клапанная сборка занимает исходное положение, выход в атмосферу отсекается. Происходит выравнивание давлений в полостях пневмоцилиндра и его торможение.

Основным элементом такого привода является двухкаскадный клапан с коэффициентом усиления до 500, который определяется соотношением эффективных площадей мембран в камере управления и полого клапана. Усилитель обладает линейной статической характеристикой (по давлению и расходу). Благодаря малой массе подвижных частей и практически отсутствию утечек данный клапан обладает повышенными динамическими характеристиками. Экспериментальные исследования показали, что для

усилителя с диаметром условного прохода 4 мм, давлении питания 0,6 Мпа время включения составляет 0,01 с, частота переключения – 20 Гц.

Для определения влияния геометрических и энергетических параметров, а также для численного исследования динамики клапана была разработана математическая модель, базирующаяся на общепринятых уравнениях, приведенных в [3].

В результате проведения численных экспериментов установлен диапазон конструктивных параметров клапанов, удовлетворяющих противоречивым требованиям по быстродействию, устойчивости и линейности статической характеристики. Полученная при численном моделировании клапана с диаметром условного прохода 4 мм частота среза составляла 24 Гц, что удовлетворительно соответствует полученному из натурного эксперимента значению 20 Гц [9].

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что рассмотренные приводы на базе управляемых благодаря высоким статическим и динамическим характеристикам являются перспективными для применения в системах автоматического управления регулирующими органами строительно-дорожных машин.

Л и т е р а т у р а

1. Morgan Jones. Duilding Valve Amplifiers/ Morgan Jones/ Ntwnes. – 2004.–363 p.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. Ремень В.И. Пневматические устройства регулирования температуры теплоносителей систем охлаждения. Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – №2 (2). 2016 – С. 118-121.
6. Ремень В.И., Квенцель А.Л. Экспериментальные исследования динамических характеристик пневматических клапанов-усилителей приводов строительно-дорожных машин. ч.1. Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – №3 (5). 2017 – С. 10-15.
7. Ремень В.И., Квенцель А.Л. Экспериментальные исследования динамических характеристик пневматических клапанов-усилителей приводов строительно-дорожных машин. ч.2. Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – №3 (5). 2017 – С. 68-72.
8. Ремень В.И., Квенцель А.Л. Передаточные функции систем охлаждения строительных машин на базе пропорциональных позиционеров. ч.1. Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – №18 (4). 2018 – С. 97-105.
9. Ремень В.И., Квенцель А.Л. Определение границ области устойчивости системы регулирования охлаждения строительно-дорожных машин. Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – №10 (28). 2019 – С. 162-168.
10. Ремень В.И., Квенцель А.Л. Исследование и оптимизация характеристик системы регулирования охлаждения строительно-дорожных машин. Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – №12 (42). 2020– С. 87-92.

Remen V.I., Kventsel A.L.

PNEUMATIC VALVES OF THE REGULATING DEVICES OF THE ROAD-BUILDING MACHINES

Pneumatic valves of the regulating devices of the road-building machines based on guided single-position booster valves operating in discrete and analog modes and allowing to increase the accuracy and efficiency of regulation, are considered.

Key words: a pneumatic drive, valve, control, feedback transfer function.

Ремень Валентин Иванович, к.т.н., доцент кафедры «Вентиляция, теплогаз- и водоснабжение», «Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства», ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Remen Valentin Ivanovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of "Ventilation, Heat, Gas and Water Supply" "Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services", SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Квенцель Анатолий Леонидович, к.т.н., доцент кафедры «Общеобразовательные дисциплины», «Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства», ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Kventsel Anatoliy Leonidovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the "General

Education Disciplines", "Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services", SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Андрейчук Николай Данилович - доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Вентиляция,

теплогазо- и водоснабжение», «Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства», ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 16.11.2022

УДК 65.012.123

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЙ: МЕТОДОЛОГИИ, ПОДХОДЫ И МЕТОДЫ

Салуквадзе И.Н., Радионов Д.Г.

MODELING OF BUSINESS PROCESSES OF ENTERPRISES: METHODOLOGIES, APPROACHES AND METHODS

Salukvadze I.N., Radionov D.G.

Статья посвящена исследованию методологий, подходов и методов моделирования бизнес-процессов с целью их четкой детерминации для облегчения практического применения. Среди подходов определены функциональное, объектно-ориентированное и имитационное моделирование. Анализ методов моделирования позволил сгруппировать их по таким признакам, как цели моделирования и гибкость модели, что упрощает проблему выбора определенного метода моделирования для построения моделей бизнес-процессов предприятий.

Ключевые слова: бизнес-процесс, модель, подход, методология, метод.

Постановка проблемы. Построение модели бизнес-процессов – это сложная задача, которая требует определенного набора методов и средств для ее решения. Существуют различные способы описания бизнес-процессов и представления их в виде схем и диаграмм. На сегодняшний день методологии, методы и инструменты моделирования (описания) бизнес-процессов являются существенным направлением научных исследований. Спектр методов моделирования достаточно широк: от простейших графических нотаций, используемых для построения блок-схем и алгоритмов, и таких математических аппаратов, как сети Петри, в объектно-ориентированных языках моделирования, например, UML (Unified Modeling Language) и специально разработанных для описания бизнес-систем языках моделирования, например, XPDL (XML Process Definition Language) и BPEL (Business Process Execution Language).

Анализ последних исследований и публикаций. Вопросам моделирования бизнес-процессов предприятий посвятили свои исследования такие ученые, как В. Репин, В. Елиферов, Д. Кулябов, А. Королькова, К. Самуйлов и другие. Анализ научных и практических источников [1-3; 5-12], посвященные изучению вопросов моделирования бизнес-процессов, показал отсутствие единого методологического подхода к детерминации и дифференциации таких понятий, как «методология», «подход», «метод» моделирования. Исследование показало, что в основном авторы отождествляют понятие «методология», «методика» и «метод» моделирование бизнес-процессов, употребляя их как синонимы, приравнивают понятия методологии и нотации, выделяют концептуально разные подходы к моделированию, которые другими авторами воспринимаются как методологии моделирования, а также выделяют методологии в рамках подходов. Это, в свою очередь, затрудняет понимание практических аспектов моделирования бизнес-процессов и ограничивает возможности формирования научно обоснованного механизма моделирования бизнес-процессов на предприятиях.

Постановка задачи. В силу указанных обстоятельств существует необходимость комплексного изучения и уточнения теоретических основ моделирования бизнес-процессов предприятий в контексте исследования методологий, подходов, методов.

Изложение основного материала. В первую очередь следует отметить, что понятие «методология» имеет два основных значения: во-

первых, это – система определенных правил, принципов и операций, применяемых в той или иной сфере деятельности; во-вторых, это – учение об этой системе, общая теория метода. Особое внимание заслуживает определение методологии Александра и Дмитрия Новиковых [4], которое является довольно лаконичным и точным, и его суть детерминирована как организация деятельности.

Авторы уточняют структурные компоненты методологии, а именно: основания методологии (философия, психология, системный анализ, науковедение, этика, эстетика); характеристики деятельности (особенности, принципы, условия, нормы деятельности); логическую структуру деятельности (предмет, субъект, объект, формы, средства, методы, результат деятельности); временную структуру деятельности (фазы, стадии, этапы).

Исходя из вышеперечисленного под методологией создания модели бизнес-процесса понимаем совокупность способов, с помощью которых бизнес-процессы или отдельные операции и связи между ними изображаются в виде модели. Основная задача методологии заключается в предоставлении пользователю практической последовательности шагов, приводящих к заданному результату. Методология определяет стандарт и подход к описанию бизнес-процессов предприятия.

Методология моделирования состоит из четырех компонентов, а именно: 1) теоретические основы методологии моделирования; 2) характеристики моделирования (особенности, принципы и условия); 3) логическая структура моделирования (предмет, субъект, объект, средства, методы, нотации, результаты и т. п.); 4) временная структура моделирования (фазы, стадии, этапы проекта моделирования и др.).

Исходя из этого методологию описания бизнес-процессов следует рассматривать как совокупность нотаций, методов и правил их использования, которые применяются для моделирования бизнес-процессов и объединены общим подходом.

Метод, в свою очередь, представляет собой совокупность определенных правил, приемов, способов, норм познания и действий. Он является системой предписаний, принципов, требований, ориентирующих субъект в решении определенной задачи или достижении определенного результата. Метод создания схемы (модели) бизнес-процессов – это важнейшая составляющая методологии описания бизнес-процессов предприятия. Согласно

определению, любой метод является способом достижения определенной цели, решения конкретной задачи. Итак, метод – это совокупность практических и теоретических приемов, которые позволяют получить решение поставленной задачи. Каждый метод является языком описания объектов реального мира с помощью специально разработанного синтаксиса, который использует ряд графических символов, отражающих реальные объекты и связи между ними, а также способ описания деятельности предприятия.

Неразрывно с методами связаны нотации моделирования бизнес-процессов, которые являются совокупностью графических элементов. То есть нотация – это синтаксис графического языка моделирования.

Подытоживая вышеизложенное и основываясь на проведенном анализе научных источников, считаем, что в качестве методологий моделирования бизнес-процессов целесообразно выделить следующие: 1) методологию создания моделей структурного типа; 2) методологию моделирования потоков работ; 3) методологию моделирования потоков данных; 4) методологию моделирования бизнес-процессов.

Среди подходов к построению и отображению моделей бизнес-процессов стоит выделить такие: 1) функциональное моделирование; 2) объектно-ориентированное моделирование; 3) имитационное моделирование.

При функциональном подходе главным элементом является функция (бизнес-функция, действие, операция), система изображается в виде иерархии взаимозависимых функций. Моделирование бизнес-процессов сводится к построению их схемы в виде последовательности шагов, а именно выполнения бизнес-функций, с которыми связаны материальные и информационные объекты, используемые ресурсы и организационные единицы. Преимуществом такого подхода является наглядность последовательности и логики операций в бизнес-процессах предприятия, а недостатком – некоторая субъективность в детализации операций.

При объектно-ориентированном подходе система разбивается на набор объектов, которые тождественны объектам реального мира и взаимодействуют между собой посредством передачи сообщений. Объектами в моделировании бизнес-процессов являются определенные предметы или реальные сущности, например, клиент, заказ, услуга и тому подобное. Каждый объект

характеризуется набором атрибутов, значения которых описывают его состояние, а также набором операций для проверки и изменения этого состояния. Объектно-ориентированный подход предполагает сначала выделение объектов, а затем определение тех действий, в которых они участвуют. При этом различают пассивные объекты (материалы, документы, оборудование), над которыми выполняются действия, и активные объекты (организационные единицы, исполнители, программное обеспечение), которые осуществляют действия. Такой подход позволяет более объективно выделить операции над объектами и решить задачу о целесообразности использования этих объектов. Недостаток объектно-ориентированного подхода заключается в меньшей наглядности.

Рассмотренные подходы к моделированию бизнес-процессов возможно объединить в комплексный подход аналитического (статического) моделирования.

Имитационное моделирование предполагает построение моделей бизнес-процессов с помощью программных средств для имитации их выполнения во времени. Такой подход позволяет имитировать выполнение бизнес-процессов с учетом графиков рабочего времени и наличия необходимого количества ресурсов, что позволит проанализировать особенности выполнения бизнес-процессов в условиях неопределенности внутренней и внешней среды, оценить реальное время их выполнения.

Имитационная модель включает в себя структурную модель процесса и совокупность аналитических моделей, связанных между собой. Математической основой этих моделей являются нелинейные дифференциальные уравнения, вероятностные методы, методы автоматного моделирования и тому подобное.

Отметим, что к имитационному моделированию бизнес-процессов относят дискретно-событийное и агентное моделирование, использование системной динамики, систем массового обслуживания, конечных автоматов, сетей Петри.

Анализ методов моделирования позволил сгруппировать их по целям моделирования и гибкости модели. Различают активные модели, которые предусматривают широкое взаимодействие с пользователями и легкость внесения в них определенных изменений, и пассивные, то есть такие, которые не взаимодействуют с пользователями.

К основным целям, которые побуждают к построению моделей бизнес-процессов, а именно: описание и изучение, усовершенствование, автоматизация, стоит добавить мониторинг и контроль бизнес-процессов, поскольку именно благодаря им формируется обратная связь в системе управления бизнес-процессами предприятий. Также при выборе того или иного метода моделирования могут приниматься во внимание и другие критерии, такие как сложность моделирования, внешняя «привлекательность» модели и тому подобное.

Выводы. Исследование методологии, подходов и методов моделирования бизнес-процессов позволило провести их четкую детерминацию для облегчения их практического применения. Считаем, что в качестве методологий моделирования бизнес-процессов целесообразно выделить создание моделей структурного типа, моделирование потоков работ и потоков данных, а также симуляцию бизнес-процессов. Среди подходов определены функциональное, объектно-ориентированное и имитационное моделирование. Анализ методов моделирования позволил сгруппировать их по таким признакам, как цели моделирования и гибкость модели. Такая группировка упрощает проблему выбора конкретного метода моделирования для разных случаев.

Л и т е р а т у р а

1. Вендров А.М. Методы и средства моделирования бизнес-процессов [Электронный ресурс]: – Режим доступа: http://www.jetinfo.ru/Sites/new/Uploads/2004_10.7BBAD6EFC6554E8791CCBF730A438BA8.pdf.
2. Кравець Р.Б. Информационные технологии организации бизнеса: учебное пособие / Р.Б. Кравець, Ю.О. Серов, О.В. Марковец. – Львов: Издательство Львовской политехники. – 228 с.
3. Кулябов Д.С., Королькова А.В. Введение в формальные методы описания бизнес-процессов: учеб. пособие / Д.С. Кулябов, А.В. Королькова. – М.: РУДН, 2008. – 173 с.
4. Новиков А.М. Методология / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: СИН-ТЕГ. – 668 с.
5. Репин В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В. Репин, В. Елиферов. – М.: Издательство «Манн, Иванов и Фербер», 2013. – 544 с.
6. Самуйлов К.Е. Основы формальных методов описания бизнес-процессов: учеб. пособие / К.Е. Самуйлов, Н.В. Серебrenникова, А.В. Чукарин. – М.: РУДН, 2008. – 130 с.
7. Саркисян Л.М. Исследование методологических проблем бизнес-моделирования инновационных экономических процессов / Л.М. Саркисян, О.Р. Чепьюк //

Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2012. – № 1(1). – С. 234-238.

8. Томашевский О.М. Информационные технологии и моделирование бизнес-процессов / Томашевский О.М., Цегелик Г.Г., Витер М.Б., Дубук В.И. – К.: Издательство «Центр учебной литературы», 2012. – 296 с.

9. Шкиль Р.А. Аналитический обзор методов моделирования бизнес-процессов в электронной коммерции [Электронный ресурс] / Р.А. Шкиль. – Режим доступа:

http://archive.nbuv.gov.ua/portal/natural/vdnuzht/2008_25/articles/modelir/Shkil_25.pdf.

10. Aguilar-Saven R.S. Business process modelling: Review and framework / R.S. Aguilar-Saven // Int. J. Production Economics 90. – 2004. – P. 129-149.

11. Lin F-r. A generic structure for business process modeling / F-r. Lin, M-ch. Yang, Yu-h. Pai // Business Process Management Journal. – 2002. – Vol. 8. – № 1. – P. 19-41.

12. Recker J. Business Process Modeling. A Comparative Analysis / J. Recker, M. Indulska, M. Rosemann, P. Green // Journal of the Association for Information Systems. – 2009. – Volume 10. – Issue 4. – P. 333-363.

13. Sidnev A. Business Process Modeling and Simulation / A. Sidnev, J. Tuominen, B. Krassi – Helsinki University of Technology. Industrial Information Technology Laboratory Publications, 2005. – 116 p.

Salukvadze I.N., Radionov D.G.

MODELING OF BUSINESS PROCESSES OF ENTERPRISES: METHODOLOGIES, APPROACHES AND METHODS

The article is devoted to the study of methodologies, approaches and methods of modeling business processes with the aim of their clear determination to facilitate practical application. Functional, object-oriented and simulation modeling are defined among the approaches. The analysis of modeling methods allowed us to group them according to such features as modeling goals and model flexibility, which

simplifies the problem of choosing a specific modeling method for building models of business processes of enterprises.

Keywords: *business process model, hike, methodology, method.*

Салуквадзе Ирина Николаевна, кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой управления жилищно-коммунальным хозяйством института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: ugkh.lnu@yandex.ru

Salukvadze Irina Nikolaevna, candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Housing and Communal Services Management of the institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Радионон Дмитрий Геннадьевич, старший преподаватель кафедры управления жилищно-коммунальным хозяйством института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: dgradd88@yandex.ru

Radionov Dmitry Gennadievich, senior lecturer of the Department of Housing and Communal Services Management of the institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Свиридова Наталья Дмитриевна, профессор кафедры «Управление жилищно-коммунальным хозяйством», д.э.н., профессор института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 18.11.2022

УДК 291.13

МИФОЛОГИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Салуквадзе И.Н., Скорченко Ю.А.

MYTHOLOGY OF THE URBAN ENVIRONMENT

Salukvadze I.N., Skorchenko Yu. A.

В статье анализируются понятие и основные характеристики городского мифа, а также рассматриваются особенности мифотворчества на современном этапе урбанизированного социокультурного развития. Модифицируясь в условиях современного города, миф остается эмоциональным, пластичным, неискоренимым.

Ключевые слова: городские мифы, мифогенез, мифотворчество, мифологема, урбанизация.

Введение. Миф предстает как всеобъемлющий и все проникающий феномен, регулирующий систему связей человека и окружающего его мира. Мифотворчество является необходимым компонентом социальных отношений. Современное состояние общества наглядно демонстрирует, что потребность в мифе как в одной из необходимых категорий сознания существовала во все времена.

Мифология возникла вместе с цивилизацией как способ постижения окружающей среды, как стремление сформировать представления о сфере обитания и людях. Первобытный человек знал лишь себя и членов племени, а окружающий мир был для него необъятным и враждебным. При этом древние люди очеловечивали (антропоморфизировали) природные стихии, животный и растительный мир, то есть наделяли их чисто человеческими чертами и чувствами. Чтобы объяснить себе то, что его окружает, создать целостную и непротиворечивую картину мира, человек называл предметы, процессы и явления и рассказывал о них истории, то есть создавал мифы. Благодаря им наши предки формировали отношения со своим окружением, с собой, передавали накопленные знания следующим поколениям. Для нас эти истории выглядят как предания о богах и героях, хотя на самом деле это

было представлением архаических людей об их отношениях с универсумом.

Особенностью мифогенеза в современном социуме является то, что он направлен на формирование системы взглядов, которая оценивает многообразные события и явления жизни с позиции Добро - Зло. У отдельных индивидов и групп понимание этих категорий может варьироваться. Инкорпорирование мифов в сознание членов общества направлено на согласование системы индивидуальных ценностей с важнейшими ориентирами. Мифы содержат побуждения к должным деяниям и запреты неприемлемых поступков. «Рациональные мифы», легитимирующие институты и организации, обладают иммунитетом к опровергающим «фактам и свидетельствам», поскольку индивиды экономят когнитивные усилия, необходимые для проверки их истинности, предпочитая принимать на веру будто бы достоверные и эмоциональные истории. Следовательно, запоминаемые, вспоминаемые и достойные пересказа сюжеты необязательно должны соответствовать фактам. Более того, даже очевидно недостоверные сведения люди склонны использовать для понимания конкретного прецедента в том случае, если еще не располагают никакими другими дефинициями (эффект «продолженного влияния»). В результате истории об одном и том же событии претендуют не на репутацию подлинных или логически убедительных, а притязают на статус более достоверных с точки зрения разных адресатов, поскольку не обязаны подтверждать обоснованность содержащейся в них информации. Правдоподобную историю невозможно опровергнуть, поскольку внутри нее рациональные и иррациональные

аргументы неразличимы, а «факты и свидетельства» выбраны и сплетены в сюжет по усмотрению автора (актора).

Анализ последних исследований и публикаций. Феномен социокультурного мифа служит объектом изучения и анализа для комплекса научных дисциплин, которые выделяют его отдельные аспекты, каждый в соответствии со своим проблемным полем. Уже в древности появились первые интерпретации мифов: аллегорическая, символическая и эвгемерическая. В античности миф изучался такими философами, как Пифагор, Ксенофан, Парменид, Платон, Аристотель, Плутарх и др.

В эпоху Возрождения аллегорическая интерпретация мифов предпринималась Дж. Боккаччо. Миф как чувственная и фантастическая метафизика рассматривался итальянским ученым Дж. Вико.

В XVIII в. апология мифа и мифотворчества была характерна для немецких романтиков. Г. Гегель анализировал мифы как утраченную ступень обожествления природы. Французские просветители Ф. Вольтер, Д. Дидро, Ш. Монтескье, Ж.-Ж. Руссо рассматривали миф как суеверие, несовместимое с научным познанием мира.

Общие характеристики суждений об особенностях мифологической формы сознания содержатся в работах И.-Г. Гердера, Ф.-В. Шеллинга, Д.-Д. Фрезера, Э. Дюркгейма, Л. Леви-Брюля, Ф. Кронфорда, З. Фрейда, К.-Г. Юнга, Ф. Ницше, М.М. Бахтина, А.Ф. Лосева, Я.Э. Голосовкера и др.

Вопросы функционирования мифа в культуре XX в. анализировал французский философ Р. Барт. В труде «Мифологии» он характеризует миф как слово, представляющее собой знаковую систему. Миф строится на основе языка и связан с ним, утверждает ученый [1, с. 272].

К проблеме определения и индигената городского мифа обращаются ряд специалистов: Е.А. Бородина [2], Р. Парк [5], А.Г. Раппопорт [6], В.В. Федоров, И.М. Коваль [8], В.Д. Шинкаренко [9] и др.

Целью данного исследования является определение ключевых характеристик процесса городского мифотворчества, анализ функциональной специфики мифологем, задействованных в регулировании процессов значительной временной и пространственной протяженности, различного уровня и масштаба.

Изложение основного материала исследования. Для личности мир является живым, а каждый объект или артефакт приобретают собственный, словно «человеческий» характер. Таким образом, высказываются и сегодня: земля весной просыпается, ветер дует, солнце всходит, небо хмурится – используются по отношению к природе и миру те же глаголы, которые описывают действия или состояние индивида. Таким образом, проще осмыслить происхождение вещей и событий путем сопоставления естественных процессов с гуманными качествами или функциями.

Человек склонен относиться к окружающей действительности как к живому организму. Например, жители города часто описывают его как деятельное существо, имеющее свой характер и активно проявляющее его. Поэтому в их диалогах город становится другом или врагом; кого-то он принимает, а кого-то нет. Следствием такого «очеловечивания» являются истории о конкретных событиях или героях, фоном которых выступает урбанизированная инфраструктура – мифы города.

Для древних людей миф мыслился как коллективный опыт. Он всегда «истинен», закреплён в традициях, в памяти поколений и не нуждается в проверке. Мифы-предания создают систему представлений о мире, первичную модель окружающей среды, объясняющую все и связывающую в единую логически возможную и эмоционально приемлемую картину.

Мифы – это своеобразное объяснение сферы существования цивилизации, изложенное понятным языком. Вследствие этого, например, для древних славян гром и молния – это летящее копьё Перуна (и потому в небе можно увидеть сияние), а затем разбивается (поэтому слышен грохот). Миф социальный – фантастическое, утопическое или превратное представление о социальной реальности в виде четких лозунгов. Воздействуя на обыденное сознание, он может стимулировать соответствующие социальные действия людей [7, с. 232].

А вот мифы города формируются по иному принципу: чаще всего к абсолютно реальному событию, объекту или фигуре добавляются вымышленные детали, свойства, предметы, вещи или даже полностью выдуманные личности. Благодаря этому то, о чем рассказывают, становится более привлекательным или, наоборот, отпугивает местных жителей. Порою эти мифы становятся более узнаваемыми и распространенными, чем подлинная история города.

Городская среда – это сложная открытая структура. Любая «система – это сущность, которая поддерживает свое существование и способность к функционированию благодаря взаимодействию своих частей» [4]. Системный подход при исследовании проблем города (дискомфорт функционального и психологического характера) предоставляет инструментарий для целостного рассмотрения сложного объекта, которым является городская среда.

С точки зрения урбанистики городское пространство состоит из трех компонентов: жителей, материальных объектов и связей между ними. Поскольку мифы чаще всего не записаны, а лишь передаются как предания, именно люди становятся их главными носителями. От них зависит, будет ли существовать миф дальше, как его будут передавать и как он изменится в процессе изложения.

В то же время мифы города обязательно проявляются в пространстве. В виде символов, которые, например, становятся визитными карточками Луганской агломерации – главная площадь города носит имя Героев Великой Отечественной войны. Она названа в честь славных земляков, ставших в годы всенародной борьбы за свободу и независимость нашей Родины Героями Советского Союза; памятник Борцам революции; парк культуры и отдыха им. М. Горького; кафедральный Владимирский собор; мемориальный комплекс «Острая Могила» – являются местами, реперными точками конкретной городской истории.

Тем не менее, мифы не определяют полностью архитектуру города. Реальность, главным образом, организует пространство, а мифы только «проступают» в виде относительно небольших тактильных объектов. Было бы удивительно, если бы мифы полностью формировали урбанизированную среду. Миф крайне редко становится общегородским понятием. Лишь иногда история, рассказанная в мифе, может ассоциироваться со всеми его жителями. А вот создать миф, например, о конкретном земляке-герое: К.Е. Ворошилове, А.Я. Пархоменко, А.И. Молодчем – гораздо легче. Так, аудиторией мифа становится не вся городская община, а ограниченное сообщество – например, ветераны, военнослужащие, студенческая молодежь, жители конкретного района.

Миф города – это несколько пристрастное и наивное, но все же знание о пространстве, где протекает жизнедеятельность индивида. Поэтому в

первую очередь его создают для «своих» – горожан, жителей агломерации, постоянно проживающих на определенной территории. Часто жителям не хватает общенародных, объединяющих историй, о которых они бы говорили. Такой социум может потерять «сопричастность» к городу и даже перестать строить его инфраструктуру. В этом случае миф может стать тем фактором, который сплачивает горожан в сообщество единомышленников, связанное коллективной средой жизнедеятельности.

Данный общий контекст состоит в том, что все горожане являются потомками кого-то, кто происходил из этого анклава. Они ходят по общим улицам, дорогам, постоянно бывают в одинаковых «местах силы». Так, жители Луганска испытывают гордость за него, даже когда в силу определенных обстоятельств уже не живут в городе.

Существуют различные мифы, например, для узкого сообщества – верующих, людей, работающих в мире искусства, науки; для воспитания чувства гордости – самого существенного, что может предоставить горожанам миф о дорогих местах.

Знакомство с мифами родного города – важная часть становления конкретной личности как его жителя, гражданина. Так, при помощи системы патриотического воспитания школьники, студенческая молодежь становятся частью «племени» луганчан. Благодаря ярким историям между молодым человеком и городом формируется теплая связь. Более того, жители начинают с интересом относиться к окружающему их социокультурному пространству.

Городской миф можно рассматривать как историю для других. Постоянные жители маркируют данный локус как свой и знакомят с ним приезжих. Они с готовностью пересказывают истории, которыми гордятся. Так происходит определенное разделение: у вас есть своя территория, а наше пространство – такое. Мы готовы вас с ним познакомить, рассказать о нем.

Мифология – это всегда результат коллективного опыта сообщества, в котором он не может быть порицаем. Это, как писал К. Юнг, «тотальная идеология», принимаемая с абсолютной верой, каковая не может быть опротестована. Так же происходит с мифом города – его верификация (правдивость) становится не столь существенной. Значительно важнее общий и личный опыт человека, который пересказывает или слушает легендарную историю. Важны эмоциональный опыт и внутренняя вера в то, что «все так и было». Сила

мифа – в его неопровержимости и иллюзорности. Дело в том, что он всегда очень эмоционален и обязательно включает личный опыт. Поэтому, когда пытаются опровергнуть миф даже при помощи научных аргументов, возможно столкнуться с тем, что слушателю (зрителю) не нужно ничего доказывать. Он «верит», а стало быть, «знает».

Несмотря на то что мифы считаются культурным рудиментом, они все еще продолжают существовать в коллективном сознании. Поэтому возникает вопрос, как можно создать миф города или заменить уже существующий миф другим?

Долгое время мифы создавались фольклорно. Собственно, мифом была история, которая передавалась из уст в уста, при этом обязательным был высокий уровень конфиденциальности: индивид, слушавший историю, должен был питать доверие к тому, кто ее рассказывал.

Городские мифы до сих пор излагаются через предания – от старшего поколения младшему, от жителей города к людям извне. Эти легенды предполагают доверие или хотя бы иронию – мол, в этом городе мне рассказали странную историю о том, что...

В то же время новейшие мифы города могут создавать специально: чтобы привлечь туристов, обновить городской брендинг, создать центры культуры для горожан и т.д. Конструированием таких мифов в основном занимается креативный класс агломерации – архитекторы, маркетологи, экскурсоводы, бизнесмены. Примером создания подобного мифа можно считать визуальный стиль Луганска, который был создан в XIX-XX ст. Обычно построение такого мифа с нуля стоит дорого и не всегда срабатывает. Миф может не прижиться в городе, кстати сказать, Луганскому ресторану («БирХофф») удалось создать миф «легендарного» местного пива. Кроме того, разные социальные группы часто конструируют собственные мифы. Например, рассказывают, что в 1938 г. местные комсомольцы встретили на улице 80-летнего диакона Филиппа Луганского и с насмешкой попросили: «Покажи нам чудо». Рядом лежал спиленный ствол дуба. Филипп помолился со словами: «Господи, не ради меня, а ради этих людей пусть дуб превратится в камень и будет укреплять православных в их вере». Ударил по дубу посохом, и дерево обратилось в камень.

В настоящее время целесообразно создать новый современный миф Луганска. Пока здесь ориентируются на мифы, сформированные ранее, о

городе как центре героических боевых и трудовых традиций, художественного творчества и т.д.

Городские мифы преимущественно построены по принципу предупреждения и предусматривают определенные действия: прийти, увидеть, прикоснуться. Поэтому они преимущественно заканчиваются «моралью» – если прикоснешься к памятнику, получишь удачу, а если пройдешься по этой улице – будешь счастлив. Из-за этой «обязательности» определенного действия мифы города чаще возникают там, где люди встречаются лично – в пешеходных зонах, парках, скверах, которые хорошо приспособлены для длительных прогулок. А вот в глобализированных мегаполисах с интенсивным автомобильным движением мифы возникают гораздо реже, ведь там уменьшается количество близких личных контактов. Поэтому передать историю из уст в уста, а значит, сформировать сообщество, почти невозможно. К счастью, относительно небольшим городам, таким как Луганск, в этом смысле повезло.

Миф нельзя победить, потому что он становится частью общественного сознания. С развитием города в нем появляются новые мифы, которые часто заменяют предыдущие – так происходит, когда сакральное для социума место наполняется новейшим контентом, появляются актуальные ценности и сущности, а миф «пересказывается». Данное место для горожан остается сакральным, но всегда наполняется свежим содержанием для каждой возрастной группы, актуализируется один из городских мифов.

Ничего так позитивно не влияет на туристическую привлекательность Луганска, как легенды о нем. Благодаря уникальным мифам город отличается от других, и поэтому является интересным для людей «извне». Городские мифы создают добавленную стоимость всему происходящему на этой территории. Они легко конвертируются в тематические фестивали, учреждения культуры и искусства, сувениры и т.д. Так, привычные предметы, которые можно купить где угодно, становятся крафтовыми и приобретают собственную особую историю. «Сопутствующие продукты» мифов – фестивали, тематические заведения или крафтовые вещи следует создавать не только для туристов, но и адаптировать их для нужд горожан. Тем более что мифы могут управлять их поведением.

Городские мифы преимущественно сформированы для того, чтобы напугать или заставить население гордиться своим родным

городом. Так в пространстве конурбации возникают места топофобии (назойливого страха) или топофилии (любимые места). Традиционный миф кладбищ в городе всегда связан со страхом, хотя теперь его пытаются сменить и посмотреть на них как на место покоя. Переоборудование городского пляжа может стать проблемой для местных властей только потому, что по преданию нельзя вмешиваться в его обустройство. Потому что, например, существует городской миф об утопленнике или утопленнице, которая до сих пор остается в реке.

Чем интереснее история города, чем больше этнических, возрастных или социальных групп там проживает одновременно, тем больше мифов синхронно существует. Настоящим «победителем» можно считать миф, который будет больше стимулировать к действию – коммуницировать с городским пространством, побуждать приезжать в город; или к бездействию – не ходить по определенным улицам, не реконструировать обусловленные здания, сооружения или природные объекты.

Любые мифы города выполняют главную функцию: они «упаковывают» в себя информацию, которую важно передать следующим поколениям, чтобы сохранить городскую конурбацию с позитивной перспективой дальнейшего развития и совершенствования.

Мифотворчество как культурный процесс представляет собой не локализованное во времени и пространстве явление, а повсеместно воспроизводимый принцип описания действительности. Прав А.Ф. Лосев, считавший миф самостоятельной реальностью, создающей собственное культурное пространство [3, с. 35-37]. Несмотря на внешнее разнообразие содержания, обусловленное спецификой исторического развития города, региона или социальной группы, миф структурно определен и ригиден по отношению к большинству внешних воздействий. Миф можно конструировать, изменять, описывать, анализировать, природа его от этого не меняется. Пластичность мифа с мобильностью граней делают возможным не только его присутствие в социокультурном пространстве в качестве константы, но и постоянное воспроизводство и задействованность практически во всех сферах городского бытия.

Л и т е р а т у р а

1. Барт Р. Мифологии / пер. с фр., вступ. ст. и коммент. С. Зенкина. - М.: Изд-во им. Сабашниковых, 2008. - 320 с.
2. Бородин Е.А. Мифы современного города: постановка проблемы / Е. А. Бородин // Вестник Московского государственного университета культуры и искусств. - 2017 - № 3(77). - С. 63-70.
3. Лосев А.Ф. Диалектика мифа / А.Ф. Лосев. - М.: Мысль, 2001. - 559 с.
4. О'Коннор, Дж. Искусство системного мышления: Необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем [Текст] / Дж. О'Коннор, И. Макдермотт; Пер. с англ. - М.: Альпина Паблишер, 2018. - 384 с.
5. Парк Р. Город: Предложения по исследованию человеческого поведения в городской среде // Парк Р. Избранные очерки. - М.: ИНИОН, 2011. - С. 19-56.; Парк Р. Городское сообщество как пространственная коммуникация и моральный порядок // Парк Р. Избранные очерки. - М.: ИНИОН, 2011. - С. 66-79.
6. Раппапорт А. Г. Магия и архитектура / А. Г. Раппапорт. - Екатеринбург: TATLIN, 2015. - 56 с.
7. Скорченко Ю.А. Социология. Словарь - справочник: учебное пособие (2-е изд., доп.)/авт.- сост. Ю.А. Скорченко. - Луганск: НОУЛИДЖ, 2022. - 529 с.
8. Федоров В.В., Коваль И.М. Мифосимволизм архитектуры [Текст] / В.В. Федоров, И.М. Коваль. - М.: КомКнига, 2006. - 208 с.
9. Шинкаренко В.Д. Смысловая структура социокультурного пространства. Миф и сказка / В.Д. Шинкаренко. - 2-е изд. - М.: URSS, 2009. - 208 с.

Salukvadze I. N., Skorchenko Yu. A.

MYTH OLOGY OF THE URBAN ENVIRONMENT

The article analyzes the concept and main characteristics of the urban myth, as well as discusses the features of myth-making at the present stage of urbanized socio-cultural development. Modifying in the conditions of a modern city, the myth remains emotional, plastic, ineradicable.

Key words: urban myths, mythogenesis, myth-making, mythologeme, urbanization.

Салуквадзе Ирина Николаевна, к.э.н., доцент, зав. кафедрой управления жилищно-коммунальным хозяйством, заместитель директора Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», г. Луганск.

Salukvadze Irina Nikolaevna, Candidate of Economics, Associate Professor, Head. Department of Management of Housing and Communal Services, Deputy Director of the Institute of Construction, Architecture and

Housing and Communal Services of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Скорченко Юрий Александрович, к.и.н., доцент кафедры общеобразовательных дисциплин Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», г. Луганск.

Skorchenko Yuriy Alexandrovich, Candidate of History, Associate Professor of the Department of General Educational Disciplines of the Institute of Construction,

Architecture and Housing and Communal Services of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич, д.т.н., профессор кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 18.11.2022

УДК 691.342

РЕЦИКЛИНГ БЕТОНА КАК АЛЬТЕРНАТИВА УНИЧТОЖЕНИЮ И ЗАХОРОНЕНИЮ

Скачко Н.А. Колесникова Ю.В.

CONCRETE RECYCLING AS AN ALTERNATIVE TO DESTRUCTION AND BURIAL

Skachko N.A. Kolesnikova Y.V.

Строительство, снос зданий, разбор конструкций сопровождаются накоплением элементов железобетона и бетона. Такой мусор занимает много места, а повторно используется редко. Из-за большого веса и объема вывоз, хранение лома требуют значительных финансовых вложений. Поэтому для предприятий, имеющих отходы строительства, важна переработка бетона, которая позволяет без существенных затрат сделать из мусора материалы вторичного применения.

Ключевые слова: бетон, железобетон, отходы бетона, рециклинг (переработка) бетона, свалка, технология рециклинга бетона, утилизация.

Введение. Одним из важнейших резервов экономии материальных и энергетических ресурсов в области строительства является использование отходов, возникающих при демонтаже, сносе или реконструкции объектов строительства, а также разрушений конструкций после последствий военных действий.

При производстве строительных работ по возведению и сносу объектов одними из самых часто образующихся видов отходов являются отходы железобетона сборного и бетонного лома от демонтируемых строительных объектов. Они представляют собой бетонные плиты с армирующими компонентами. Отходы ЖБИ относятся к крупногабаритным мусорным отложениям.

К данному типу отходов можно отнести:

- остатки материала после строительного процесса;

- части разрушенных построек, которые образуются в процессе демонтажа и сноса, а также военных действий;

- отходы, возникающие в процессе деятельности промышленных предприятий;

- детали, которые появляются во время разборки каких-либо больших систем.

Бетонные отходы относятся к пятому классу опасности, поэтому требуют обязательной утилизации. Их можно использовать в качестве вторичного сырья или переработать до безопасного состояния, что требует особого подхода.

Зачастую потерявшие потребительские свойства изделия из бетона и железобетона отправляются на свалки, закапываются в землю, складываются на полигонах, что чрезвычайно негативно влияет на окружающую среду и отнимает у промышленности высокий объем дорогостоящего материала, пригодного для вторичного использования [1].

Но мы живём в современном мире и понимаем, что остатки бетона — это очень дорогой сырьевой ресурс, который позволяет сэкономить денежные средства в некоторых областях нашей жизнедеятельности и сберечь земельные площади для чего-то важного, чем складирование мусора.

Цель работы: провести анализ существующей проблемы по вопросам переработки демонтированных и разрушенных конструкций при проведении военных действий на территории ЛНР. Исследовать возможность переработки и комплексного использования в качестве вторичного сырья отходов строительства и сноса.

Объект исследований: российские публикации, нормативно-правовые документы по вопросам рециклинга строительных отходов, существующий российский и зарубежный опыт рециклинга строительных отходов.

1. Рециклинг бетона. Существует несколько понятий, означающих выполнение разных операций с мусором: уничтожение, утилизация, рециклинг. Многие ошибочно полагают, что это синонимы. На самом деле каждое из определений имеет свое значение. Рециклинг, в отличие от утилизации, это прежде всего процесс, а не деятельность. При этом восстанавливаются свойства отработанных материалов. Среди них и бетон. Его можно использовать как сырье в процессе производства изделий с аналогичными свойствами, что и у ЖБИ [3].

Переработка бетона и железобетона даёт вторичный щебень хорошего качества. Себестоимость этого строительного материала ниже, чем у первичного. Фракции полученного сырья получают различных размеров.

Вторичный щебень можно использовать для:

- строительства дорог;
- заполнения при изготовлении бетонной смеси;
- благоустройства территории;
- создания насыпей.

Вторичный стройматериал пригоден для изготовления монолитных, железобетонных конструкций. Металлические элементы, изъятые из лома, используются в промышленности и декорировании [4].

Мусор ЖБИ производят строительные компании, предприятия, выпускающие железобетонные блоки (конструкции), частные лица, демонтирующие небольшие строения на частных территориях.

Количество накапливаемых отходов железобетонных изделий постоянно растёт. Невзирая на то что класс опасности мусора ЖБИ пятый (неопасные), их желательно утилизировать, поскольку обработка (ликвидация) уменьшает территорию захламления, даёт возможность получить вторсырьё.

Установлено, что в настоящее время широкое распространение получил традиционный метод по обезвреживанию отходов, когда образующиеся строительные отходы вывозятся для захоронения на свалки, полигоны и карьеры. Из этого следует, что изымаются из хозяйственного оборота значительные объёмы земельных ресурсов и происходит прочее негативное воздействие на окружающую среду.

С учетом имеющегося отечественного и зарубежного опыта обосновывается приоритетный подход, когда осуществляется переработка, утилизация отходов с повторным их использованием

Рециклинг включает в себя:

- Исследование доставленного сырья.
- По возможности вторичной переработки происходит распределение элементов.
- Дробление конструкций из железобетона и бетона.
- Измельчение с использованием оборудования.
- Устранение инородных частиц.
- Полученный материал распределяют по размеру.

Технологичная конструкция с отделением металла с помощью магнита работает так же, как и классическая система на основе использования вибросита. Но когда применяется электромагнит, свойство очистки вторичного щебня выше, потому что металлические включения почти не встречаются [5].

Такой подход имеет ряд экологических, экономических и социальных выгод и преимуществ. К примеру, вторичный щебень из бетона сносимых построек оказывается значительно дешевле природного, так как энергозатраты на его производство в 8 раз меньше, а себестоимость бетона с ним снижается на 25% [4].

2. Технология процесса переработки.

Рециклинг подразумевает выполнения ряда задач, направленных на безотходное производство. Он позволяет обойтись без лишних отходов. Все материалы используются в строительстве и других сферах деятельности, что выгодно для крупных предприятий.

Таблица 1

Основные этапы процедуры

Стадия	Описание
Осмотр	После демонтажа бетонной конструкции необходимо изучить элементы, пригодные для вторичной обработки.
Сортировка	Подразумевает распределение разных компонентов в отдельные категории для применения разных методик утилизации.
Измельчение	Используется дробилка, которая позволяет измельчить бетон до мелких фракций величиной 200 мм. Это позволяет в будущем применить маленькие детали для изготовления других компонентов в сфере строительства.
Дробление	Получившиеся куски подлежат дальнейшему измельчению. Их измельчают и выделяют в небольшие фракции. Используется специальная установка, позволяющая отделить щебень и песок.
Очистка	Отходы проходят вторую степень очистки. Отделяются более крупные и мелкие компоненты.
Сортировка	Элементы арматуры направляются на заводы с целью переплавки. Получившийся щебень и песок применяются для различных строительных нужд.

Таблица 2

Сравнение комплексов

Мобильные	Стационарные
Установка непосредственно на площадке, где проходит строительство	Погрузка и транспортировка большого количества отходов на завод
Экономия средств на транспортировке сырья	Подготовка продукции, подразумевающая склады для временного хранения
Сортировка и классификация продукции	Дробление бетонных компонентов на отдельные части
Сборка крупных компонентов	Очистка вторичного сырья
Переплавка	Обратная транспортировка продукции к месту применения

В процессе переработки используются установки и механизмы разных типов. Выделяют две их крупные категории:

- стационарные — большие линии на производствах;
- мобильные — дробилки и сортировочные конструкции.

Вывод. Переработка бетонных отходов экономически оправдана в тех случаях, когда процесс организован грамотно. Среди ее основных преимуществ:

- простой производственный процесс, не требующий особых навыков;
- расположение основного производства в любом месте;
- рентабельность предприятия;
- возможность полностью заменить первичные ресурсы на вторичные;
- отсутствие дополнительных химических примесей в сырье.

Л и т е р а т у р а

1. Арсентьев, В.А. Современные технологические линии для строительного рециклинга [Текст] /

В.А. Арсентьев, В.З. Мармандян, Д.Д.Добромыслов // Строительные материалы. – 2006. – № 8. – С. 64–66. – Библиогр.: С. 66. – ISBN 5-7373-0233-4.

2. Янев Г.А. Эколого-экономическое обоснование мероприятий по переработке отходов строительства и сноса ветхого жилищного фонда: дис... канд. экон. наук. 08 00 05 – «Экономика и управление народным хозяйством 2007./ Г.А. Янев. – Москва. Российская экономическая академия им Г.В.Плеханова. – 22 с.

3. Все о мусоре [электронный сайт].- Режим доступа к сайту: <https://vseomusore.com/pererabotka-otkhodov/retsikling-pererabotka-betona-utilizatsiya-zhelezobetonnyh-izdelij-kak-vygodnaya-alternativa-unichtozheniyu-i-zahoroneniyu/>.

4. [электронный сайт].- Режим доступа к сайту: <https://dzen.ru/media/rospena/pererabotka-utilizaciia-jelezobetona-i-betona-v-sceben-619a0b65f553013eb35dd3e5/>.

5. Экология и промышленность России [Электронный ресурс] :многопредмет. науч. журн. – Электрон. журнал. – Москва, 2016. – Режим доступа к журн. : <http://ekologprom.ru>. – Загл. с экрана.

Skachko N.A. Kolesnikova Y.V.

CONCRETE RECYCLING AS AN ALTERNATIVE TO DESTRUCTION AND BURIAL

Construction, demolition of buildings, disassembly of structures are accompanied by the accumulation of elements

of reinforced concrete and concrete. Such garbage takes up a lot of space, and is rarely reused. Due to the large weight and volume, the removal and storage of scrap requires significant financial investments. Therefore, for enterprises with construction waste, it is important to recycle concrete, which makes it possible to make recycled materials from garbage without significant costs.

Keywords: concrete, reinforced concrete, concrete waste, concrete recycling (recycling), landfill, concrete recycling technology, recycling.

Скачко Николай Александрович, старший преподаватель кафедры «Городское строительство и хозяйство» института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: skachco_nikolaie@mail.ru

Skachko Nikolay, Senior Lecturer of the Department "Urban Construction and Economy" of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal

Services of Luhansk SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Колесникова Юлия Владимировна, старший преподаватель кафедры «Городское строительство и хозяйство» института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: skachco_nikolaie@mail.ru

Kolesnikova Yulia, Senior Lecturer of the Department "Urban Construction and Economy" of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Андрийчук Николай Данилович, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой вентиляции, теплогос-и водоснабжения, директор, ИСА и ЖКХ ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 25.11.2022 г.

УДК 725

ЭВОЛЮЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ ДОНБАССА В КОНТЕКСТЕ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ XX-XXI ВЕКОВ

Скорченко Ю. А.

EVOLUTION OF DONBASS ARCHITECTURE IN THE CONTEXT OF ARTISTIC CULTURE XX-XXI CENTURIES

Skorchenko Yu. A.

В статье показаны особенности развития архитектуры Донбасса XX–XXI ст. в аспекте мировой художественной культуры. Выяснены исторические обстоятельства, детерминанты и периодизация ее формирования. Проанализировано творческое наследие зодчих, достижения региональной архитектуры изучаемого периода как составляющей художественной культуры. Указано на значимость ее междисциплинарного, интегративного изучения.

Ключевые слова: художественная культура, архитектура, классицизм, модерн, постмодернизм, художественно-эстетическое воспитание.

Введение. Художественная культура Донбасса XX – XXI ст. выступает целостной, специфической сферой региональной жизни, где совершается духовная деятельность, имеющая всестороннее, универсальное влияние на индивидуализацию человека, воспитание его как многогранной личности. К началу XX в. образ жизни в уездных городах России в значительной мере был унифицирован. Практически одновременно в них открывались фотоателье, кинематографы, электростанции, промышленные объекты и т.д., активно строились здания различного назначения и архитектурных стилей.

Одним из видов творчества и соответственно формой общественного сознания является архитектура как искусство проектировать и сооружать дома, комплексы построек, создающих материально организованную среду, которая необходима для жизнедеятельности людей, согласно назначению, техническим возможностям и эстетическим предпочтениям социума.

Архитектура призвана служить удовлетворению многообразных потребностей, поэтому в ней объединяются красота и польза, технические и художественные начала. Как вид искусства зодчество входит в сферу духовной цивилизации, эстетически развивает мир человека, выражает общественные идеи в художественных образах, символике строительной обрядности, традициях и стилях. Архитектурные произведения в культурно-историческом процессе градостроительства, формировании населенных пунктов, декорировании экстерьера и интерьера жилья, развития строительной техники относятся к материальной культуре. Тенденциям созреваия духовной и материальной культуры субъекта монументального творчества подчинены выразительные средства зодчества, такие как композиция, тектоника, масштаб, пропорции, ритм, пластика объемов, фактура и цвет материалов, связь с другими видами искусства и т. д.

В Донбассе локализуется более 120 городов и рабочих поселков, наиболее крупными из них являются Донецк, Луганск, Горловка, Макеевка, Славянск, Стаханов и др. Трендовым вопросом становится поиск локального своеобразия в зодчестве. Одно из направлений решения этой проблемы – осмысление влияния региональных особенностей на архитектуру и градостроительство.

Актуальность темы исследования определена диалектикой связей между традициями зодчества в топической и мировой художественной культуре; инновациями, связанными с использованием новых строительных конструкций, материалов, поиском художественно-эстетических

средств выразительности для формулирования контента монументальных форм современной эпохи.

Анализ последних исследований и публикаций. Проблема развития архитектуры Донбасса в XX-XXI ст. в контексте мировой культуры – предмет исследований Е.А. Гайворонского, Г.Г. Головченко, Р.Н. Липуги, А.А. Полищука, Т.А. Проляки, Т.В. Радионова, А.М. Югова и др., касающихся влияния вернакулярных аспектов на архитектуру различных типов зданий, сооружений на территории региона. Работы В.Э. Алешина, Ю.С. Асеева, С.А. Борознова, А.В. Вергелеса, И.А. Игнаткина, В.И. Костина, Н.В. Польшиковой, С.И. Прудиса, В.И. Тимофеенко, В.Е. Ясевич и др. посвящены анализу истории зодчества, сохранения объектов историко-монументального наследия.

В произведениях зарубежных авторов: А. Алато [1], Р. Бойфилля [4], Р. Бэнема [5], З. Гидиона [6], И. Груза [7], Ч. Дженкса [10], К. Зигеля [11], Ле Корбюзье [2], О. Нимейера [14], А. Уиттика [16], К. Фремптона [17] и др. очерчены исторические, социокультурные, художественные контуры зодчества. Определены теории и концепции регионализма и его разновидностей в общей парадигме архитектуры и т. д.

Монографические, фундаментальные работы Т.Г. Гузенко [9], А. В. Иконникова [12], Е.И. Кириченко [13], Т.Г. Маклаковой [3], С.С. Ожегова [15] и др. помогли установить закономерности развития архитектуры в сложных обстоятельствах XX ст., определить периодизацию, проанализировать особенности данного процесса.

Целью статьи является выявление особенностей развития зодчества в Донбассе в XX-XXI ст. в контексте мировой художественной культуры.

В процессе исследования решались следующие **задачи**: установлены культурно-исторические обстоятельства формирования региональной монументалистики изучаемого периода; определены факторы и периодизация ее развития; показан общевоспитательный потенциал зодчества как компонента художественной культуры.

Изложение основного материала исследования. Культурно-историческое развитие архитектуры XX-XXI вв. как важной составляющей художественного творчества реализовывалось под влиянием ряда факторов, определение которых позволило осуществить периодизацию данного процесса. В исследуемую эпоху обуславливающими

консигнаторами формирования основных направлений зодчества Донбасса являлись:

- социально-экономическое развитие региональной территориальной общности;
- историко-культурные особенности, включающие традиционные черты, взгляды, отношения, бытовые навыки населения;
- природно-климатические, ландшафтные условия;
- уровень эстетической культуры локального этноса и т.д.

Периодизацию культурно-исторического развития архитектуры Донбасса целесообразно осуществлять в стилевом художественно-эстетическом актуалитете эпохи с учетом мировоззрения регионального социума и созидательной личности художника как субъекта архитектурного творчества.

Первый этап возможно датировать началом XX ст. (с 1903 по 1941 гг.) как возникновение и развитие стиля модерн. Усилиями значительной части патристически настроенных художников на территории Донбасса была воспроизведена в монументальных образах ментальность народа, поддержана его духовность, сила самоутверждения.

Развитие российского архитектурного модерна связано с именами и творчеством Ф.П. Алешина, Г.В. Барановского, Ф.И. Лидваля, Ф.О. Шехтеля и др.

Наиболее известными достопримечательностями модерна в регионе являются: проект дома купца Тамазо в Мариуполе 1880 г. (автор, предположительно Ф.О. Шехтель). Дом управляющего Донецко-Юрьевским металлургическим заводом, 1901 г. (А. Н. Бекетов). Вилла «Мария» в Славянске в стиле романтического модерна, 1903 г. (А.М. Гинзбург). Братская школа в Юзовке, 1906 г. (Ф.Ф. Булацель). Церковь Александра Невского в Славянске, 1904 г. (А.А. Кампиони, В.Х. Немкин). Купеческий клуб в стиле украинского модерна в Славянске, 1913-1914 гг. (Е.Н. Сердюк), и ряд других объектов.

Целостные архитектурные ансамбли, отдельные районы и исторические центры городов являлись формой материализации и воплощения в реальность глубоких духовных смыслов, обусловленных типом взаимосвязи человека с миром, и служили воспроизводству определенного уровня личностной культуры. Ярким примером является архитектурная творческая деятельность Ф.Ф. Булацеля (1874-1919). Он окончил Петровский полтавский кадетский корпус, Санкт-Петербургский

институт гражданских инженеров (1898). В студенческие годы разработал генеральный план г. Луганска (1896). Работал техником, инженером Луганского отделения Екатеринославского губернского строительного управления (1900), городским архитектором Луганска (1901-1903), Екатеринославским губернским архитектором (1908 - 1915 гг.). Его дом по Поляновскому переулку (г. Луганск) был построен по собственному проекту (ныне участок Цупова). Это двухэтажный особняк, окруженный парком с тенистыми аллеями. Их остатки сохранились по сей день. На фасадной части дома находились две круглые с зубчатым верхом башенки, делавшие его похожим на средневековый замок. Когда-то здесь работали фонтаны, придомовая территория утопала в зелени, цветах. Весьма важно сохранение данных архитектурных форм, их возрождение на новом цивилизационном и временном уровне. Без реставрации этих смыслов художественное сознание каждого последующего поколения беднеет, нравственно и духовно обесценивается.

Следует отметить, что проблема архитектурного модерна актуальна сегодня. Людям свойственно оглядываться, всматриваться в прошлое, отыскивать параллели с днем нынешним. Этим мотивируется обращение культуры начала XXI в. к цивилизации Серебряного века, культуре модерна. Зодчих, дизайнеров ныне привлекает его стилистическая оригинальность, вариативность, глубина, множественность содержательных смыслов, возможность выразить в данном концепте рациональность и фантастичность. Модерн отличается плавностью форм, легкостью и чистотой линий, что особенно ценно в графической эстетике проектирования. Современная архитектура переняла его основные стилистические элементы, а также свободу и независимость в построении форм.

Постепенно под влиянием факторов социально-политического, технократического характера на смену модерну приходит период советского конструктивизма, функционализма и монументализма. В качестве примера возможно откомендовать творческое наследие И. Ю. Каракиса (1902-1988) – выдающегося советского архитектора, градостроителя мирового класса, художника и педагога. Он был представителем конструктивизма. Некоторые его идеи актуальны и в наши дни, а многие творческие задумки опередили свое время.

Стоит отметить, что Каракис плодотворно трудился в Донбассе. Он - автор множества зданий,

которые в настоящее время являются памятниками зодчества. По проекту архитектора в Ворошиловграде (ныне Луганск) были построены здания 24 и 42 школ. Им были созданы несколько подробных набросков: дворец культуры им. Сталина (в соавторстве с Л. И. Юровским) в Краматорске (был принят к строительству, однако данных о реализации проекта не найдено). Музей Революции в Ворошиловграде (сейчас Луганск). В Сталино (сейчас Донецк) в 1947 Каракис (совместно со скульптором Л.Д. Муравиным) спроектировал мемориальный памятник героям Великой Отечественной войны. Концепт был отмечен премией и рекомендован к строительству, однако не был реализован. В конце 1940-х Гипроградом, где работал Каракис, осуществлялась детальная архитектурная проработка центра Донецка.

Одним из самых ярких произведений зодчего является отель «Украина» («Октябрь») в Луганске. С 1944 по 1947гг. И. Ю. Каракисом были разработаны архитектурный и строительный проект, а также художественное оформление гостиницы по ул. Пушкина, 3. Это сооружение, стилистически представляющее эклектику украинского барокко и псевдоготики, является архитектурным памятником. Прекрасное здание стало настоящей визитной карточкой Луганска.

Представляется возможным периодизацию эволюции стилистических черт в архитектурных ансамблях конурбаций Донбасса разделить на три периода [8].

С 1934 по конец 1940-х гг. – время становления, характеризующееся зарождением и развитием неоклассицизма. В этот период происходит угасание стиля конструктивизма, продолжавшееся примерно до 1940 г. Особенностью застройки региона довоенного периода (1930-х-1941гг.) являлось смешение черт конструктивизма и неоклассицизма.

Планом восстановления разрушенного войной (1941-1945) Донбасса в качестве неотъемлемой части предусматривалось возрождение его домостроений, зданий различного назначения, всего городского хозяйства. Остро стоял вопрос не только о восстановлении, но и о реконструкции агломераций. Наиболее выдающиеся образцы зодчества данного периода, осуществленные в стиле советского монументализма, сосредоточены в крупных городах региона – Горловке, Донецке, Краматорске, Краснодоне, Луганске, Мариуполе и др. Здания культурного, общественного, жилищного назначения в 40-50-х гг. XX ст. построены в

традициях классической ордерной системы (тяжелые колоннады, портики и т. п.).

С конца 1940-х по 1955 г. – этап расцвета неоклассицизма, который завершается датой принятия Постановления № 1871 ЦК КПСС и Совмина СССР от 4 ноября 1955г. «Об устранении излишеств в проектировании и строительстве», которое одновременно завершило эпоху советского монументального классицизма («сталинского ампира») в проектировании зданий и сооружений.

С 1955 по 1959 – период угасания. В эти годы происходит переход к стилю функционализма и исчезновение застройки, характерной для неоклассицизма. На смену данному стилю пришла функциональная типовая архитектура, которая с теми или иными изменениями сохранилась до конца существования советского государства [18].

В архитектурных образцах наблюдался отказ от стилистических художественно-эстетических достоинств минувшего, произошла реновация конструкторских идей, которые стали опираться на достижения научно-технического прогресса и промышленного развития. Использование бетона, железобетона и стекла в качестве приоритетных строительных материалов, а также рациональный, утилитарный подход доминировал над художественно-творческим. Это приводило к ослаблению влияния национальных традиций, колорита, унификации, типизации проектов и т. д.

Существенным негативным фактором в развитии советского зодчества данного периода было воздействие на него идеологии тоталитарного государства, которая сдерживала свободное самовыражение субъектов архитектурного творчества в художественно-эстетической, эмоциональной, интеллектуальной коммуникации, что обусловило стремление к расчетливости и рациональной целесообразности.

В конце XX ст. в мировосприятии и мировоззрении людей произошли существенные изменения в связи с глобализационными процессами, усилением фактора информатизации всех сфер общественной и личной жизни, технократическими изломами, потенциальными и явными угрозами, что обусловило изменения монументальных форм и содержания. Архитектура постмодерновой эпохи отражает коммуникацию индивида с монументальным и природным окружением на основе диалога и эмоциональной открытости.

Разнообразие стилей в зодчестве конца XX – начала XXI ст. обусловлено возникновением новой

идейной, художественно-эстетической ситуации в культуре не только в Донбассе, но и в мире. Важнейшими признаками этих обстоятельств, означенных термином «постмодернизм», являются: применение средств реминисценции и аллюзии в архитектурном творчестве; рефлексия автора монументального проекта как субъективная интерпретация заимствованного текста; пародирование, ирония в отношении действительности, которая является предметом художественно-эстетического преобразования средствами зодчества; полистилистические возможности архитектурного творчества; экологическое взаимодействие с природной средой и т. д.

Таким образом, художественно-эстетическая эклектика монументального творчества в эпоху постмодерна предстает как игра, эксперимент с метафоричностью архитектурных форм и пространств, традицией духовной и материальной культуры (в частности, романтизма и этнографизма, урбанизма) и инновациями (хай-тек, эко-тек – архитектурой высоких технологий XXI в.). Образцом зодчества эпохи постмодерна в стиле хай-тек (сокращение от англ. «hightechnology» – «высокие технологии»), в частности, является здание современного бизнес-центра «Скиф» в Донецке, пр. Дзержинского, 13. Уникальный по своему архитектурно-технологическому решению объект коммерческой недвижимости гармонично вписался в деловую зону мегаполиса. Сооружение имеет развитую инфраструктуру, включающую в себя: конференц-залы, финансовый супермаркет, разнообразные юридические услуги, ресторан, VIP-зону отдыха, паркинг.

Рассматривая особенности процесса культурно-исторического развития зодчества в Донбассе, целесообразно обозначить одну из актуальных проблем – организацию парков. Зеленые насаждения не только создают благоприятные микроклиматические и санитарно-гигиенические условия, но и повышают художественную выразительность монументальных ансамблей. Являясь составной частью агломераций, парки с их зелеными массивами участвуют в формировании архитектурно - художественного образа городов и поселков региона.

В Донбассе имеется немало замечательных парков, при создании которых применялись высокохудожественные архитектурно-планировочные решения и приемы озеленения. Здесь были созданы такие великолепные зеленые зоны:

парк им. Щербакова в Донецке, парк завода им. Ильича в Мариуполе, парк им. Ленина в Славянске, парк им. Горького в Луганске и др. До сего времени опыт создания этих парков исследован недостаточно, в то время как анализ их пейзажных композиций, приемов озеленения, а также изучение ассортимента произрастающих в них древесных и кустарниковых пород представляют значительный научный и практический интерес.

Выводы. Мировая и региональная художественная культура в контексте развития архитектуры предполагает внимание к ее составляющей – художественно-эстетическому воспитанию, которое в единстве теоретической и практической подготовки приобщает молодежь, студенчество к коммуницированию с искусством, эстетической средой.

Художественное воспитание путем изучения архитектуры Донбасса преследует цель формирования региональной идентичности, образного мышления, гармоничного отношения к действительности, стремления к самосовершенствованию и самореализации.

Теоретической и методологической основой исследования зодчества Донецкого края являются научные достижения искусствоведения, эстетики, истории. Они базируются на установках человекоцентризма и гуманистической парадигмы формирования основных принципов регионального зодчества, обуславливающих дидактическое единство учебно-воспитательного процесса изучения архитектуры. Значительный потенциал культурно-исторического процесса развития монументального искусства как важной составляющей художественной культуры XX-XXI ст. может быть раскрыт посредством применения комплексной методологии и методики. Они совмещают педагогический аспект с историко-типологическим, эстетико-социологическим, культурологическим подходами.

Ожидаемыми результатами художественного воспитания студенчества, молодежи Донбасса является популяризация, сохранение и обогащение региональных и мировых традиций архитектуры, эстетически-эмоциональное развитие личности. Данная статья не исчерпывает всей полноты обозначенных проблем, поэтому имеются перспективы для дальнейшего исследования.

Л и т е р а т у р а

1. Алато А. Архитектура и гуманизм / А. Алато. – М.: Прогресс, 1978. – 221 с.
2. Архитектура XX века / Ле Корбюзье. – М.: Прогресс, 1977. – 303 с.

3. Архитектура двадцатого века; учебн. пос. для вузов / Т.Г. Маклакова. – М.: АСВ, 2001. – 200 с.; Маклакова Т. Г. Функция, конструкция, композиция в архитектуре / Т.Г. Маклакова. – М.: АСВ, 2002. – 485 с.

4. Бойфилль Р. Пространство для жизни / Р. Бойфилль. – М.: Стройиздат, 1993. – 136 с.

5. Бэнэм Р. Взгляд на современную архитектуру. Эпоха мастеров / Р. Бэнэм. – М.: 1980. – 172 с.

6. Гидион З. Время, пространство, архитектура / З. Гидион. – М.: Стройиздат, 1984. – 455 с.

7. Груза И. Теория города / И. Груза. – М.: Стройиздат, 1972. – 248 с.

8. Губанов А. В. Композиционно-пространственные принципы формирования ансамблей 30-50-х гг. XX в. в исторических центрах городов Донбасса [Текст]: дис. канд. архитектуры: 18.00.01 / Губанов Алексей Владимирович. – Харьков, 2008. – 198 с.

9. Гузенко Т.Г. Парки Донбасса / Т.Г. Гузенко. – Киев: Гос. изд-во литературы по строительству и архитектуре УССР, 1955. – 135 с.

10. Дженкс Ч. Язык архитектуры постмодернизма / Ч. Дженкс. – М.: Стройиздат, 1985. – 137 с.

11. Зигель К. Структура и форма в современной архитектуре / К. Зигель. – М.: Стройиздат, 1965 – 270 с.

12. Иконников А. В. Художественный язык архитектуры / А.В. Иконников. – М.: Стройиздат, 1985. – 177 с.; Мастера архитектуры об архитектуре / под ред. А. В. Иконникова. – М.: Искусство, 1972. – 691 с.

13. Кириченко Е.И. Русская архитектура 1830-1910-х гг. / Е.И. Кириченко. – М.: Искусство, 1982. – 399 с.

14. Нимейер О. Архитектура и общество / О. Нимейер. – М.: Прогресс, 1975. – 192 с.

15. Ожегов С.С. История ландшафтной архитектуры: Краткий очерк / С.С. Ожегов. – М.: Стройиздат, 1993. – 240 с.

16. Уиттик А. Европейская архитектура XX века / А. Уиттик. – М.: Госстройиздат, 1960. – 284 с.

17. Фремpton К. Современная архитектура. Критический взгляд на историю развития / К. Фремpton. – М.: Стройиздат, 1990. – 535 с.

18. Хмельницкий Д.С. Предисловие // Архитектура Сталина: Психология и стиль / Редактор: Е.П. Крюкова. – М.: Прогресс-Традиция, 2007. – 376 с.

Skorchenko Yu. A.

EVOLUTION OF DONBASS ARCHITECTURE IN THE CONTEXT OF ARTISTIC CULTURE XX-XXI CENTURIES

The article shows the features of the development of the architecture of Donbass in the XX-XXI centuries. in the aspect of world artistic culture. The historical circumstances, determinants and periodization of its formation are clarified. The creative heritage of architects, the achievements of the regional architecture of the period under study as a component of artistic culture are analyzed. The importance of its interdisciplinary, integrative study is indicated.

Key words: artistic culture, architecture, classicism, modernism, postmodernism, artistic and aesthetic education.

Скорченко Юрий Александрович, кандидат исторических наук, доцент кафедры общеобразовательных дисциплин ИСА и ЖКХ ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: skorchenko60@mail.ru

Skorchenko Yuri Alexandrovich, Candidate of Historical Sciences, Associate Professor of the Department of General Educational Disciplines of the Institute of

Architecture and Housing and Public Utilities of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Андрийчук Николай Данилович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой вентиляции, теплогазо- и водоснабжения Института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 10.11.2022 г.

УДК 691.32

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Сороканич С.В., Дьяковская О.С., Парамонова А.В.

ECONOMIC EFFICIENCY OF THE USE OF MODIFIED CONCRETE MIXES

Sorokanich S.V., Dyakovskaya O.S., Paramonova A.V.

В статье представлены данные о технико-экономических показателях производства модифицированных бетонных смесей (далее по тексту МБС), модифицированных органоминеральным модификатором на основе техногенного отхода – стеклобой. Приводится расчет экономической эффективности от применения модифицированных бетонных смесей при производстве строительных изделий и конструкций из тяжелого бетона (дорожные бордюры, водоприемники, фундаментные блоки, плиты перекрытия, ригели, колонны, балки, опоры мостов).

Ключевые слова: тяжелый бетон, органоминеральный модификатор, стеклобой.

Введение. Один из способов получения современных модифицированных тяжелых бетонов – модификация его состава специальными минеральными добавками, которые влияют при этом на формирование микроструктуры бетона и его свойства. Требуемые эксплуатационные свойства композиционных материалов на основе портландцемента можно обеспечить применением комплексов модификаторов, включающих, как правило, эффективные разжижители, модификаторы вязкости, активные минеральные добавки, ускорители твердения. При этом применение таких добавок, как поликарбоксилатные суперпластификаторы, микрокремнезем, метакаолин и др. приводит к значительному повышению стоимости современных модифицированных бетонов в сравнении с обычными.

В настоящее время на территории Донбасса накоплено порядка 3,5 млрд тонн промышленных отходов, из которых стеклобой составляет около 7% - 0,2 млрд тонн, что обуславливает колоссальную нагрузку на экологическую ситуацию в регионе [1].

Применение органоминерального модификатора (далее по тексту ОММ) на основе твердых бытовых отходов и отходов промышленности – стеклянного порошка (далее по тексту МС), доступного и недорогого суперпластификатора на основе полиметиленафталинсульфоната (далее по тексту СП-1) и активатора химической реакции в системе "портландцемент – стеклянный порошок (МС)" сульфата натрия (далее по тексту А) обеспечит получение тяжелых бетонов с заданными показателями качества при снижении себестоимости, что позволит экономить природные ресурсы и улучшить экологическую обстановку в регионе [2- 7].

Целью работы является определение экономического эффекта от применения органоминерального модификатора на основе стеклянного порошка при приготовлении бетонной смеси для производства строительных изделий и конструкций из тяжелого бетона.

Изложение основных материалов. При проведении испытаний задавались свойствами модифицированных бетонных смесей и бетонов, представленными в табл. 1.

При проведении экспериментальных исследований в качестве исходных компонентов цементных композитов применяли материалы и учитывали их стоимость, которые представлены в табл. 2.

Результаты исследований. Расчет себестоимости бетонных смесей, бетонов (базового варианта) и модифицированных ОММ по основному показателю – стоимости сырьевых материалов – представлен в табл. 3.

Таблица 1

Свойства модифицированных бетонных смесей и бетона

№	Наименование показателя	Единицы измерения	Показатели для бетонных смесей, бетона	
			базового варианта	с добавкой ОММ
1	Подвижность бетонной смеси (осадка конуса)	см	П4 (16-21)	П4 (16-21)
2	Среднее значение прочности бетона при сжатии (класс бетона)	МПа	44,6 (В30)	47,9 (В35)

Таблица 2

Составы модифицированных бетонных смесей и стоимость их компонентов

Наименование показателя	Ед. изм.	Показатели для бетонных смесей, бетонов	
		базовый вариант	с ОММ
Стоимость исходных компонентов:			
- портландцемент ЦЕМ I 42,5	руб./т	6400	
- щебень (5-20 мм)		450	
- песок кварцевый		400	
- вода водопроводная		24,76	
- стеклянный порошок -МС		500	
- сперпластификатор -СП-1		68000	
- сульфат натрия - А		7500	
Расход исходных компонентов:			
- портландцемент ЦЕМ I 42,5	т/м³	0,460	0,420
- щебень (5-20 мм)		1,140	1,140
- песок кварцевый		0,560	0,577
- вода водопроводная		0,210	0,200
- стеклянный порошок -МС		-	0,018
- сперпластификатор -СП-1		0,00285	0,00285
- сульфат натрия -А		-	0,0047

Таблица 3

Расчет себестоимости бетонных смесей, бетонов

Наименование показателя	Ед. изм.	Показатели для бетонных смесей, бетонов	
		базовый вариант	с ОММ
Себестоимость бетонной смеси, бетона:			
- портландцемент ЦЕМ I 42,5	руб./м³	0,460х6400=2944,0	0,420х6400=2688,0
- щебень (5-20 мм)		1,14х450=554,0	1,14х450=554,0
- песок кварцевый		0,634х400=253,6	0,66х400=264,0
- вода водопроводная		0,174х24,76=4,3	0,168х24,76=4,5
- стеклянный порошок -МС		-	0,018х500=9,0
- сперпластификатор СП-1		0,00285х68000=193,8	0,00285х68000=193,8
- сульфат натрия - А		-	0,0047х7500=35,2
ВСЕГО:	руб.	3949,70	3748,5

Данный расчет показывает экономический эффект (по состоянию выпуска продукции в 2021 году и работе предприятия на полную мощность) при использовании в производстве предприятия в ООО "Домостроительный комбинат" (далее по

тексту ООО "ДСК") МБС для производства бетонных и железобетонных конструкций.

Для производства модифицированных бетонных смесей и бетонов на предприятии ООО "ДСК" есть все необходимые производственные мощности, в частности: шаровая мельница для

производства стеклянного порошка, емкости для хранения стеклянного порошка, бетонный узел оборудован дополнительным дозатором (рис. 1).

Фактические объемы выпуска продукции ООО "ДСК" в период 2018-2021 гг. по данным этого предприятия представлены в табл. 4.

Данные по номенклатуре, характеристике и объемам выпущенной бетонной смеси в 2021 году

предприятием ООО "ДСК" для производства бетонных и железобетонных конструкций представлены в табл. 5.

Нормы расхода цемента на 1 м³ бетона при использовании в качестве мелкого заполнителя песка Кондрашевского песчаного карьера Луганской области с модулем крупности 1,1, для классов бетона: В7,5; В15; В20 и В30 приведены в табл. 6.



Рис. 1. Бетонный узел предприятия ООО "ДСК"

Таблица 4

Фактические объемы выпуска продукции ООО "ДСК" в период 2018-2021 гг.

№ п/п	Год	Объем, м ³
1	2018	1840
2	2019	850
3	2020	480
4	2021	596

Таблица 5

Номенклатура и объем выпущенного бетона предприятием ООО "ДСК" в 2021 году

№ п/п	Наименование продукции	Класс бетона	Объем, м ³ (V _б)
1	Дорожные бордюры, водоприемники	В7,5	80
2	Фундаментные блоки	В15	110
3	Плиты перекрытий	В20	256
4	Ригели, колонны, балки, опоры мостов	В30	150
	Всего (ΣV _б):		596

Таблица 6

Нормы расхода цемента на 1 м³ бетона

№ п/п	Класс бетона	Расход цемента, кг/м ³ (P _ц)
1	В7,5	220
2	В15	270
3	В20	350
4	В30	440

Средневзвешенный расход цемента (Р) на 1 м³ выпущенной бетонной смеси определяется по формуле:

$$P = V_6 \cdot P_{\text{ц}} / \Sigma V_6 = 80 \cdot 220 + 110 \cdot 270 + 256 \cdot 350 + 150 \cdot 440 / 80 + 110 + 256 + 150 = 340 \text{ кг} \quad (1)$$

где V_6 – объем бетонной смеси определенного класса по прочности при сжатии, выпущенный в 2021 году, м³;

$P_{\text{ц}}$ – расход цемента для определенного класса бетона по прочности при сжатии, кг;

ΣV_6 – суммарный объем бетонной смеси, м³.

Экономия при снижении расхода цемента на 8,7% на 1 м³ за счет использования при производстве бетонных смесей и бетонов органоминерального модификатора составляет:

$$\varepsilon = P / 1,087 = 340 / 1,087 = 312 \text{ кг} \quad (2)$$

$$\varepsilon = P - \varepsilon = 340 - 312 = 28 \text{ кг} \quad (3)$$

В результате чего годовой экономический эффект от снижения расхода цемента при производстве бетонной смеси объемом 596 м³ (по факту) составил:

$$\varepsilon_{\text{год}} = \Sigma V_6 \cdot 28 = 596 \cdot 28 = 16,7 \text{ т} \quad (4)$$

$$\varepsilon_{\text{год}}^1 = \varepsilon_{\text{год}} \cdot C_{\text{ц}} = 16,7 \cdot 6,4 = 106,88 \text{ тыс. руб.} \quad (5)$$

При выходе работы предприятия на проектную мощность (60000 м³ бетона в год) годовой экономический эффект от снижения расхода цемента составит:

$$\varepsilon_{\text{год}} = \Sigma V_6 \cdot 28 = 60000 \cdot 28 = 1680 \text{ т} \quad (6)$$

$$\varepsilon_{\text{год}}^1 = \varepsilon_{\text{год}} \cdot C_{\text{ц}} = 1680 \cdot 6,4 = 10752,0 \text{ тыс. руб.} \quad (7)$$

Расчет был произведен на основании данных, представленных предприятием ООО "ДСК".

Выводы. 1. Выполнен расчет годового экономического эффекта от объема реализованных в ООО "ДСК" МБС для производства бетонных и железобетонных конструкций.

2. Установлено, что в результате снижения расхода цемента годовой экономический эффект по фактически выпускаемым объемам бетона и железобетона в настоящее время составит – 106,88 тыс. руб., а при выходе работы предприятия на

проектную мощность (60000 м³/год) годовой экономический эффект 10752,0 тыс. руб.

3. Использование техногенного сырья – стеклобоя в производстве модифицированных бетонов позволит снизить себестоимость конечной продукции, нагрузку на природные ресурсы и улучшить экологическую обстановку в регионе.

Л и т е р а т у р а

1. Дрозд, Г.Я. Потенциал развития сектора обращения с отходами на Луганщине [Текст] / Г.Я. Дрозд // Вестник ЛНУ им. В. Даля. – Луганск: 2017. - №3(5) часть 2. – С. 53-64.
2. Meyer C., Egosi N., Andela C. Concrete with waste glass as aggregate // Recycling and Reuse of glass Cullet: Proceedings of International Symposium 19–20 March 2001, Dundee UK. P. 179–181.
3. Byars E.A., Zhu H., Meyer C. Use of glass for construction products: legislative and technical issues // Sustainable Waste Management: Proceedings of the International Symposium 9–11 September 2003, Dundee UK. P. 827–838.
4. Remarque W., Heinz D., Schleusser C. Glass powder as a reactive addition for blast furnace cements // Recycling and Reuse of glass Cullet: Proceedings of International Symposium 19–20 March 2001, Dundee UK. P. 229–238.
5. Dhir R.K., Dyer T.D., Tang M.C. Expansion due to alkali-silica reaction (ASR) of glass cullet used in concrete // Sustainable Waste Management: Proceedings of the International Symposium 9–11 September 2003, Dundee UK. P. 751–760.
6. Meland I., Dahl P.A. Recycling glass cullet as concrete aggregates, applicability and durability // Recycling and Reuse of glass Cullet: Proceedings of International Symposium 19–20 March 2001, Dundee UK. P. 167–177.
7. Dyer T.D., Dhir R.K. Use of glass cullet as a cement component in concrete // Recycling and Reuse of glass Cullet: Proceedings of International Symposium 19–20 March 2001, Dundee UK. P. 157–166.

Sorokanich S.V., Dyakovskaya O.S.,

Paramonova A.V.

ECONOMIC EFFICIENCY OF THE USE OF MODIFIED CONCRETE MIXES

The section presents data on the technical and economic indicators of the production of modified concrete mixtures (hereinafter referred to as MBS) modified with an organomineral modifier based on man-made waste - cullet. The calculation of economic efficiency from the use of modified concrete mixtures in the production of construction products and structures made of heavy concrete (road curbs, water intakes, foundation blocks, floor slabs, crossbars, columns, beams, bridge supports) is given.

Key words: heavy concrete, organomineral modifier, cullet.

Сороканич Станислав Васильевич, к.т.н., доцент кафедры городского строительства и хозяйства института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», г. Луганск
E-mail: stas.sorokanich.82@mail.ru

Sorokanich Stanislav, candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Urban Construction and Economy of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Дьяковская Ольга Сергеевна, старший преподаватель кафедры городского строительства и хозяйства института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», г. Луганск
E-mail: dream25@mail.ru

Dyakovskaya Olga, senior Lecturer of the Department of Housing and Communal Services Management of the Institute of Construction, Architecture and Housing and

Communal Services of SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Парамонова Анастасия Владимировна, ассистент кафедры управления жилищно-коммунальным хозяйством института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», г. Луганск.
E-mail: anastasia2405@inbox.ru

Paramonova Anastasia, assistant of the Department of Housing and Communal Services Management of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич, д.т.н., профессор кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 16.11.2022 г.

УДК 691.32

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ОТХОДА АЛЮМОШЛАКА НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНОГО ТЕСТА

Сороканич С.В., Парамонова А.В.

THE EFFECT OF TECHNOGENIC WASTE OF ALUMINUM SLAG ON THE PROPERTIES OF CEMENT DOUGH

Sorokanich S., Paramonova A.

В данной статье представлены характеристики техногенного отхода алюмошлака (АШ), а именно: химический состав, гранулометрический состав, водопотребность, радиоактивность и рассмотрена возможность его использования в качестве минеральной добавки для производства цементных бетонов. Также рассмотрено влияние алюмошлака на реологические свойства сроки схватывания цементного теста. Определен индекс эффективности.

Ключевые слова: алюмошлак, сроки схватывания, цементное тесто, гранулометрический состав, радиоактивность, техногенный отход.

Введение. Донбасс – это крупнейший промышленный регион, который насчитывает сотни промышленных предприятий топливно-энергетического комплекса, горнодобывающей, металлургической, химической промышленности, строительной отрасли. В результате деятельности промышленности на данный момент на территории Луганской Народной Республики накопилось около 1,5 млрдт отходов [1].

Существуют экологические проблемы, связанные с размещением техногенных отходов, в частности с алюмосодержащими отходами производства, в виде шламов, шлаков, минеральной части углей [2].

Одним из видов отходов, не утилизируемых сегодня, являются отходы алюминия, к ним относится алюминиевая стружка, шлаки, образующиеся в процессе плавки вторичного алюминиевого сырья, и другие. При хранении этих отходов на открытых полигонах происходит выщелачивание ионов алюминия, повышенное

содержание которого отрицательно сказывается на окружающей среде и наносит вред здоровью населения [3]. Однако они являются ценным сырьём для производства строительных материалов. Содержание большого количества оксида алюминия и других металлов в алюмошлаках позволяет использовать их в строительной индустрии, а именно при производстве цементных бетонов [4].

Основу алюмосодержащих шлаков составляет оксид алюминия Al_2O_3 – свыше 50%. По своим физико-химическим и минералогическим свойствам шлаки близки к обогащенной бокситовой руде и могут служить сырьем при изготовлении цемента и бетонов [5].

На предприятиях металлургической и других отраслях промышленности образуются десятки тонн алюмосодержащих отходов, которые в большинстве своем направляются в отвалы, значительно ухудшая экологическую обстановку. Существующие способы переработки этих отходов не позволяют в полной мере решить задачи их использования и устранить экологические проблемы, связанные с их хранением. Поэтому актуальностью темы является возможность применения алюмосодержащих отходов в строительной индустрии.

Целью работы является установление возможности использования алюмосодержащих отходов в качестве добавки при изготовлении цементных растворов и бетонов.

В результате экспериментальных исследований был проведен сравнительный анализ для установления необходимости предварительного измельчения алюмосодержащей добавки. Для этого было отобрано две просушенные пробы

алюмошлака, равные по массе. Первая проба предварительно измельчалась и просеивалась, вторая проба не измельчалась и просеивалась. В качестве контрольного был принят состав без добавления алюмошлака. Составы цементного камня были испытаны на прочность при сжатии по истечению двухсуточного возраста. Результаты испытаний приведены ниже в табл. 1.

Так как результаты между измельчённой и неизмельчённой добавкой алюмошлака разнятся незначительно, а на помол алюмошлака необходимы дополнительные ресурсы, для дальнейших экспериментальных исследований было принято

использовать неизмельчённую просеянную добавку алюмошлака.

В результате сушки и отсева алюмошлака был получен порошок серого цвета, насыпная плотность которого составила 1150 кг/м³. Химический состав отсева алюмошлака представлен в табл. 2.

Гранулометрический (зерновой) состав отсева алюмошлака представлен в табл. 3.

Результаты по определению удельной эффективной активности естественных радионуклидов в алюмошлаке представлены в табл. 4.

Таблица 1

Сравнение неизмельчённой добавки алюмошлака с предварительно измельчённой

Состав	Компоненты цементной пасты, г (%)					
	ПЦ	СП-1	АШ	В (мл)	В/Т	R _{сж} , МПа
Контрольный	400	2,4 (0,6)		100	0,25	44
№1	400	2,4 (0,6)	8(2)	102	0,25	55
№1 ¹	400	2,4 (0,6)	8(2)	102	0,25	53

1¹ - предварительно измельчённый алюмошлак

Таблица 2

Химический состав отсева алюмошлака, %

Оксиды	SiO ₂ , %	Al ₂ O ₃ , %	Fe ₂ O ₃ , %	TiO ₂ , %	CaO, %	MgO, %	Na ₂ O, %	K ₂ O, %	P ₂ O ₅ , %	SO ₃ , %	Потеря массы при прокаливании, %
Содержание %	7,48	57,14	3,52	0,384	4,7	2,56	2,92	0,39	0,009	0,08	17,97

Таблица 3

Гранулометрический (зерновой) состав отсева алюмошлака

Алюмошлак	Содержание фракций, %						
	0,10 мм	0,08 мм	0,071 мм	0,063 мм	0,050 мм	0,040 мм	Менее 0,040 мм
	0,70	1,40	44,15	3,60	43,35	0,80	6,00

Таблица 4

Результаты испытаний по определению удельной эффективной активности естественных радионуклидов в алюмошлаке

№ навески	Удельная активность БК/кг			Погрешность определения	A _{эфф.м.}
	²²⁶ Ra	²³² Th	⁴⁰ K		
1	4,25±2,33	1,44±2,59	24,8±21,0	δ=±10 %	124,8±14,1

Исследованный материал – алюмошлак (отвал СП "Завод Интерсплав" г. Свердловск, ЛНР) – относится к I -му классу использования по радиационному фактору согласно ГГН 6.6.1.-6.5.00.-98 «Нормы радиационной безопасности Украины» и ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов».

Определение водопотребности вяжущего вещества и отсева алюмошлака определялось по показателю стандартной консистенции (нормальной густоты), которая характеризуется диаметром расплыва цементного теста, вытекающего из цилиндра Суттарда при его поднятии. Расплыв теста равен 180±5 мм.

Таблица 5

Водопотребность вяжущего вещества и отсева алюмошлака

Наименование	Масса, гр	Вода, мл	Водопотребность, %	Диаметр расплыва, мм
ПЦ	400	145	36,25	185
АШ	400	270	67,50	185

Определение эффективности минеральной добавки (алюмошлака) выполнялось согласно ГОСТ – 24211 «Добавки для бетонов и строительных растворов», ГОСТ Р 56593-2015 «Добавки минеральные для бетонов и строительных растворов», ГОСТ 30459-2008 «Добавки для бетонов и строительных растворов».

Индекс эффективности минеральной добавки алюмошлака определяли путем сравнения прочностей на сжатие образцов, изготовленных из смесей контрольного и основных составов. Для изготовления смесей применяли следующие материалы:

- портландцемент типа ЦЕМ-I 42,5 Н производства Амвросиевского цементного завода, Объединение «Цемент Донбасса»;
- алюмошлак;
- песок по ГОСТ 6139-2020 «Песок для испытаний цемента. Технические условия»;
- воду по ГОСТ 23732-2011 «Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия».

Составы образцов приведены в таблице 5.

Для определения индекса эффективности минеральной добавки был приготовлен контрольный состав при соотношении Ц:П = 1:3 и основные составы при соотношении Ц:АШ:П (табл. 5). Расход воды в контрольном и основных составах определялся по расплыву конуса контрольного и основного составов по ГОСТ 310.4-81 «Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии». Расплыв конуса смесей составил 118 мм при расходе воды (Ц:П=1:3) 75 г на 400 г растворной смеси. Изготовление и испытание образцов на прочность при сжатии контрольного и основных составов проводили по ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам» и ГОСТ 31914-2012 «Бетоны высокопрочные тяжелые и мелкозернистые для монолитных конструкций. Правила контроля и оценки качества». Образцы-кубы размерами 70х70х70 мм выдерживались в нормальных условиях — температура $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ и относительная влажность $(95 \pm 5) \%$.

Таблица 6

Составы смесей для определения индекса эффективности минеральной добавки

Состав	ПЦ, гр (%)	Песок, г	АШ, г (%)	Вода, г
Контрольный	400, (100)	1200	-	300
Основной 1	392, (98)	1200	8, (2)	300
Основной 2	384, (96)	1200	16, (4)	300
Основной 3	376, (94)	1200	24, (6)	300
Основной 3	368, (92)	1200	32, (8)	300
Основной 5	360, (90)	1200	40, (10)	300

Испытание образцов проводили в возрасте 28 суток. Результаты исследований представлены в таблице 7 и графике (рис. 1).

Таблица 7

Прочность цементного камня и индекс эффективности минеральной добавки

Состав	Прочность при сжатии, МПа	Индекс эффективности, %
Контрольный	15,0	-
Основной 1	19,7	31,4
Основной 2	22,9	52,6
Основной 3	23,5	56
Основной 4	24,1	60
Основной 5	39,8	164

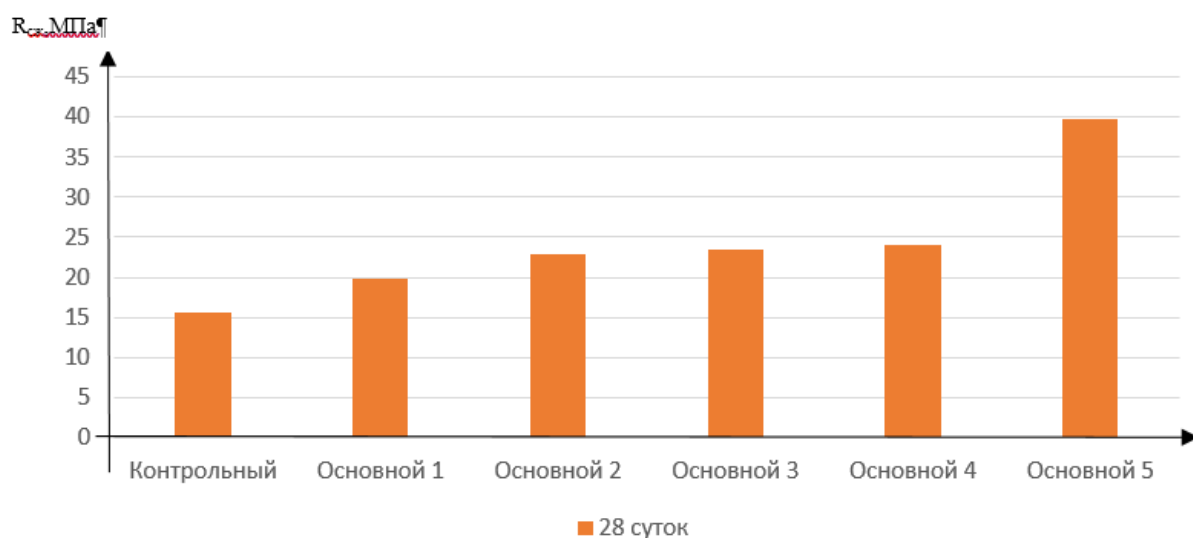


Рис. 1. Индекс эффективности минеральной добавки

Для определения сроков схватывания цементного теста были приняты следующие составы смесей представленные в таблице 8.

Таблица 8

Составы смесей

Состав	Компоненты цементной пасты				
	ПЦ, г	СП-1 г (%)	АШ, г (%)	Вода, мл	В/Т
Контрольный	400	2,4 (0,6)	-	100	0,25
№1	400	2,4 (0,6)	8(2)	102	0,25
№2	400	2,4 (0,6)	16 (4)	104	0,25
№3	400	2,4 (0,6)	24 (6)	106	0,25
№4	400	2,4 (0,6)	32 (8)	108	0,25

Определение сроков схватывания цементного теста выполнялось по ГОСТ 310.3-76 «Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема». Влияние алюмошлака на сроки схватывания цементного теста представлены в таблице 9 и на графике (рис. 2).

Таблица 9

Сроки схватывания цементного теста

Состав	Сроки схватывания, мин	
	Начало	Конец
Контрольный	120	230
№1	100	230
№2	150	240
№3	150	280
№4	150	330

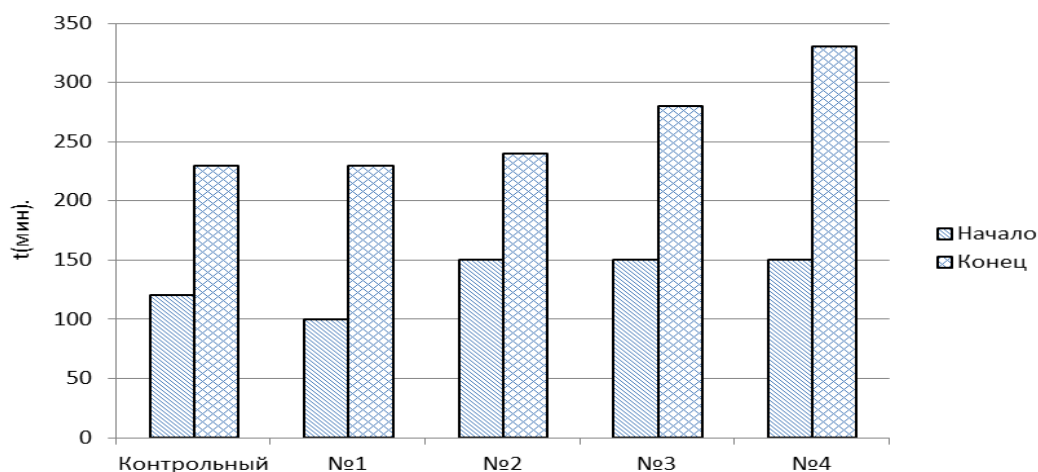


Рис. 2. Сроки схватывания цементного теста

Выводы.

1. В результате экспериментальных исследований определены исходные характеристики техногенного отхода алюмошлака, а именно: химический и гранулометрический состав, радиоактивность, водопотребность.

2. Определен индекс эффективности алюмошлака в качестве минеральной добавки.

3. Определены сроки схватывания цементного теста с добавкой алюмошлака с концентрацией 2,4,6,8 %.

4. Использование алюмошлака при производстве строительных материалов улучшит экологическую обстановку в регионе и снизит нагрузку на окружающую среду.

Л и т е р а т у р а

1. Дрозд Г.Я. Экологическая безопасность Донбасса: учебное пособие/ Г.Я. Дрозд. – Луганск: Изд-во «Ноулидж», 2021. – 438 с.

2. Карпова Н.Ю. Оценка использования алюмосодержащих отходов в производстве строительных материалов/ Н.Ю. Карпова, А.В. Шаманова, Г.М. Батракова//Вестник ПНИПУ. –2016. – №3. – С 49-61.

3. Тужилин А.С. Физико-химические и технологические исследования комплексной переработки алюминийсодержащих отходов: стружки, шлака, гидроксидного осадка: автореф... дис.кан. техн.наук. – М, 2012. – 21 с.

4. Степанов С.В. Комплексный ускоритель твердения цементных бетонов на основе гальванического алюмошлама: автореф... дис.кан. техн.наук. – Казань, 2012. – 20 с.

5. Волочко А., Белов И./Использование отходов переработки алюминиевых сплавов (стружка, шлаки) в производстве// А. Волочков, И. Белов// Элементы: [веб-портал]. – 2005. – 29 декабря. – Режим доступа: <https://ais.by/story/743>.

Sorokanich S.V., Paramonova A.V.

THE EFFECT OF TECHNOGENIC WASTE OF ALUMINUM SLAG ON THE PROPERTIES OF CEMENT DOUGH

This article presents the characteristics of technogenic waste of aluminum slag (ASH), namely: chemical composition, granulometric composition, water demand, radioactivity and the possibility of its use as a mineral additive for the production of cement concretes. The influence of aluminum slag on the rheological properties of the setting time of cement dough is also considered. The efficiency index has been determined.

Keywords: aluminum slag, setting time, cement dough, granulometric composition, radioactivity, technogenic waste

Сороканич Станислав Васильевич, кандидат технических наук, доцент кафедры городского строительства и хозяйства института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: stas.sorokanich.82@mail.ru

Sorokanich Stanislav, candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Urban Construction and Economy of the institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of the SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Парамонова Анастасия Владимировна, ассистент кафедры управления жилищно-коммунальным хозяйством института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: anastasia2405@inbox.ru

Paramonova Anastasia, assistant of the Department of Housing and Communal Services Management of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of Lugansk SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Соколов Владимир Ильич, доктор технических наук, профессор, зам. директора по науке ИСА и ЖКХ ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 16.11.2022 г.

УДК 699.865

АНАЛИЗ ПРИМЕНЯЕМЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ТЕПЛОЭФФЕКТИВНЫХ НАРУЖНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ

Сорокин В.А.

THE ANALYSIS APPLIED STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR THERMAL EFFICIENCY OF EXTERIOR WALLS OF BUILDINGS

Sorokin V.A.

Рассмотрены основные конструктивные решения современных наружных стен зданий, проведена оценка достоинств и недостатков применяемых технических решений наружных стеновых ограждений.

Ключевые слова: наружные стены, утепление, тепловая защита, теплоизоляция стен, теплопотери.

Введение. Повышение энерго- и ресурсосбережения нового жилого и реконструкция старого жилого фонда является одним из приоритетных направлений энергосбережения в сфере ЖКХ. В настоящее время эксплуатируются здания с наружными ограждающими конструкциями, не отвечающими современным нормативно-техническим требованиям. Проблемами теплозащиты стеновых ограждений зданий занимались такие авторы как С.С. Седип [1], С.В. Корниенко [2,3], Е.Г. Малявина [4], В.Г. Гагарин [5], В.В. Козлов [6], А.С. Ваценко, А.М. Шепелев, Д.Г. Одинцов и др.

Вопросам повышения энергоэффективности зданий путем совершенствования конструктивных решений зданий посвящены статьи [2, 4]. Исследованиям теплотехнических свойств теплоизоляционного фасада с тонким штукатурным слоем в зоне расположения дюбеля посвящена работа [6]. Проблемы повышения теплозащиты за счет снижения теплопотерь через теплотехнически неоднородные участки ограждающих конструкций подробно рассмотрены в статьях [3, 5]. Исследование теплоизоляционных материалов на основе полистирола проведено в работе [7]. Сравнительная оценка штукатурных фасадов и

фасадов, утепленных термопанелями, приведена в статье [8]. В работе [9] рассмотрены технические решения совершенствования технологии производства работ по утеплению вентилируемых фасадов.

Требования нормативных документов по теплозащите наружных стен зданий регламентируют вновь возводимые здания проектировать многослойными с применением эффективных утеплителей. Конструкции стеновых ограждений и толщина утеплителя должны соответствовать климатическому району строительства и сохранять теплозащитные свойства в течение всего периода эксплуатации здания [10].

Системы с наружным утеплением имеют ряд существенных преимуществ. К ним относятся: высокая теплотехническая однородность, ремонтпригодность, возможность реализации архитектурных решений различной формы.

В практике строительства находят применение два варианта фасадных систем: с наружным штукатурным слоем; с вентилируемым воздушным зазором.

При первом варианте исполнения фасадных систем в качестве утеплителей в основном используются плиты пенополистирола. Утеплитель от внешних атмосферных воздействий защищен базовым клеевым слоем, армированной стеклосеткой и декоративным слоем.

В вентилируемых фасадах используется лишь негорючий утеплитель в виде плит из базальтового волокна. Утеплитель защищен от воздействия атмосферной влаги фасадными плитами, которые крепятся к стене с помощью кронштейнов. Между

плитами и утеплителем предусматривается воздушный зазор.

При проектировании вентилируемых фасадных систем создается наиболее благоприятный тепловлажностный режим наружных стен, так как водяные пары, проходящие через наружную стену, смешиваются с наружным воздухом, поступающим через воздушную прослойку, и выбрасываются на улицу через вытяжные каналы.

Трехслойные стены, возводимые ранее, применялись, в основном, в виде колодцевой кладки. Они выполнялись из мелкоштучных изделий, расположенных между наружным и внутренним слоями утеплителя.

В практике строительства широкое применение нашли трехслойные стены с использованием гибких связей, для изготовления которых применяется стальная арматура, с соответствующими антикоррозионными свойствами стали или защитных покрытий. В качестве внутреннего слоя используется ячеистый бетон, а теплоизоляционных материалов – пенополистирол, минеральные плиты и пеноизол. Облицовочный слой выполняется из керамического кирпича.

Трехслойные бетонные стены при крупнопанельном домостроении применяются давно, но с более низким значением приведенного сопротивления теплопередаче. Для повышения теплотехнической однородности панельных конструкций необходимо использовать гибкие стальные связи в виде отдельных стержней или их комбинаций. В качестве промежуточного слоя в таких конструкциях чаще применяется пенополистирол.

В настоящее время применяются следующие основные конструктивные решения теплоэффективных наружных стен: трёхслойная крупнопанельная стена, трёхслойная стена по системе «вентилируемый фасад» и штукатурный фасад.

Цель работы – анализ факторов, оказывающих влияние на эксплуатационную надежность и долговечность многослойных теплоэффективных наружных стен зданий.

Конструкция многослойного стенового ограждения состоит из трех основных функциональных слоёв: конструкционного, теплоизоляционного и защитно-отделочного.

Для теплоизоляционного слоя необходимо применять материалы с низкими плотностью и

теплопроводностью и высокой паропроницаемостью. При выборе теплоизоляционного материала необходимо учитывать конструктивное решение стенового ограждения, долговечность утеплителя, его массу и стоимость. Для надежной длительной работы наружного стенового ограждения следует применять материалы с одинаковой долговечностью.

Трехслойная крупнопанельная стена состоит из внутреннего и внешнего несущих слоев, связанных между собой связями. Недостатками крупнопанельного домостроения являются: образование грибковой плесени на внутренних поверхностях стен в зоне стыков панелей вследствие некачественно выполненных межпанельных стыков, неремонтопригодность. К достоинствам можно отнести: применение готовых стеновых панелей высокого качества, исключение накопления влаги внутри утеплителя, сравнительно невысокую стоимость квартир.

Конструкция стенового ограждения «Вентилируемый фасад» состоит из внутреннего несущего слоя, металлофурнитуры, теплоизоляционного слоя, воздушной прослойки и облицовочного слоя.

К достоинствам конструкции можно отнести всесезонность производства работ из-за отсутствия «мокрых» процессов; относительную простоту ремонтных работ; удаление влаги за счёт интенсивной циркуляции воздуха в воздушной прослойке, создание современного архитектурного облика зданий, долговечность. Недостатки вентилируемых фасадов:

- необходимость тщательного выбора вида теплоизоляционного материала с учетом его паропроницаемости;
- увеличенная толщина теплоизоляционного слоя из-за низкого коэффициента теплотехнической однородности стены;
- обеспечение коррозионной стойкости и долговечности силовых навесок;
- вероятность блокирования воздушных прослоек между экраном и теплоизоляцией снегом, льдом в силу значительной площади зазоров и щелей в структуре элементов [9];
- высокая трудоемкость работ, высокая стоимость

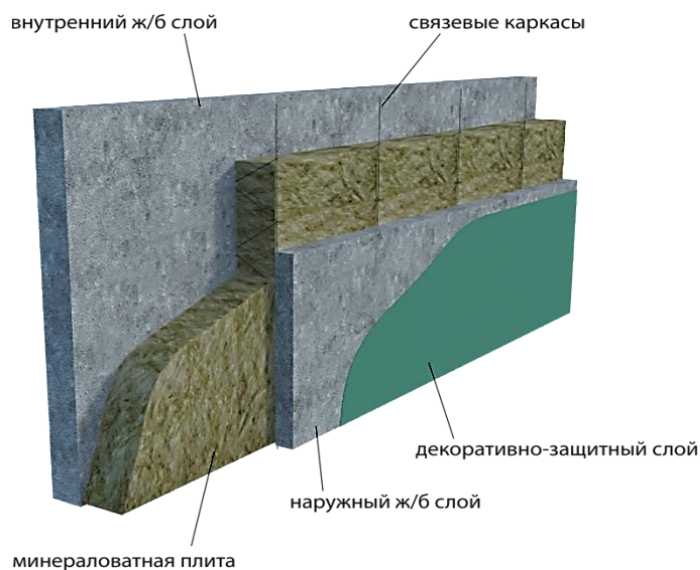


Рис. 1. Схема устройства панели стеновой трехслойной железобетонной



Рис. 2. Создание вентилируемого фасада

Штукатурный фасад. В качестве теплоизоляции применяются плотные жёсткие утеплители (пенополистирол, минераловатные плиты повышенной жёсткости), по которым возможно устройство штукатурных слоев. В штукатурном фасаде утеплитель эксплуатируется в наиболее оптимальных условиях (утеплитель надежно закреплен, полностью защищен от агрессивных факторов внешней среды, обеспечена паропроницаемость конструкции). Штукатурный фасад применяется как при новом строительстве, так и при необходимости повышения теплозащиты

уже возведённых зданий, в том числе со сложной архитектурой. Данная система обладает высокой ремонтопригодностью.

Недостатками являются:

- низкая долговечность;
- высокая трудоемкость работ (подмащивание, многооперационность технологического процесса);
- производство работ только в летнее время (при температуре наружного воздуха не выше + 50°C, имеются ограничения по работе при ветре, дожде, на ярко освещенных солнцем поверхностях).

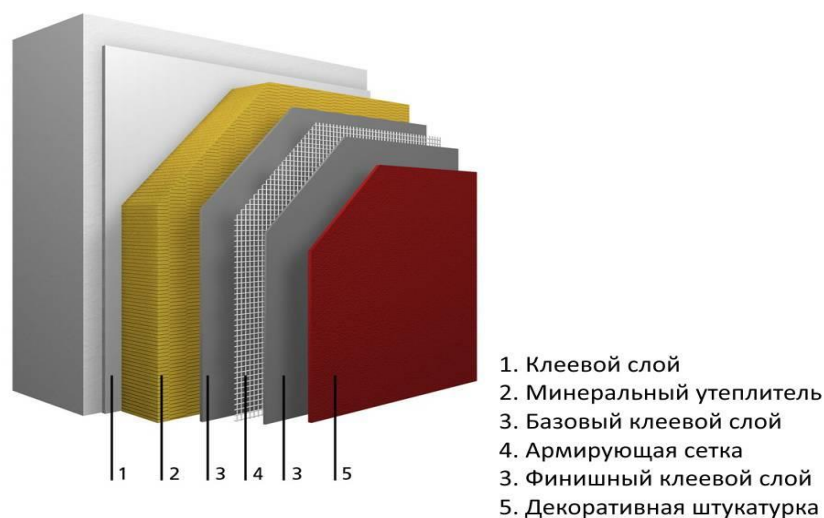


Рис. 3. Мокрая штукатурка фасада: технология устройства

Выводы. Таким образом, применяемые конструктивные и технологические решения теплоэффективных наружных стен современных зданий имеют недостатки, связанные с качеством применяемых материалов, конструктивными несовершенствами проектных решений и высокой трудоемкостью работ. Существующие проектные решения стеновых ограждений требуют доработки. Ряд дефектов может быть устранен в процессе эксплуатации с восстановлением эксплуатационной пригодности конструкций.

Л и т е р а т у р а

1. Седип С.С. Технология утепления наружных стен жилых крупнопанельных зданий в условиях Республики Тыва: диссертация кандидата технических наук: 05.23.08. - Санкт-Петербург, 2007. – 153 с.: ил.
2. Корниенко С.В. Проблемы теплозащиты наружных стен современных зданий // Интернет-вестник ВолГАСУ. Сер.: Политематическая. 2013. Вып. 1(25). URL: [http://vestnik.vgasuru/attachments/Kornienko-2013_1\(25\)_1.pdf](http://vestnik.vgasuru/attachments/Kornienko-2013_1(25)_1.pdf).
3. Корниенко С.В. Температурно-влажностный режим наружных стен с вентилируемым фасадом // Academia. Архитектура и строительство. – 2009. – №5. – С.389-394.
4. Малявина Е.Г. Строительная теплофизика и проблемы утепления современных зданий // АВОК. – 2009. – №1.
5. Гагарин В.Г. Теплофизические проблемы современных стеновых ограждающих конструкций многоэтажных зданий // Academia. Архитектура и строительство. 2009. № 5. С.297-305.
6. Козлов В.В. Исследование теплотехнических свойств теплоизоляционного фасада с тонким штукатурным слоем в зоне расположения дюбеля //

Academia. Архитектура и строительство. – 2009. – №5. – С.346-355.

7. Исследование теплоизоляционных материалов на основе полистирола / М.М. Полянский, С.А. Пименов, М.П. Кочергина, Н.Н. Фомина // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. – 2017. – С. 168-172.

8. Павлова И.Л. Сравнение технико-экономической эффективности вариантов утепления фасадов / И.Л. Павлова, Р.О. Куликов // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2015. – С. 210-212.

9. Козлов Н.А. Способы утепления фасадов домов / Н.А. Козлов, Т.М. Лишенко, А.Ю. Касатов // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе. 2016. – С. 182-184.

10. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. М.: ФГУП ЦПП, 2003.

Sorokin V.A.

THE ANALYSIS APPLIED STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR THERMAL EFFICIENCY OF EXTERIOR WALLS OF BUILDINGS

The main design solutions of modern external walls of buildings are considered, the advantages and disadvantages of the applied technical solutions of external wall fences are evaluated.

Key words: exterior walls, insulation, thermal protection, thermal insulation of walls, heat loss.

Сорокин Вадим Александрович, старший преподаватель ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: aries-1988@mail.ru

Sorokin Vadim Aleksandrovich, senator teacher
Department of Design and Construction Technology SEE HT
LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

института строительства, архитектуры и жилищно-
коммунального хозяйства Луганского государственного
университета имени Владимира Даля.

Рецензент: Соколов Владимир Ильич, д.т.н., профессор
кафедры вентиляции, теплогазо- и водоснабжения,

Статья подана 11.11.2021

УДК 69.059.38

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ И ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ПЕРВЫХ МАССОВЫХ СЕРИЙ ПЯТИЭТАЖНОЙ ЗАСТРОЙКИ

Хвортова М.Ю.

JUSTIFICATION OF THE NECESSITY AND SELECTION OF OPTIMAL OPTIONS FOR THE RECONSTRUCTION OF RESIDENTIAL BUILDINGS OF THE FIRST MASS SERIES OF FIVE-STORY BUILDINGS

Khvortova M.Y.

В статье изложены результаты теоретических исследований, направленных на разработку и совершенствование конструктивных решений в проектах реконструкции пятиэтажных жилых домов массовой застройки. Приведена характеристика состояния жилого фонда Луганской Народной Республики, архитектурно-конструктивные характеристики жилых зданий, строительство которых велось по проектам массовых серий в Луганской области, приведен анализ возможных решений реконструкции пятиэтажных зданий.

Ключевые слова: здания первой массовой серии, реконструкция жилых зданий, многоэтажная надстройка.

Введение. В создавшихся экономических условиях особую актуальность приобретает разработка стратегии комплексного решения проблемы нового жилищного строительства и сохранности существующего жилого фонда с реконструкцией домов первых массовых серий для приведения их к соответствию современным архитектурно-градостроительным требованиям, улучшения архитектурного облика.

Изложение основного материала. Первые массовые серии пятиэтажной застройки осуществлялось в г. Луганске и Луганской области в 60-70 гг. прошлого столетия. Общее количество таких домов в Луганской области 6771, что составляет 53,12 % объектов жилья, построенного в те годы (табл.1).

Таблица 1

Характеристика состояния жилого фонда Луганской Народной Республики

Многokвартирный жилой фонд			Здания первых массовых серий		Удельный вес зданий ПМС, %
Кол-во зданий	Общая площадь	Число жильцов	Кол-во зданий	Общая площадь, тыс. м ²	
38872	18933,2	1205224	6771	10057,0	53,12
Этажность зданий общего многоквартирного жилого фонда					
До 5 этажей		5-этажные		ВСЕГО Общая площадь, тыс.м ²	Здания ПМС %
Кол-во зданий	Общая площадь, тыс.м ²	Кол-во зданий	Общая площадь, тыс.м ²		
12335	5534,0	2604	8543,6	14077,6	71,44

Эти дома находятся более шестидесяти лет в эксплуатации, как правило, без капитального ремонта. Вследствие этого техническое состояние зданий с каждым годом ухудшается. Для таких зданий характерен не только физический, но и моральный износ. Архитектурно-планировочная структура серийных пятиэтажек не соответствует современным требованиям, изношены внутренние инженерно-технические коммуникации, такие здания ухудшают архитектурную выразительность городской застройки.

Многочисленными исследованиями оценки остаточного эксплуатационного ресурса жилых домов индустриального домостроения, которые приводились в г. Луганске и Луганской области [1, 2], установлено, что наружные стены, их стыки и соединительные элементы, кровли, балконы и входные козырьки, окна, конструкции подвалов и др. элементы зданий первых массовых серий имеют значительные повреждения, требующие в большинстве случаев не только проведение

капитальных ремонтов, но и их полной замены. Кроме того, одним из факторов необходимости восстановления зданий являются многочисленные разрушения жилого фонда и инфраструктуры вследствие продолжающегося военного конфликта в Донбассе [3].

Жилые дома пятиэтажной застройки Луганской Народной Республики представлены следующими основными типовыми сериями: панельные - серий 1-464 А, 1-480 А, 121; кирпичные – серий 1-438 У, 87, 1-4676 С-4Б; крупноблочные - серии 1-437 (табл. 2).

Строительство жилых зданий, которое осуществлялось в 60-е годы прошлого века, базировалось на 5-этажной застройке. Жилые дома строились без лифта, с плоской кровлей, узким поперечным шагом 2,6 и 3,2 м, малогабаритными кухнями площадью до 6,0 м², высотой этажа в 2,5 м. Это было обосновано решением острой жилищной проблемы послевоенных лет. В табл. 3, 4 представлена характеристика состояния жилого фонда ЛНР зданий первых массовых серий.

Таблица 2

Жилые здания первых массовых серий постройки 60-70 годов

Серии типовых проектов								Всего		
438		464		480		другие				
площадь, тыс. м ²	%	площадь, тыс. м ²	%	площадь, тыс. м ²	%	площадь, тыс. м ²	%	Количество	площадь, тыс. м ²	Удельный вес, %
3870,0	38,5	2280	22,5	1840	18,3	2087	20,8	6771	10057	14,08

Таблица 3

Характеристика жилого фонда зданий первых массовых серий

Всего			Этажность								
			5-этажные			4-этажные			Меньше 4 эт.		
Кол-во	Площадь, тыс. м ²	Удельный вес, %	Кол-во	Площадь, тыс. м ²	Удельный вес, %	Кол-во	Площадь, тыс. м ²	Удельный вес, %	Кол-во	Площадь, тыс. м ²	Удельный вес, %
6771	10057	14,08	2069	7970,0	79,25	285	502,0	4,99	4417	1585	15,76

Материал стен								
панельные			кирпичные			ж/б блоки		
Кол-во	Площадь, тыс. м ²	Удельный вес, %	Кол-во	Площадь, тыс. м ²	Удельный вес, %	Кол-во	Площадь, тыс. м ²	Удельный вес, %
12,07	4248,0	42,24	5564	5809,0	57,76			

Таблица 4

**Архитектурно-конструктивные характеристики жилых зданий, строительство которых велось
по проектам первых массовых серий в Луганской области**

№№ п/п	Название серии	Этажность	Состав и кол- во квартир	Конструктивная схема	Материал наружных стен	Условия строительства	Объем введения домов в области в 60-70 гг.	
							Общая площ., тыс. м ²	К-во домов серии (квартир)
1	1-464 А	5	1-2-3 кв. 60, 90, 119	Поперечные и продольные 6; 5.76; 3.2; 2.6	Шлакобетон, термозитобетон	Осадочные Просадочные горн. выработки	2260	565 /45200/
2	1- 438/438А/	5	1-2-3-4 кв. 60, 70, 80, 100	Продольные 6.0 м	Кирпич	-//-	3870	1032 /77400/
3	1-480А	5	2-3 кв. 60, 90	Продольные 5.5 м	Термозит, газошлакобетон	-//-	1840	472 /30670

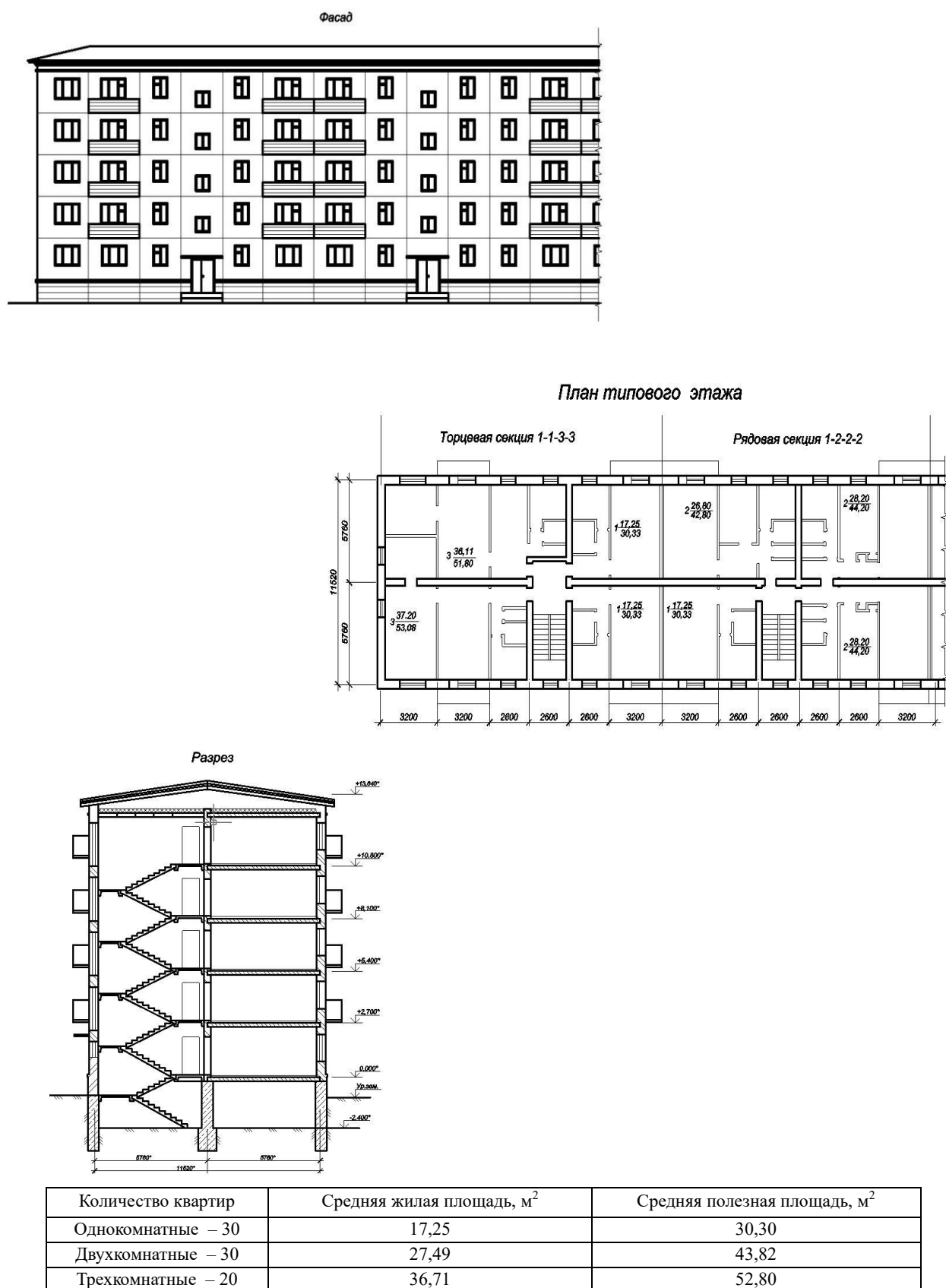
Неудовлетворительное техническое состояние и низкие эксплуатационные качества жилого фонда, построенного в 60-годы в Луганской области по проектам первых массовых серий, требуют принятия незамедлительных мер по их реновации, т.к. будет утеряна возможность их кардинального обновления и начнется необратимый процесс отказов несущих элементов домов с непредсказуемыми аварийными последствиями.

Результаты исследований. Для разработки возможных вариантов модернизации и реконструкций выполним анализ архитектурно-конструктивных решений пятиэтажных зданий, построенных по проектам первых массовых серий.

Крупнопанельные жилые дома серии 1-464А (рис. 1). Фундаменты ленточные из сборных бетонных блоков и устраиваемого поверх фундаментов монолитного ростверка 40 х 40 см. Наружные стены выполнялись либо из трехслойных панелей, состоящих из двух железобетонных скорлуп и слоя утеплителя (минераловатные плиты, легкобетонные вкладыши), либо из однослойных панелей (из легких бетонов). Внутренние несущие стены толщиной 0,12 м. Перекрытия плоские железобетонные панели размером «на комнату» толщиной 0,10 м. Встречаются различные варианты крыш: совмещенная с рулонным покрытием,

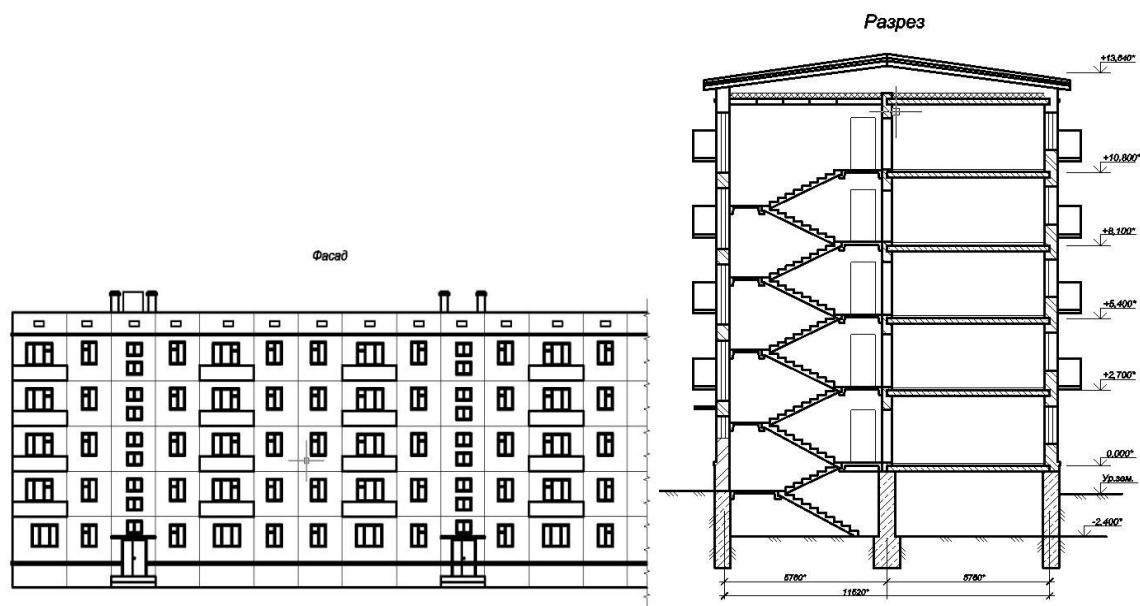
чердачная стропильная с кровлей из волнистого асбоцемента, бесчердачная вентилируемая из ребристых панелей. Во всех секциях предусмотрены балконы длиной 3,2 м. Поперечные железобетонные стены расположены с шагом 3,2 и 2,6 м. На внутреннюю несущую стену опираются железобетонные плиты перекрытия размером «на комнату». Поскольку все разделяющие помещения поперечные внутренние стены несут нагрузку от перекрытий и вышележащих этажей, переместить эти стены и тем самым изменить ширину помещений невозможно. По этой же причине исключается удаление наружных торцевых стен с шагом 3,2 м.

Дома с тремя продольными несущими стенами из крупных блоков, панелей или кирпича серий 1-480А и 1-438А. Планировочные решения, конструктивная схема представлены на рис. 2. Шаг продольных стен 6,0 м (в серии 1-480А – 5,5м), перекрытия из железобетонных пустотных плит (в серии 1-480А – шатровые размером на комнату); внутренняя продольная стена из бетонных панелей толщиной 0,22 м и кирпичная 0,38 м, наружные стены из шлако- или керамзитобетонных панелей толщиной 0,35 м, а в серии 1-438А кирпичные – толщиной 0,51 м (рис. 3).

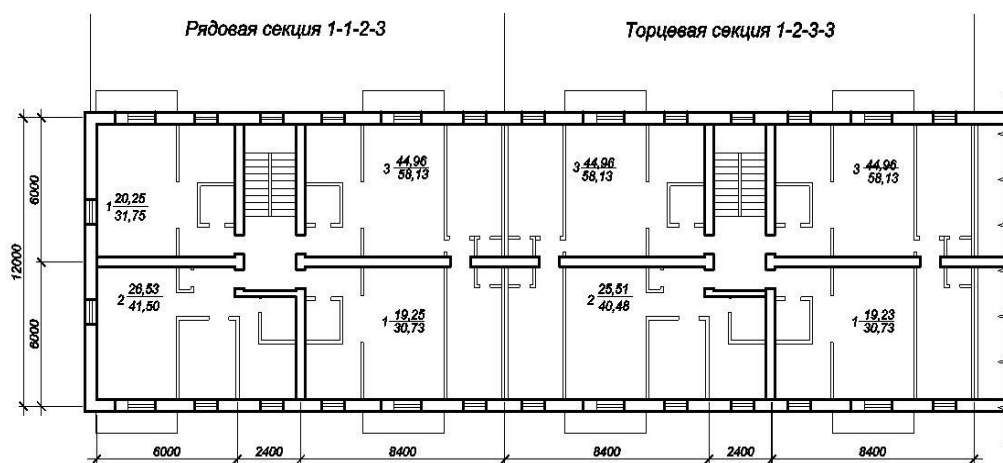


Полезная площадь по существующему дому – 3269,60 кв.м.

Рис. 1. План типового этажа, фасад и разрез крупнопанельного жилого дома серии 1-464А

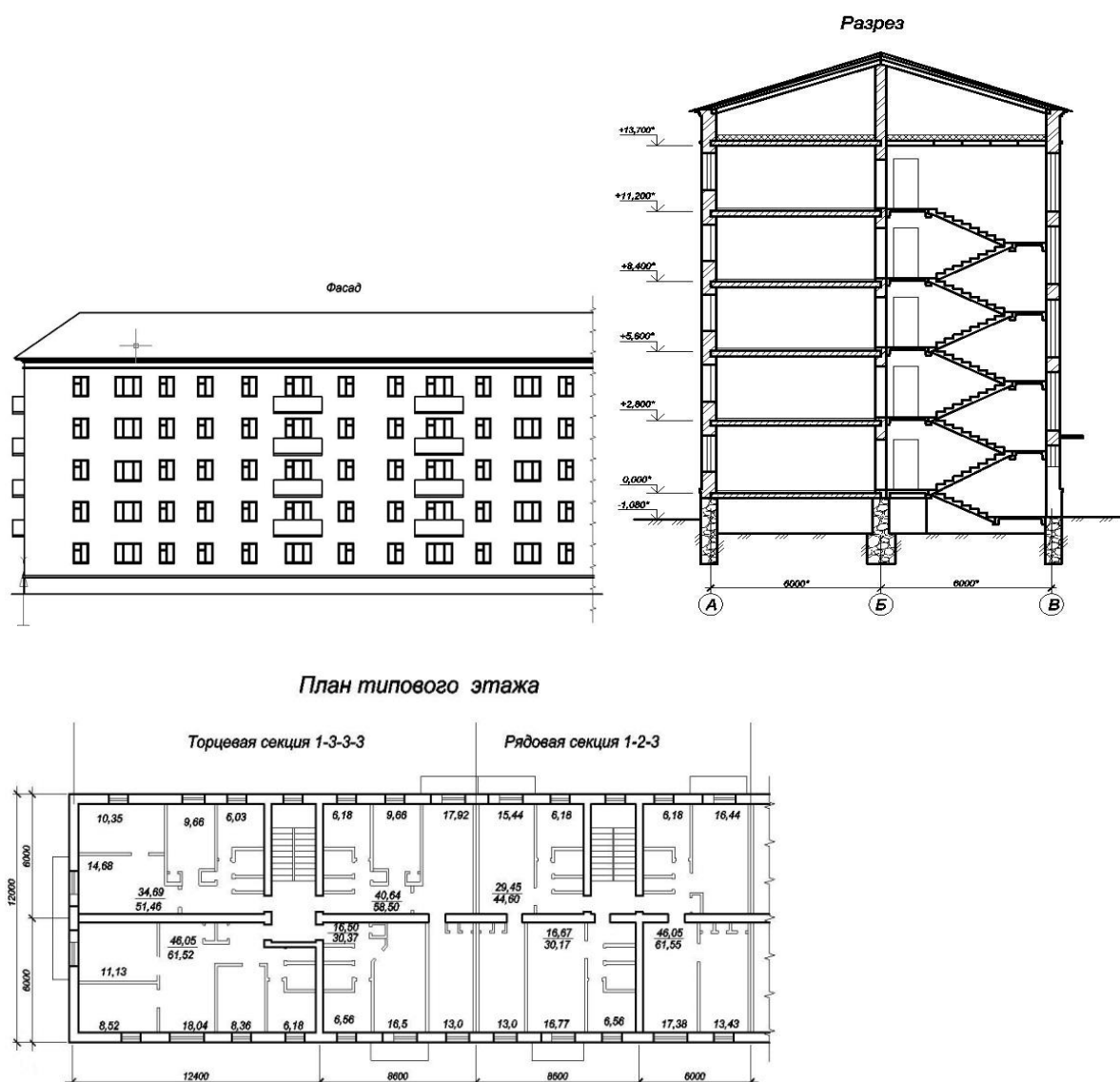


План типового этажа



Количество квартир	Средняя жилая площадь, м ²	Средняя полезная площадь, м ²
Однокомнатные – 25	19,74	31,24
Двухкомнатные – 15	26,02	40,99
Трехкомнатные – 20	44,96	58,13
Полезная площадь по существующему дому – 2557,85 кв. м		

Рис. 2. План типового этажа, фасад и разрез жилых домов серии 1-480А с тремя несущими продольными стенами



Количество квартир	Средняя жилая площадь, м ²	Средняя полезная площадь, м ²
Однокомнатные – 10	16,50	30,37
Двухкомнатные – 30	29,41	45,29
Трехкомнатные – 20	37,66	54,99
Четырехкомнатная – 10	46,05	61,55
Полезная площадь по существующему дому – 3377,70 кв. м		

Рис. 3. План типового этажа, фасад и разрез жилых домов серии 1-438А с тремя несущими продольными стенами.

В домах серии 1-480А несущим каркасом являются продольные наружные стены, выполненные из панелей из легких бетонов размерами на комнату с шагом 3,2 и 2,6 м и внутренняя стена из тяжелого бетона с панелями тех же размеров и железобетонные плиты перекрытия в виде шатровых плит на комнату, которые опираются

короткими сторонами на внешнюю и внутреннюю продольную стену. Межквартирные и межкомнатные перегородки выполняются из гипсопротатных панелей, которые являются не несущими и при переустройстве могут быть удалены.

Основными несущими конструкциями здания жилых домов серии 1-438А служат три продольные

кирпичные стены, две наружные и одна внутренняя. На стены уложены сборные железобетонные многопустотные плиты перекрытий.

Наиболее нагруженной является внутренняя продольная стена, на которую плиты перекрытий опираются с обеих сторон. Все внутренние поперечные стены ненесущие, кроме межсекционных стен и стен лестничных клеток. Расстояние между этими стенами от 8,4 до 9,6 м, благодаря чему в доме имеются ячейки с такой длиной и шириной около 6,0 м, внутри которых может быть осуществлена свободная планировка квартир.

Выводы. На основании анализа архитектурно-конструктивных и планировочных решений можно сделать следующие выводы:

- основными недостатками всех квартир является малая площадь кухонь, совмещенные санузлы, недостаточные площади прихожих и кладовых, проходные комнаты;
- наружные ограждающие конструкции требуют дополнительного утепления;
- замены требуют наружные и внутренние столярные изделия, инженерно-технические системы отопления, водоснабжения, вентиляции, канализации, электрооборудования;
- несущие конструкции допускают надстройку одно-двух этажей, а при использовании легких конструкций и больше;
- снос этих зданий является дорогостоящим мероприятием и может быть осуществлен только по соображениям градостроительной целесообразности;
- модернизация домов может быть успешно проведена путем уменьшения числа квартир в секции или изменением типа квартир, а также с увеличением объема зданий путем пристройки дополнительных объемов к торцам зданий.

В качестве варианта реконструкции, капитального ремонта и перепланировке помещений рассматриваемых зданий первых массовых серий можно предложить способ надстройки до 10-15 и даже 20 этажей металлическими каркасами. Это позволяет получить значительное количество дополнительной жилищной площади с высококомфортабельными квартирами и придать зданию специфическую архитектурную выразительность. Предложенный метод возможно использовать для других зданий, с любым состоянием наружных стен и фундаментов. Он предусматривает опирание надстройки на отдельные специальные фундаменты. Таким образом, существующее здание не воспринимает дополнительных нагрузок.

Л и т е р а т у р а

1. Моделирование параметров остаточного эксплуатационного ресурса жилых домов индустриального домостроения. Н.П. Куркин и др. //науч.-техн. Сб. Донецкого ПромстройНИИпроекта «Современные проблемы строительства», № 5 (10), 2007, – С. 104 - 107.
2. Проблемы модернизации пятиэтажной застройки проектами первых массовых серий (региональный аспект): Н.П. Куркин и др. – сб. Донецкого Промстрой НИИ проекта «Современные проблемы строительства», № 9, 2006, – С. 147 - 152.
3. Актуальные проблемы диагностики технического состояния зданий городской застройки, имеющих повреждения вследствие боевых действий: М.Ю. Хвортова и др.//Вестник ЛГУ имени Владимира Даля, №12 (54),2021, – С. 46-51.

Khvortova M.Y.

JUSTIFICATION OF THE NECESSITY AND SELECTION OF OPTIMAL OPTIONS FOR THE RECONSTRUCTION OF RESIDENTIAL BUILDINGS OF THE FIRST MASS SERIES OF FIVE-STOREY BUILDINGS

The article presents the results of theoretical research aimed at the development and improvement of design solutions in reconstruction projects of five-storey residential buildings of mass construction. The article describes the condition of the housing stock of the Luhansk People's Republic, architectural and structural characteristics of residential buildings, the construction of which was carried out according to the projects of mass series in the Luhansk region, the analysis of possible solutions for the reconstruction of five-storey buildings.

Key words: buildings of the first mass series, reconstruction of residential buildings, superstructure of the attic floor.

Хвортова Марина Юрьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»
E-mail: mkhvortova@mail.ru

Khvortova Marina Yurievna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial, Civil Engineering and Architecture, SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич, д.т.н., профессор кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 22.11.2022

УДК 711.042.67

ОСОБЕННОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Хвортова М.Ю., Бизирка И.И.

FEATURES IMPROVING THE THERMAL EFFICIENCY OF LOW-RISE BUILDINGS

Khvorova M.Y., Bizirka I.I.

В статье представлены факторы, определяющие понятие «тепловая эффективность здания»; проведен краткий анализ научных исследований и практических рекомендаций в области использования различных принципов повышения энергетической эффективности при архитектурно-строительном проектировании малоэтажных зданий, разработке конструктивно-планировочных, архитектурных и инженерных решений, обеспечивающих нормируемый тепловой и воздушный режим в помещениях при определенных затратах тепловой энергии; рассмотрены некоторые методы повышения тепловой эффективности малоэтажных зданий. Показана энергоэффективность следующих решений: блокирование однотипных жилых домов и перенос подсобных помещений из надземной части в подземное пространство здания.

Ключевые слова: тепловая эффективность, гражданские здания, инженерные системы, строительство.

Введение. Требования по повышению тепловой эффективности зданий, которые являются основным конечным потребителем энергии, становятся одними из важных положений в большинстве стран мира.

Понятие «тепловая эффективность здания» включает в себя следующие факторы:

- а) проектные решения архитектурно-строительной части здания, системы отопления, вентиляции и их автоматизацию;
- б) нормативные требования к теплозащитным свойствам наружных ограждающих конструкций;
- в) уровень технической эксплуатации здания и системы теплоснабжения.

Таким образом, тепловая эффективность здания определяется комплексом конструктивно-планировочных, архитектурных и инженерных решений, обеспечивающих нормируемый тепловой и воздушный режим в помещениях при определенных затратах тепловой энергии.

Изложение основных материалов. Количественным показателем тепловой эффективности здания являются затраты тепловой энергии на его обогрев и охлаждение. Для этого необходимо затраты тепловой энергии на обогрев и охлаждение здания отнести к объему здания или площади здания, или к площади наружных ограждающих конструкций здания и т.п., то есть ввести понятие удельной тепловой эффективности здания или «удельная тепловая характеристика здания». В нормативных документах используются также такие показатели, как «удельный расход тепловой энергии системой отопления за отопительный период» и «удельное теплотребление отоплением и вентиляцией за отопительный период» (при расчете этих показателей учитывается и бытовые теплопоступления, влияние солнечной радиации, эффективность вентиляции и т.д., то есть эти показатели, по сути, характеризуют не только систему отопления, но и тепловую эффективность здания в целом).

В настоящее время темпы строительства или реконструкции малоэтажного жилья в зависимости от региона и наличия строительной базы могут значительно превышать темпы возведения многоэтажных зданий [1]. Значительную долю эксплуатируемого жилого фонда составляют

малоэтажные здания, а от общего объема возведенного жилья в ряде регионов эта доля превышает 30%. Малоэтажное жилище, оборудованное современными инженерными системами, обеспечивает комфорт и энергоэффективность. Заметно возрос спрос на двух-, четырехэтажные блокированные дома (таунхаусы). Таким образом, стала задача в разработке новых подходов к организации и строительству объектов массовой малоэтажной застройки [2].

Основной массив эксплуатируемых зданий в нашей стране состоит из малоэнергоэкономичных сооружений, возведённых из сборного железобетона и местных материалов, теплотехнические характеристики которых ухудшаются в процессе эксплуатации.

Малоэтажные здания, по сравнению с многоэтажными, имеют значительно большую удельную характеристику расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию.

Многие используемые объемно-планировочные решения по повышению энергосбережения многоэтажных домов малоэффективны при разработке проектов малоэтажных зданий с небольшим количеством квартир, которые, как правило, имеют небольшие размеры.

Исследования указывают на возможность использования двух принципов в архитектурно-строительном проектировании малоэтажных зданий: повышение тепловой защиты наружных ограждающих конструкций и конструктивные решения, приспособленные для использования рассеянной энергии природной среды. Однако в связи с недостаточной изученностью мероприятий по повышению тепловой защиты зданий и их технико-экономического обоснования требуется дальнейшее исследование данной проблемы, что делает тему исследования актуальной.

Результаты исследований. По данным [3], общие трансмиссионные теплопотери для жилых зданий через окна, стены составляют около 30-45% от всей потребляемой зданием тепловой энергии. Доля теплопотерь через стены зависит от их сопротивления теплопередаче и составляет от 8 до 20%. Особенно актуальной эта проблема представляется для малоэтажных зданий, так как в них от 80 до 100% угловых помещений. На 1 кв.м жилой площади в малоэтажном доме площадь наружных ограждений, включая цокольное и чердачное перекрытия, может быть в 4-5 раз больше, чем в многоэтажном.

Для снижения теплопотерь в малоэтажных домах на основании был разработан комплекс мероприятий, способствующий повышению их энергоэффективности и обоснованный соответствующими технико-экономическими расчетами [4].

Предложены энергосберегающие решения: блокирование однотипных жилых домов, использование теплозащитных штор, перенос подсобных помещений из надземной части в подземное пространство здания и использование упрощенной конструкции плоского солнечного коллектора.

Как известно, при блокировании объектов эффект экономии тепловой энергии достигается за счет уменьшения коэффициента компактности формы здания после блокирования. Однако при этом снижаются и единовременные затраты на возведение сблокированного здания.

Энергоэффективность блокирования зданий за счет уменьшения площади теплоотдающих поверхностей сблокированного дома определяется по формуле [16]:

$$i = \frac{\sum S_{\text{нп}}^{\text{отд}} - \sum 2S_{\text{нп}}}{\sum S_{\text{нп}}^{\text{отд}}} = 1 - \frac{\sum 2S_{\text{нп}}}{\sum S_{\text{нп}}^{\text{отд}}},$$

где $\sum S_{\text{нп}}^{\text{отд}}$ – сумма площадей наружных ограждающих конструкций отдельностоящих зданий; $\sum 2S_{\text{нп}}$ – удвоенная сумма площадей вновь образованных внутренних граней параллелепипеда.

Найденная по формуле величина i показала, что при блокировании данных домов по линейной схеме может быть достигнут эффект энергосбережения, равный 33%, при условии идентичности теплозащитных характеристик их наружных ограждающих конструкций.

В подземных помещениях нет таких больших теплопотерь, как в надземных, из-за отсутствия инфильтрации холодного воздуха и благодаря большой теплоаккумулирующей способности окружающего грунтового массива, обеспечивающего относительное постоянство температур в подземном пространстве здания. В него может быть перенесен из надземных этажей целый ряд помещений второстепенного назначения, не нуждающихся в комфортных значениях температур основных рабочих помещений; их тепловой режим может быть обеспечен за счет поступления тепла земли и теплового потока через цокольное перекрытие. Получаемый при этом

эффект энергосбережения заключается в уменьшении площади отопления надземных этажей.

Выводы. В результате оценки целесообразности внедрения ряда энергосберегающих мероприятий установлено, что блокирование отдельно стоящих малоэтажных жилых зданий позволяет существенно снизить расход тепловой энергии на отопление и затраты на устройство наружных стен и фундаментов. При блокировании по линейной схеме затраты на отопление могут быть снижены на 33%, а на устройство стен и фундаментов, соответственно, на 37,8 и 28%.

Л и т е р а т у р а

1. Петрова, З.К. Категории современного малоэтажного жилища по уровню комфорта / З.К. Петрова // Жилищное строительство. – 2009. – №1. – С.23-25.
2. Баженова, Е.С. Современный взгляд на малоэтажную застройку в России / Е.С. Баженова // Жилищное строительство. – 2012. – №3. – С. 16-19.
3. Самарин, О.Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность [Текст] / О.Д. Самарин. – М.: МГСУ, 2009. – 292 с.
4. Береговой, А.М. Анализ использования факторов энергосбережения в архитектурно-строительном проектировании зданий различной этажности в региональных условиях / А.М. Береговой, М.А. Дерина, Я.И. Сухов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №1. URL: www.scienceeducation.ru/121-17723 (дата обращения 10.03.2022).

Khvortova M.Yu., Bizirka I.I.
FEATURES IMPROVING THE THERMAL EFFICIENCY OF LOW-RISE BUILDINGS

The article presents the factors determining the concept of "thermal efficiency of a building"; a brief analysis of scientific research and practical recommendations in the field of using various principles of increasing energy efficiency in the architectural and construction design of low-rise

buildings, the development of structural planning, architectural and engineering solutions that provide a normalized thermal and air regime in the premises at certain costs of thermal some methods of increasing the thermal efficiency of low-rise buildings are considered. The energy efficiency of the following solutions is shown: blocking of the same type of residential buildings and the transfer of utility rooms from the above-ground part to the underground space of the building.

Key words: thermal efficiency, civil buildings, engineering systems, construction.

Хвортова Марина Юрьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»
E-mail: mkhvortova@mail.ru.

Khvortova Marina Yurievna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial, Civil Engineering and Architecture, SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Бизирка Ирина Ивановна, кандидат технических наук, доцент кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»
E-mail: bizirkaira@mail.ru.

Bizirka Irina Ivanovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial, Civil Engineering and Architecture, SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Дрозд Геннадий Яковлевич, д.т.н., профессор кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 10.11.2022

УДК 69.059.7

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАЛЬНЫХ КАРКАСОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Хвортова М.Ю., Бизирка И.И., Дрозд Г.Я.

PROMISING DIRECTIONS FOR THE USE OF STEEL FRAMES IN CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION OF BUILDINGS ON STRUCTURES

Khvortova M.Y., Bizirka I.I., Drozd G.Y.

В статье рассмотрены перспективные направления использования стальных каркасов при строительстве и реконструкции зданий и сооружений. Проведен анализ зарубежного и отечественного опыта использования стальных каркасов при строительстве высотных зданий. Рассмотрены основные конструктивные схемы стальных каркасов, определены их достоинства, недостатки и рациональная область применения. Даны предложения по применению оптимальных конструктивных схем высотных зданий в зависимости от их высоты и этажности. Определены принципы формирования архитектуры фасадов, архитектурно-планировочных и оптимальных конструктивных решений.

Ключевые слова: *стальной каркас, конструктивная схема, строительство, реконструкция, перспектива.*

Введение. Проведенный анализ зарубежного и отечественного опыта показал, что строительство или реконструкция зданий и сооружений с использованием стальных каркасов будут актуальными на протяжении еще многих лет, особенно при использовании в металлических каркасах сталей повышенной прочности.

Неизменяемость пространственной геометрической формы и устойчивость здания обеспечиваются за счет каркаса здания, который представляет собой систему, состоящую из несущих стоек или колонн, опирающихся на них перекрытий, покрытий и связей.

С развитием строительной отрасли стальной каркас становился все сложнее, появлялись новые конструктивные элементы, инженерные решения. Каркасные системы становятся более

эффективными. Усложнялись решения и жизнеобеспечивающих систем в объеме каркасного здания.

Цель работы – сформулировать основные перспективные направления использования стальных каркасов при новом строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

Изложение основного материала. Возрастающий спрос на офисные и жилые площади, высокая плотность городской застройки и ряд других причин определяют современное направление развития городского строительства – высотные многофункциональные комплексы. Реализованные в таких объектах конструктивные, технические или инженерные решения становятся предметом пристального изучения и анализа в практике строительства.

Технический прогресс в строительстве на данном этапе развития отрасли состоит в дальнейшей индустриализации и переходе на монтаж из более крупных конструкций и деталей заводского изготовления с применением эффективных материалов.

Сегодня технология строительства с применением стального каркаса используется при строительстве высотных зданий, жилых комплексов средней и низкой этажности, многофункциональных комплексов, инфраструктурных и социальных объектов (школы, детские сады, медицинские центры), коммерческой недвижимости.

Основными преимуществами данной технологии являются: скорость, конкурентная себестоимость и дополнительные возможности.

Высокие темпы строительства позволяют возводить «коробку» здания в сжатые сроки. Потенциальные жители смогут въехать в квартиру уже спустя 8 месяцев с момента начала строительства здания на металлокаркасе (10 этажей, $S \approx 23\,000\text{ м}^2$).

Отсутствие «мокрых процессов» дает возможность всесезонного строительства в различных регионах без дополнительных затрат, характерных для зимнего строительства. Производство стальных конструкций является индустриальным. Конструкции изготавливают на заводах, а на стройплощадку доставляются уже фактически готовые элементы, которые остается просто смонтировать. Простота процесса «сборки» заготовок заводского качества позволяет уменьшить количество рабочих на стройплощадке, а это значит, что снижаются затраты на оплату труда. Кроме того, в строительном процессе возможно использовать

краны на автомобильном шасси, что, в свою очередь, позволяет экономить на специальной технике. Затраты на фундамент здания на стальном каркасе ниже за счет его сниженного веса. Все вышеперечисленные факты позволяют снизить себестоимость строительства.

Отсутствие несущих стен в зданиях с металлическим каркасом позволяет реализовывать любую поэтажную планировку и увеличивать полезную площадь здания до 10%. Опыт строительства и эксплуатации показывает, что по качественным характеристикам (теплоизоляции, звукоизоляции, огнестойкости и пр.) здания, реализованные на стальном каркасе, не уступают характеристикам зданий, построенных по классическим технологиям.

На рис. 1 приведены самые распространенные конструктивные схемы стальных каркасов высотных зданий.

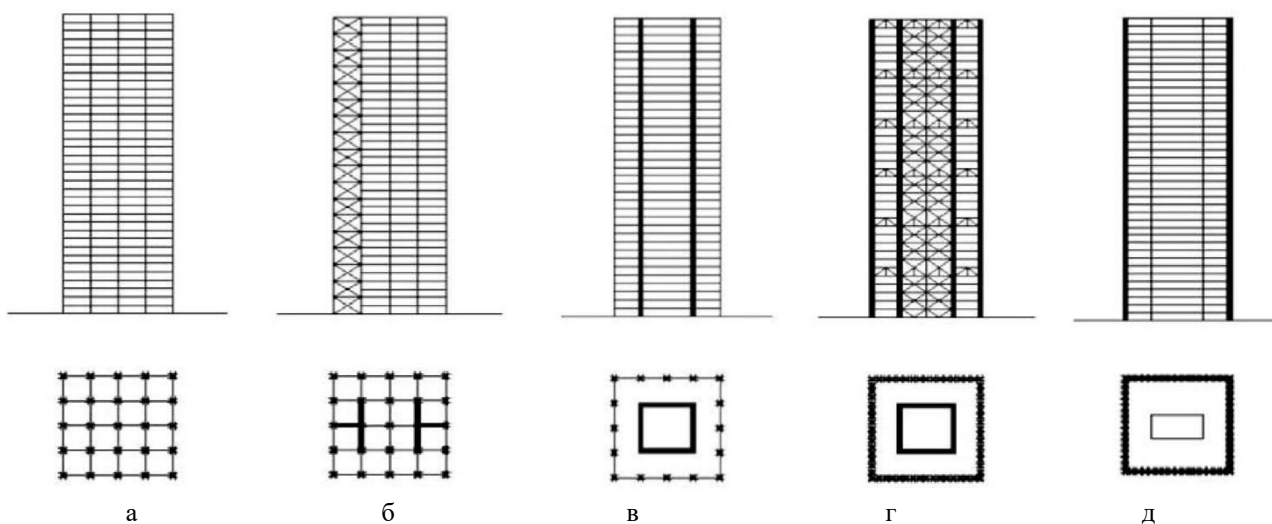


Рис. 1. Конструктивные схемы стальных каркасов высотных зданий:

а – рамная схема; б – схема связевой системы в виде жесткого ядра и стойками, размещенными по периметру; в – схема с связанными системами в виде плоских железобетонных диафрагм и стальных ферм; г – схема высотных зданий типа «труба в трубе»; д – схема высотных зданий типа «труба»

До начала XX века высотное строительство было экономически нецелесообразно. Это было обусловлено применением традиционных строительных материалов (кирпич, бетон), имеющих малую прочность и большой собственный вес, а также недостаточной технической надежностью инженерных систем и коммуникаций. Рамная каркасная схема была одной из первых применяемых конструктивных схем (рис. 2). Эта схема обычно применяется в зданиях с мощными наружными стенами. Ограниченное использование рамного каркаса в сегодняшние дни связано с

низким уровнем унификации элементов рам, а также преобладанием ручных операций при создании «рамности» узлов. При этом рамный каркас создает целый ряд ограничений на планировку сооружения. Поэтому он в большинстве случаев применяется в административных и, в редких случаях, жилых зданиях.

Рамно-связевые и связевые каркасные системы с железобетонными диафрагмами и ядрами жесткости получили широкое применение в начале 1950-х годов. Это позволило перейти на систему навесных стен (рис. 3).



Рис. 2. Каркас из двутавровых стальных балок

В 1960-е была отработана идея конструктивного решения каркаса многоэтажных зданий с применением ферм или ригелей высотой в этаж, которые устанавливаются как в одном уровне, так и шахматном порядке в двух смежных рамах. При строительстве стальных каркасов для этой конструкции требуется на 40 % меньше стали, чем при строительстве традиционных рамных каркасов.



Рис. 3 Трамп-билдинг (Нью-Йорк)

Также в США получила распространение конструктивная схема высотных зданий типа «tube»

(«труба») и «tube in tube» («труба в трубе»). В этой конструктивной схеме (рис. 4) все горизонтальные и вертикальные нагрузки воспринимаются внутренними и внешними трубными системами. Совместная их работа при горизонтальной нагрузке обеспечивается ростверком, расположенным в уровнях технических этажей. За счет совместной работы внешней и внутренней систем жесткость сооружения повышается на 30-50 % по сравнению с рамно-связевыми и связевыми системами.



Рис. 4. Башни – Петронас. Высота 451.9 м (Куало-Лампур)

Вместе с упомянутыми каркасными зданиями с начала 1960-х годов начинает развиваться совершенно новый класс домов с подвесными этажами. Другое направление связано с подвеской на центральное ядро, выполненное из железобетона и наверху заканчивающееся плитой.

В начале 1970-х определилось новое направление в развитии подвесных конструкций многоэтажных зданий. В этом случае подвеска осуществляется по типу моста.

Результаты исследования. Критерием экономической эффективности высотных каркасных зданий принимается расход стали в кг на м² полезной площади. На основе анализа технико-экономические показатели предложена ориентировочная зависимость конструктивной схемы высотных зданий от их высоты и этажности (рис. 5).

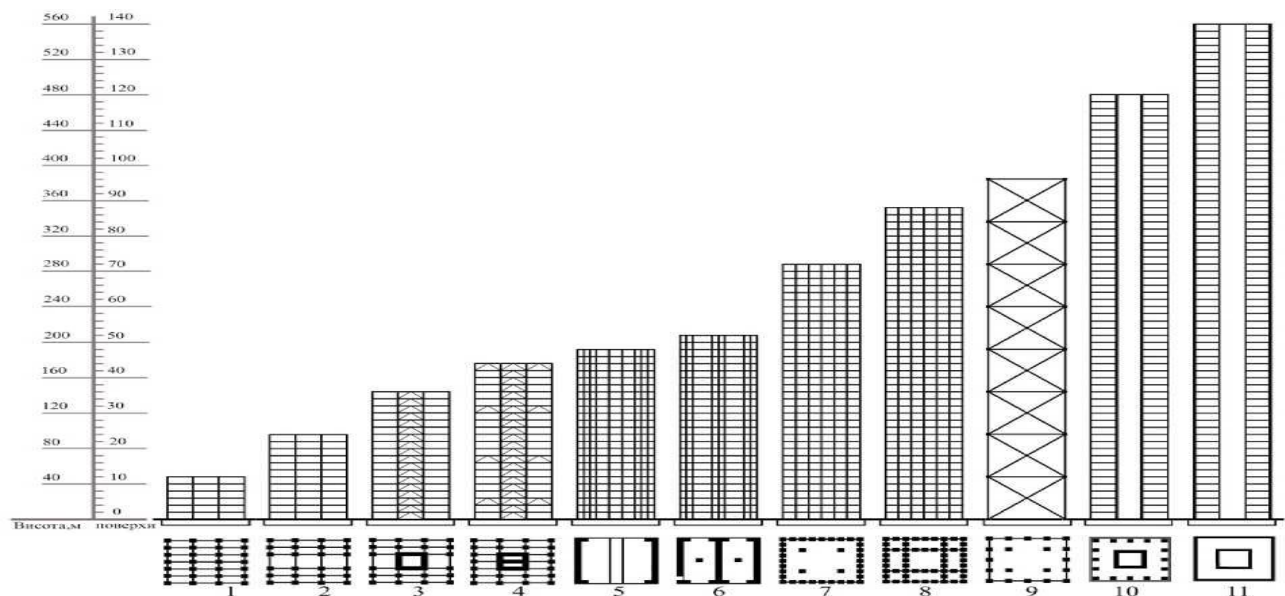


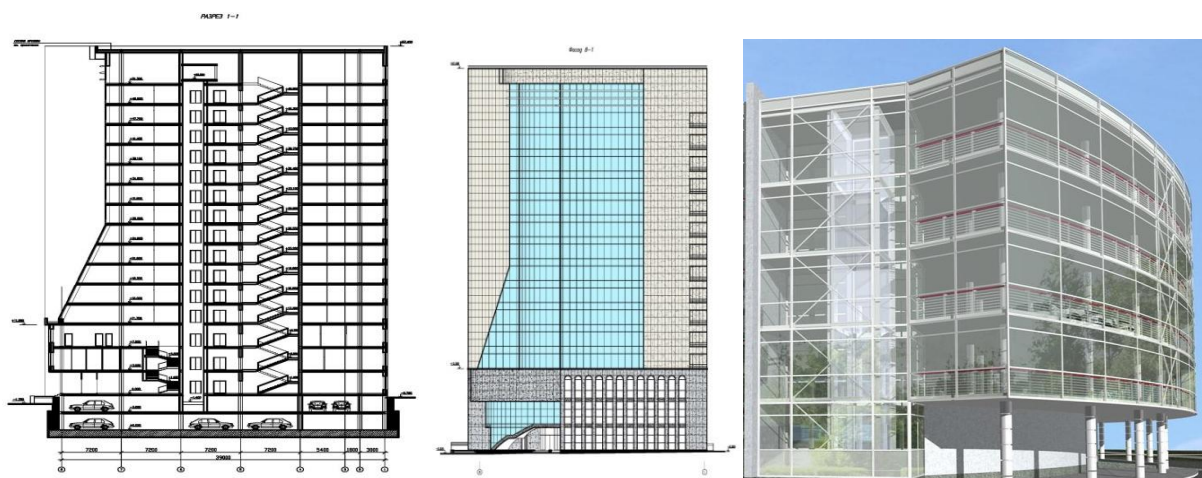
Рис. 5. Оптимальные конструктивные схемы высотных зданий в зависимости от их высоты и этажности:

1 - каркасная схема с гибкими узловыми соединениями; 2 - каркасная схема с жесткими узловыми соединениями; 3 - каркасная схема с диафрагмами жесткости в границах стен центрального ствола; 4 - каркасная схема с решетчатыми связями жесткости; 5 - схема с диафрагмами жесткости в плоскости внешних стен; 6 - схема с дополнительной поперечной диафрагмой жесткости; 7- коробчатая (оболочковая) схема; 8- многосекционная коробчатая схема; 9- каркасная схема с внешними пространственно-раскосными решетками; 10- каркасная схема «труба в трубе»; 11- каркасная схема с центральным стволом жесткости и пространственной оболочкой

Выводы. Накопленный многолетний опыт строительства жилых и общественных зданий с металлическими каркасами должен стать основой для разработки новых конструктивных, архитектурно-планировочных решений, позволяющих создавать здания с высокими эксплуатационными и экономическими качествами: эстетичностью, архитектурной выразительностью,

надежностью, высокой технологичностью.

Примерами таких решений могут быть проекты общественных и жилых зданий (рис. 6), разработанные в рамках дипломного проектирования на кафедре «Промышленное, гражданское строительство и архитектура» (руководители И.И. Бизирка, М.Ю. Хвортова).



а

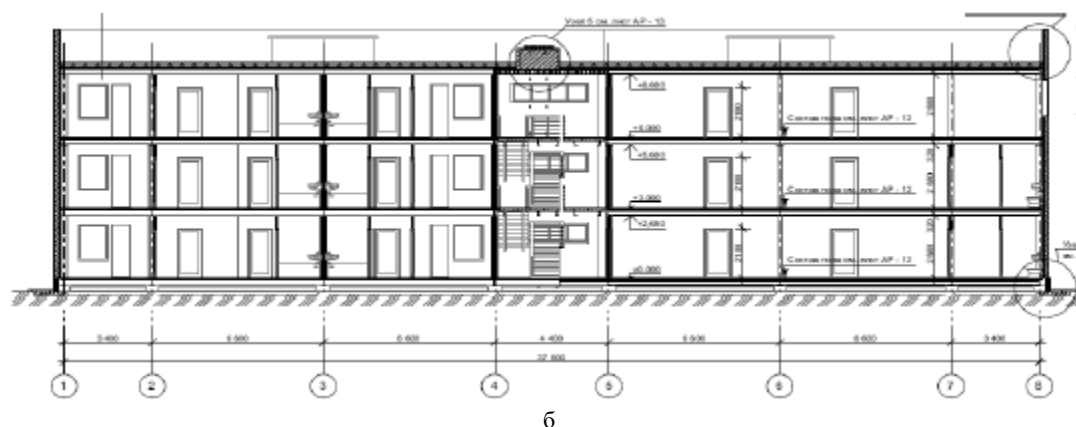


Рис. 6. Проекты общественных центров (а) и жилых каркасных зданий (б)

Применение металлического каркаса при строительстве и реконструкции зданий способствует гибкости объемно-планировочных решений, позволяет создавать здания многоцелевого использования. Проектирование таких зданий является сложной инженерной задачей, связанной с рядом архитектурно-планировочных, градостроительных и конструктивных проблем, требующих дальнейшего изучения.

Л и т е р а т у р а

1. Петухова Е. Новые Вавилоны / Петухова Е. // ARX. Универсальный язык архитектуры. 2006. – № 2. – С. 108-113.
2. О'Салливан А. Экономика города / О'Салливан А. // 4-е изд. / Пер. с англ. М.: ИНФРАМ, 2002. XXVI. – 706 с.
3. Ким Н.Н. Архитектура гражданских и промышленных зданий / Н.Н. Ким, Т.Г. Маклакова // Спец. курс: учеб. пособие для вузов. – М.: Стройиздат, 1987. – 287 с.
4. Алмазов В.О. Пути и методы противодействия прогрессирующему разрушению высотных зданий / В.О. Алмазов // Глобальная безопасность. – 2006. – № 6. – С. 46-49.
5. Граник Ю.Г. Обзор зарубежного строительного опыта по высотному домостроению / Ю.Г. Граник, А.А. Магай // Уникальные и специальные технологии в строительстве. 2004. – № 1. – С. 20-31.
6. Севостьянов В.В. Оценка сейсмической опасности для высотных зданий г. Москвы / В.В. Севостьянов, И.Г. Миндель, Б.А. Трифонов // Уник. и спец. технолог. в строит. – 2006. – № 1 (4). – С. 56-62.
7. Горин С.С. Жилые небоскребы в Москве: прошлое, настоящее, будущее. Проблемы, задачи, решения / С.С. Горин // Уник. и спец. технолог. в строит. – 2004. – № 1.

Khvortova M.Y., Bizirka I.I., Drozd G.Y.

PROMISING DIRECTIONS FOR THE USE OF STEEL FRAMES IN CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES

The article discusses promising areas of use of steel frames in the construction and reconstruction of buildings and structures. The analysis of foreign and domestic experience in the use of steel frames in the construction of high-rise buildings is carried out. The main structural schemes of steel frames are considered, their advantages, disadvantages and rational scope of application are determined. Suggestions are given for the use of optimal structural schemes of high-rise buildings, depending on their height and number of floors. The principles of the formation of the architecture of facades, architectural planning and optimal design solutions are determined.

Key words: steel frame, constructive scheme, construction, reconstruction, perspective.

Хвортва Марина Юрьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»
E-mail: mkhvortova@mail.ru

Khvortova Marina Yurievna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial, Civil Engineering and Architecture, SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Бизирка Ирина Ивановна, кандидат технических наук, доцент кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»
E-mail: bizirkaira@mail.ru.

Bizirka Irina Ivanovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial, Civil Engineering and Architecture, SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Дрозд Геннадий Яковлевич, д.т.н., профессор кафедры «Промышленное, гражданское строительство и архитектура» института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», г. Луганск.

E- mail: drozd.g@mail.ru

Drozd Gennadiy, d.t.s., professor of department «Industrial, civil engineering and architecture» of institute of building, architecture and housing of communal economy of

the State Educational Establishment of Higher Professional Education «Lugansk Vladimir Dahl State University», Lugansk.

Рецензент: Андрийчук Николай Данилович, д.т.н., профессор кафедры вентиляции, теплого- и водоснабжения ИСА и ЖКХ ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 14.11.2022

УДК 620.953

БИОЭНЕРГЕТИКА ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ - АКТУАЛЬНО И СВОЕВРЕМЕННО

Чередниченко Г.Е., Пастушкова И.Д.

BIOENERGY OF THE LUHANSK PEOPLE'S REPUBLIC - RELEVANT AND TIMELY

Cherednichenko G.E., Pastushkova I.D.

В данной статье приведено обоснование использования биогазовых установок технологий в условиях Луганской Народной Республики (ЛНР) на сельскохозяйственных предприятиях, животноводческих комплексах и т.д. Обоснованием является экологическая и экономическая ситуация в республике, а также принятые соответствующими министерствами законодательные акты.

Дано краткое описание процесса биометаногенеза, показан пример расчета по получению биогаза для одного из видов субстрата, характерного для условий Луганской Народной Республики.

Ключевые слова: возобновляемые источники, биометаногенез, биогазовые установки, биомасса, биоэнергетика.

Введение. Территория ЛНР характеризуется высокой степенью техногенной нагруженности на геологическую среду, что отрицательно сказывается на качестве воздуха, почвы и питьевых подземных вод.

И в то же время вопрос энергообеспечения всегда является первоочередной задачей развивающегося общества. При этом особое внимание уделяется возобновляемым источникам энергии. Одним из самых динамично развивающихся секторов мировой энергетики является биоэнергетика, которая решает двудеиную проблему получения топлива и охраны окружающей среды.

В условиях Луганской Народной Республики развитие данной отрасли вполне приемлемо исходя из климатических условий, наличия сырья и присутствия факторов загрязнения окружающей среды.

Целью работы является показать возможность и дать обоснование применению биогазовых установок в Луганской Народной Республике.

Изложение основного материала. Территория Луганской Народной Республики относилась и относится к потенциальным экологически опасным территориям, и в мирное время находилась в десятке худших по состоянию среди других Европейских территорий по количеству особо опасных промышленных объектов. Нельзя забывать и о последствиях боевых действий, которые проходили, а местами и до сих пор продолжаются на территории Республики.

Состояние воздушного бассейна городов и районов ЛНР напрямую зависит от объемов промышленного производства, деятельности предприятий коммунальной сферы, а также функционирования передвижных источников выбросов. Уровень загрязнения воздуха составляет: от объектов коммунального хозяйства – около 14 %, от автотранспорта – более 20 %, на долю промышленности приходится 66 % выбросов.

Не лучше состояние и водных ресурсов на данной территории. По запасам водных ресурсов ЛНР относится к недостаточно обеспеченным. Из запасов пресной воды стандарту «Питьевая вода» соответствуют только 14 %. Реки находятся в неудовлетворительном состоянии, особенно в последние годы. Значительное влияние на формирование качества подземных вод осуществляют поверхностные воды, воды шахтного водоотлива и полигоны, сточные воды с устаревшими технологиями очистки устаревших очистных сооружений. Загрязнение рек существенно ухудшает качество подземных вод,

являющихся основными источниками хозяйственного и питьевого водоснабжения.

Еще одна проблема нашего региона – закрытие шахт, что ведет к загрязнению грунтовых вод, затопляемости, загрязнению воздуха (породные отвалы, шахтные отвалы после закрытия, проникновение газов на поверхность).

Правительством ЛНР уделяется большое внимание вопросам охраны окружающей среды. Так, в Минприроды ЛНР с целью обеспечения рационального использования природных ресурсов предлагается ряд мероприятий, в том числе [1, 2]:

- уменьшение ресурсоемкости экономики, расхода электроэнергии на единицу конечной продукции за счет внедрения ресурсо-энергосберегающих и безотходных технологий, в том числе в результате замены старого оборудования на новое, менее энергоемкое;
- использование наилучших доступных технологий в различных отраслях промышленности;
- развитие системы мониторинга окружающей среды и т. д.

В целом следует отметить, что внедрение экологически чистых технологий, наиболее полная переработка сырья способны обеспечить экономический рост при одновременном уменьшении расхода энергии, сырья и производства отходов, промышленных выбросов в атмосферу и сбросов в водные объекты.

В законодательных документах ЛНР [1, 2] также уделяется большое внимание экологической безопасности.

В документах подчеркивается, что предприятия, учреждения и организации, деятельность которых связана с вредным воздействием на окружающую среду, независимо от времени введения их в эксплуатацию, должны быть оборудованы сооружениями, оборудованием и устройствами для очистки выбросов и сбросов или их обезвреживания, уменьшения влияния вредных факторов, а также приборами контроля количества и состава загрязняющих веществ и контроля за характеристиками вредных факторов.

Загрязнение окружающей среды, истощение запасов ископаемого топлива, постоянный рост цен на энергоносители и постоянное снижение стоимости оборудования нетрадиционной и возобновляемой энергетики, а также вышеуказанное положение с вопросами экологической безопасности заставляет задуматься о возможности использования в ЛНР различных видов возобновляемых источников энергии. В частности, в

настоящее время в мире разработаны и успешно применяются различные схемы биогазовых технологий. Основной целью их применения является получение биогаза с утилизацией органических отходов.

Источником для производства биогаза является биомасса, представляющая собой биологически разлагаемые компоненты продуктов и отходов сельского хозяйства (как растительного, так и животного происхождения), лесного хозяйства и связанных с ними производств, а также биологически разлагаемые компоненты промышленных и бытовых отходов.

В любом фермерском хозяйстве в течение года собирается значительное количество навоза, помета, растительных остатков, сточных вод, отходы пищевой переработки и т.д. Гниющие отходы создают благоприятную среду для заражения вредными микроорганизмами почв и выращиваемых на них растений. При гниении также выделяются токсичные соединения, поступающие в атмосферу. Образующиеся стоки, особенно во время дождей, могут стать потенциальными источниками загрязнения грунтовых и питьевых вод.

Утилизация отходов животноводства и птицеводства без предварительной переработки может привести к таким проблемам, как: окисление почв, загрязнение грунтовых вод, увеличение выбросов парниковых газов, заражение почвы вредоносными микроорганизмами, отчуждение сельскохозяйственных земель.

Самым эффективным методом переработки и утилизации сельскохозяйственных отходов, в том числе птицеводства, является анаэробное сбраживание с возможностью получения биогаза и высокоценного биоудобрения, а также возможностью улучшить экологическую ситуацию в данной местности.

Анаэробный процесс разложения биологических отходов с образованием биогаза (биометаногенез) можно разделить на 4 этапа: гидролиз, ацидогенез, ацетогенез, метаногенез, в каждом из которых участие принимают много разных групп бактерий. При этом благоприятной средой процесса являются: влажность, уровень pH (4,5-6,3), температурный режим.

Согласно [4] выделены три температурных режима процесса анаэробного сбраживания:

- психрофильные штаммы при температуре ниже 25°C;
- мезофильные штаммы при температуре 25-40°C;

- термофильные штаммы при температуре выше 40°C [3, 4].

Температура, при которой происходит брожение, оказывает значительное влияние на время протекания процесса. Чем выше температура процесса, тем быстрее происходит разложение (рис. 1), а также это влияет на чувствительность

бактерий (рис. 2). Оптимальный температурный режим каждого вида субстрата различен.

На сегодняшний день разработано множество технологических схем биогазовых установок. Биогазовая установка (БГУ) – устройство, осуществляющее переработку органических отходов в биогаз и органические удобрения (простейшая схема приведена на рис. 3).

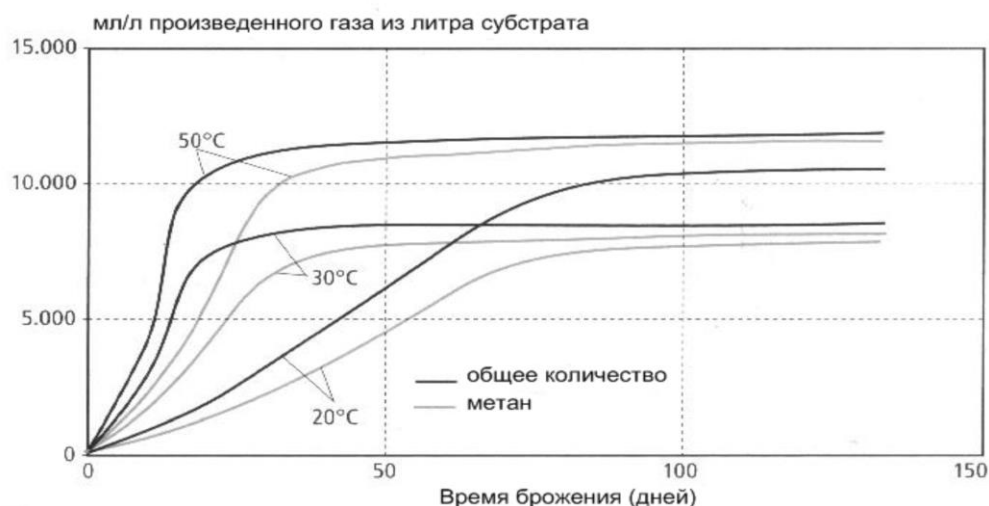


Рис. 1. Влияние температуры брожения и времени брожения на количество произведенного газа

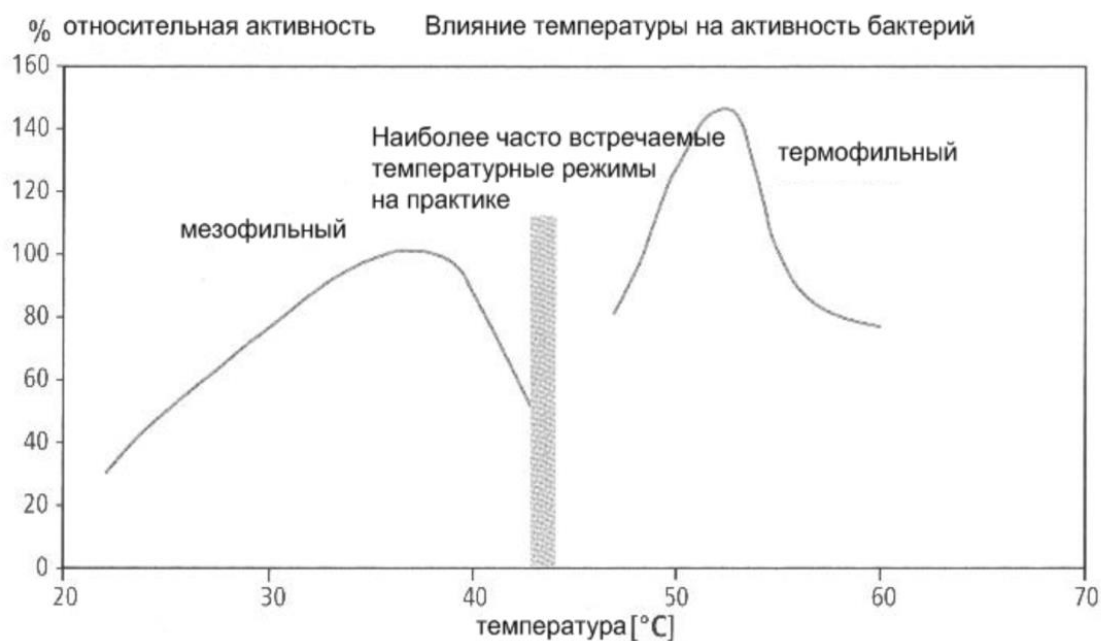


Рис. 2. Влияние температуры на активность бактерий

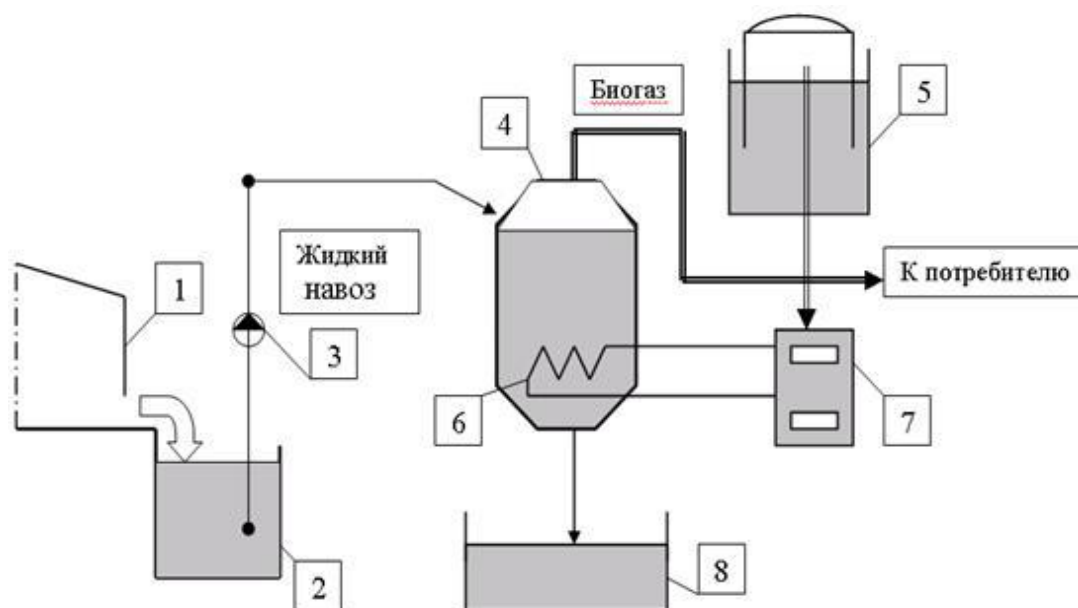


Рис. 3. Технологическая схема биогазовой установки для переработки жидкого навоза:

1 – животноводческое помещение; 2 – навозоприемник; 3 – насос; 4 – метантенк; 5 – газгольдер; 6 – теплообменник; 7 – котел; 8 – бункер-отстойник

Общая схема промышленного производства биогаза довольно проста. Сырье смешивается и измельчается до получения полужидкой гомогенной массы в приемном танке (2). Затем с целью уничтожения бактерий масса нагревается до 70 °С. После охлаждения сырье перекачивается насосом (3) в автоклав (4) (биореактор-метантанк), где подвергается анаэробному брожению. Процесс получения биогаза длится обычно около месяца. Этот процесс может происходить в одном из двух режимов брожения: термофильный (45-60 °С, оптимум 56 С, термофильные бактерии) и мезофильный (25-38 С, оптимум 37 С, используются мезофильные бактерии) при постоянном перемешивании для ускорения процесса брожения. Интенсификации брожения могут способствовать катализаторы (глюкоза и целлюлоза). Биогаз через газовый штуцер и конденсатор (для удаления влаги) под собственным давлением (не более 0,5 атм) поступает в газгольдер (5), откуда подается на нужды отопления или для производства электрической и тепловой энергии в когенерационной энергоустановке.

Твердый остаток накапливается в бункере-отстойнике (8) и является хорошим обеззараженным удобрением (содержит азот, фосфор, калий). Этот остаток не превышает 30 % от массы исходного сырья.

Переработанный субстрат после биогазовой установки подается на сепаратор, где разделяется на жидкие и твердые фракции, а в последующем после

обработки превращается в удобрения. Режим работы БГУ выбирается в каждом конкретном случае.

Биореактор полностью автономный, энергонезависимый потребляет 10-25 % вырабатываемого газа для своих нужд (осуществления перемешивания и термостатирования).

Количество и качество энергии, вырабатываемой из биогаза, зависит от качества и объема используемых отходов, характеристик самой установки, выбранной технологии получения биогаза [5].

Биогаз ориентировочно представляет собой смесь метана (50-75 %) и углекислого газа (25-50 %), а также незначительного количества водорода, серы, аммиака и некоторых других веществ. Теплота сгорания биогаза находится в пределах 21-25 МДж/м³ и зависит от соотношения метана и углекислого газа [7].

Из практики эксплуатации БГУ известно, что срок окупаемости подобных установок составляет от 1 до 5 лет.

В ЛНР работают несколько птицефабрик (Чернухинская, Изваринская, «АВИС» и т.д.), фермерские хозяйства по выращиванию крупного рогатого скота, свиней, птиц, а также развивающие растениеводство и др. Это способствует активному внедрению биотехнологий, т.к. эти предприятия обладают достаточным количеством навоза, помета, растительных остатков, сточных вод и т.д., что в

свою очередь является сырьем для биологических установок.

Климатические условия ЛНР [6]: среднегодовая температура в пределах республики колеблется от 7,4 до 8,1 °С. Теплый сезон длится 3,6 месяца, с максимальной среднесуточной температурой выше 23 °С. Холодный сезон длится 3,8 месяца с минимальной среднесуточной температурой ниже 4 °С, в остальное время средняя температура колеблется в пределах 12,3-13,3 °С. В периоды вторжений арктических воздушных масс минимальная температура кратковременно понижается до -25 °С и ниже. В целом климатические условия благоприятствуют технологическому процессу биометаногенеза, т. к. метановые бактерии проявляют жизнедеятельность в температурном диапазоне 5-70 °С.

Отсюда видно, что территория ЛНР выделяется продолжительным количеством дней в году с положительной температурой и незначительным количеством дней с отрицательной температурой. Следовательно, затраты энергии на создание условий (по температуре) для нормального процесса биометаногенеза будут незначительны.

При активном внедрении биогазовых установок энергия, получаемая из биогаза, может занимать значительную долю в общем объеме энергопотребления республики.

Для ориентировочной оценки количества полученного биогаза за год при использовании отходов, например птицефабрик, примерное количество биогаза определяется по формуле:

$$V_B = 365 \left(\sum n \frac{m}{1000} V \right), \text{ м}^3, \quad (1)$$

где n – поголовье птиц по возрастным группам;

m – суточный выход помета, кг (табл.1);

V – объем биогаза, получаемый с тонны помета, м^3 (табл. 1).

$$V_B = 365 \left(1 \frac{0,3}{1000} 76 \right) = 8,3 \text{ м}^3 / \text{на одну голову}$$

Соответственно, для 1000 голов птицы выход биогаза будет 8300 м^3 .

Помёт является лучшим сырьем для БГУ, дающим достаточно высокий выход биогаза.

Таблица 1

Исходные данные для расчета [5]

Тип сырья	Выход навоза, кг/гол/сут, или помета, г/гол/сут	Влажность, % массы	Содержание метана (%)	Выход газа (м^3 на 1 тонну помета)
Навоз КРС	4,5-55	86-92	65	38-51,5
Свиной навоз	5-15,3	86-91	65-70	51,5-88
Птичий помет (в том числе молодняк)	24-300	75	60	47-94

На основании имеющегося количества биогаза можно определить количество вырабатываемой энергии из биогаза. Так при 60 - процентном содержании метана теплота сгорания биогаза будет равна: $21,5 \text{ МДж/м}^3$.

Тогда возможное количество вырабатываемой энергии из биогаза (на единицу поголовья) за год равно:

$$Q_{\text{год}} = 8,3 \times 21,5 = 178,5 \text{ МДж},$$

вырабатываемая энергия из биогаза 1000 голов птицы соответственно будет 178500 МДж .

Так как содержание поголовья птиц на предприятиях ЛНР исчисляется сотнями тысяч, в итоге это получается огромный резерв энергии.

Внедрение БГУ считается эффективной, если значение коэффициента воспроизводства энергии, η , установкой будет больше единицы:

$$\eta = q_{1}^{\text{бг}} / q_{\text{max}}, \quad (2)$$

где $q_{1}^{\text{бг}}$ – теплота (энергия), которую отпускают потребителю, Дж/год;

q_{max} – максимальная теплота (энергия), которую потребляет БГУ в год, Дж/год.

Выводы: Обобщая материал статьи, можно сказать, что одним из экологически безопасных источников энергии для ЛНР на современном этапе является биоэнергетика. Республика обладает хорошим потенциалом для развития биогазовых технологий:

- географическое расположение и климат могут обеспечить протекание процесса биометаногенеза с минимальными затратами тепловой энергии;

- наличие достаточных объемов имеющейся сырьевой базы и наличие ее перспективы

(птицефабрики и фермерские хозяйства, сельхозпредприятия, перерабатывающие предприятия и др.);

- законодательная база ЛНР способствует развитию и внедрению экологически чистых технологий на предприятиях, в том числе птицефабрик и фермерских хозяйств, сельхозпредприятий и др., а значит, это стимулирует развитие биотехнологий, а также требует принятия мер, обеспечивающих приоритеты таких видов технологий;

- реализация получаемого количества биогаза (собственные нужды – использование в технологическом процессе получения биогаза, заправка автомобилей, отопление зданий, бытовое потребление и т.д.) и качественных биоудобрений решается при конкретном выборе режима сбраживания, полученном количестве биогаза, его качестве;

- в целом, применение биогазовых установок на вышеуказанных предприятиях ЛНР будет способствовать снижению загрязнения окружающей среды, получению дополнительных источников энергии, получению экологически чистых биоудобрений, снижению себестоимости выпускаемой продукции за счет реализации биогаза и биоудобрений, позволит сберечь невозобновляемые энергетические ресурсы.

Л и т е р а т у р а

1. Закон ЛНР «Об охране окружающей среды».
2. Статья «Актуальные вопросы в сфере охраны атмосферного воздуха на территории ЛНР» https://redray-lnr-news.su/allnews/important_day/13534-aktualnye-voprosy-v-sfere-ohrany-atmosfernogo-vozduha-na-territorii-lnr.html
3. Трахунова И.А. / Трахунова Ирина Александровна. Повышение эффективности анаэробной переработки органических отходов в метантенке с гидравлическим перемешиванием на основе численного эксперимента: – Казань, 2014. – 115 с.
4. ГОСТ Р 53790-2010 «Нетрадиционные технологии. Энергетика биоотходов. Общие технические требования к биогазовым установкам» – М.: Изд-во Стандартиформ, 2015. – 11 с.
5. Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета. РД-АПК 1.10.15.02-08. – М.: ООО «Столичная типография», 2008. – 93 с.
6. Weather Spark. Климатические особенности Луганской области. <https://dspace.lgpu.org/bitstream/123456789/2543/1/10.pdf>.
7. Фиапшев А.Г. Энергетическое обоснование использования биогаза. [Текст] / А.Г. Фиапшев, О.Х. Кильчукова, Т.Б. Темукеев, М.М. Хамоков // Известия

Горского ГАУ. – Владикавказ. – 2014. Т 51. – №4. – С. 207–211.

8. Аксенов В.В. Ресурсосберегающая технология переработки отходов АПК [Текст] / В.В. Аксенов, А.И. Резепин // Ползуновский вестник. – 2011. – № 2/1. – С. 76-80.

Cherednichenko G.E., Pastushkova I.D.

BIOENERGY OF THE LUHANSK PEOPLE'S REPUBLIC - RELEVANT AND TIMELY

This article provides a justification for the use of biogas plants (BGS) in the conditions of the Luhansk People's Republic (LNR) at agricultural enterprises, livestock complexes, etc. The justification is the environmental and economic situation in the republic, as well as legislative acts adopted by the relevant ministries. A brief description of the process of biomethanogenesis is given, an example of calculation for the production of biogas for one of the types of substrate characteristic of the conditions of the Luhansk People's Republic is shown.

Keywords: renewable sources, biomethanogenesis, biogas plants, biomass, bioenergy.

Чередниченко Галина Ефимовна, ст.

преподаватель кафедры «Вентиляция, теплогазо- и водоснабжение», институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства, ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: gal1122@mail.ru.

Cherednichenko Galina Efimovna, Senior lecturer of the Department "Ventilation, Heat, gas and Water supply", "Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services", SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Пастушкова Ирина Дмитриевна, преподаватель

дисциплин общепрофессионального и профессионального циклов, специалист высшей категории, преподаватель-методист Обособленного структурного подразделения Политехнический колледж ЛГАУ.

E-mail: Pastushkova Irina <irrarepus@yandex.com>.

Pastushkova Irina Dmitrievna, a teacher of disciplines of general professional and professional cycles, a specialist of the highest category, a teacher-methodologist of a Separate structural unit of the Polytechnic College of LGAU.

Рецензент: Андрийчук Николай Данилович, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Вентиляция, теплогазо- и водоснабжение», институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства, ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 21.11.2022

УДК 628.3

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВОДЫ

Шевцова Т.Е.

MODERN METHODS OF PURIFICATION OF TECHNICAL AND PROCESS WATER

Shevtsova T.E.

Вода - основа жизни человека. От того, какую воду он употребляет, зависят его здоровье и долголетие. Но человек использует воду не только для бытовых нужд, но и для промышленности, производства.

В производстве процесс водоподготовки играет, пожалуй, важнейшую роль. От качества используемой воды будет зависеть не только качество выпускаемой продукции, но и состояние промышленного оборудования, используемого при производстве.

Ключевые слова: очистка воды, техническая и технологическая вода, фильтры, примеси.

Введение. К сожалению, реалии нашей жизни таковы, что воду из-под крана ни в коем случае нельзя использовать не только в питьевых целях, но и в промышленных. Вода из центрального водопровода, а также часто и вода из скважин и колодцев не соответствует установленным нормам и критериям. Для того чтобы она стала пригодной для использования в производстве, она должна быть очищена при помощи фильтров или систем очистки.

Для того чтобы правильно подобрать фильтр для очистки технической воды, нужно знать, какие примеси в ней присутствуют. Для этого обычно проводят специальный анализ. Без такого предварительного анализа даже самый опытный эксперт по установке водоочистительных устройств не сможет правильно подобрать фильтр.

Фильтры для очистки технической воды можно разделить на несколько видов по фазово-дисперсному состоянию и по методу очистки.

По фазово-дисперсному состоянию воды фильтры разделяются на установки от

грубодисперсных примесей, от коллоидных примесей, от молекулярных примесей.

По методу очистки от примесей фильтры подразделяются на оборудование механической, биологической, физико-химической очистки и дезинфекцию.

Фильтры водоочистки от грубодисперсных примесей способны избавить воду от мутности и цветности.

Фильтры для очистки от коллоидных примесей избавляют от болезнетворных бактерий и вирусов.

Фильтры от молекулярных примесей очищают воду от растворенных в ней органических и неорганических веществ.

Фильтры для механической очистки воды чаще всего являются лишь предварительным этапом для более глубокой подготовки к употреблению. После проведения данных мероприятий водоочистка происходит с помощью фильтра от микроорганизмов. Для этих целей в воду добавляют химически активные вещества. Также эффективно облучение ультрафиолетовыми лучами. Однако у данного метода есть существенный недостаток: облучению не поддается мутная вода. Положительная сторона данного метода состоит в том, что при использовании ультрафиолета не происходит отрицательного влияния на здоровье людей, в отличие от применения химически активных веществ, которые могут в той или иной степени повлиять на работу органов и систем.

В последнее время все чаще стали рекомендовать фильтры для очистки технической воды, работающие по принципу мембран. Смысл данного метода состоит в том, что мембраны имеют

очень маленькие поры, через которые может пройти только молекулы воды, кислорода и углекислого газа. Содержащиеся в воде примеси не способны пройти сквозь мельчайшие поры и оседают на них.

Системы водоочистки и водоподготовки должны подбираться исходя из конкретной ситуации, изначального состояния жидкости. Нужно четко знать, что вы хотите от установленной системы водоочистки, ведь система очистки для питьевых нужд и промышленности существенно отличаются между собой. И здесь точно не обойтись без химического анализа, ведь один раз сэкономив на нем, вы рискуете получить систему водоочистки, которая не будет справляться с возложенной на нее задачей. А это чревато тем, что качество выпускаемой продукции будет значительно ниже предполагаемого, оборудование будет быстро выходить из строя, а компания понесет колоссальные убытки.

Стоит еще раз подчеркнуть, что выбор фильтра для очистки технической воды – очень сложная задача, зачастую непосильная простому обывателю. Лучше доверить эту работу профессионалам, которые по проведенным анализам воды подберут для вас именно тот фильтр, который будет отвечать всем заданным требованиям. В этом случае вы сможете быть уверенными в том, что техническая вода для производства не испортит качество выпускаемой продукции.

Очистка технической и технологической воды. Безусловно, технические процессы на предприятиях должны осуществляться при помощи очищенной воды. Например, для химических производств наличие примесей в воде может негативно сказаться на течении реакции и получении конечного продукта. Существует много различных систем очистки технологической воды: фильтрация, ингибиторы солеотложения, биологически активные вещества. Выбор конкретного способа очистки технической воды зависит не только от требований, предъявляемых к конечному качеству воды, но и от ее изначальных характеристик, технологической возможности предприятия и экономической целесообразности конкретного типа очищения.

Что такое технологическая очистка воды

Воду, которую использует человек в процессе своей жизнедеятельности, можно разделить на 2 основные группы:

- питьевая;
- технологическая.

Способы использования разных видов воды определяют требования к водоочистке и водоподготовке. Если с первым типом все понятно (она должна обладать такими качествами, чтобы человек, выпив ее, не испытывал трудности со здоровьем), то со второй все обстоит немного иначе.

Очистка воды для технических нужд – это процесс, направленный на удаление вредных примесей (минералов, микроорганизмов, механических частиц, растворенных газов) из природной воды, а также придание ей улучшенных качеств для обеспечения хорошего функционирования промышленного оборудования и осуществления технологических процессов.

Промышленные системы для очистки технической воды. Получение воды для технических нужд необходимо на всех предприятиях. Основные сферы ее применения:

- промывка оборудования;
- нагрев и охлаждение;
- разбавление;
- транспортировка;
- увлажнение;
- участник химических реакций.

Спектр применения воды, прошедшей технологическую очистку, очень обширный и, соответственно, у каждой промышленной отрасли есть свои требования и запросы к ее качеству. Процесс очистки технической воды должен полностью соответствовать нуждам предприятия.



Рис. 1. Промышленные фильтры для очистки технической воды

Промышленные фильтры для очистки технической воды. Система для подготовки технической воды помогает избавиться сразу от нескольких проблем.

Одна из главных проблем – накипь, с ней сталкиваются котельные и производства, где присутствуют процессы, требующие нагрева воды. С накипными отложениями сложно бороться, когда

идет непрерывный нагрев воды. Для таких процессов требуется не только исключить возможность ее появления, но и обеспечить минимальное появление коррозии на оборудовании и трубах. Водоподготовка технической воды должна включать фильтры умягчения.

Следующая проблема – биологическая. Наличие микроорганизмов в воде приводит к ухудшению качества резиновых уплотнителей, образованию коррозии и заражению. Здесь требуется не только обеззараживание, но и устранение молекул кислорода. С этой проблемой отлично справятся стерилизующие установки для очистки технической воды.

Осадок – частая проблема охладительных систем. Главное требование к охладительным системам – своевременное и достаточное охлаждение частей оборудования. Механические примеси образуют отложения в системах, препятствуя необходимой скорости циркуляции потока воды. Для решения этой проблемы применяют механическую очистку технической воды.

Накипь, осадок, коррозия, разрушение стенок оборудования, микроорганизмы – все эти проблемы вызваны наличием примесей в воде. Станции для очистки технологической воды помогают от:

- солей тяжелых металлов;
- легкорастворимых солей;
- железа и марганца;
- катионов кальция и магния;
- взвешенных частиц хлора;
- органики и болезнетворных микроорганизмов;
- растворенных газов;
- мелкодисперсных механических частиц.

Основные методы технологической подготовки воды. Для разных процессов водоочистки и водоподготовки применяется различное оборудование в зависимости от цели, температуры, давления, показателя кислотности воды. На крупных предприятиях используют комплексные системы очистки воды на технические нужды.

Фильтры механической очистки воды для технологических нужд. Основная задача фильтров механической очистки воды для технического использования – удаление взвешенных частиц, песка, глины, ила, тины, крупных хлопьев ржавчины и грязи. Как правило, они встраиваются в систему трубопроводов на входе и с помощью специальной сетки с мелкими ячейками пропускают воду и

удерживают частицы. Основное требование к фильтрам грубой очистки – отсутствие снижения скорости потока воды.

Сорбционные фильтры для очистки воды в технических целях. Сорбционные фильтры имеют угольное наполнение высокой концентрации. Благодаря высокой площади контакта они очищают воду от органических веществ, нефтепродуктов, хлора и фосфора. Обычно используются перед обратным осмосом.

Обратный осмос как еще один способ очистки технической воды. Установки обратного осмоса применяется в том случае, когда необходимо провести деминерализацию воды: удалить ионы марганца, железа, мышьяка, минеральные соли, нитраты; а также очистить от бактерий и других растворенных частиц. Главный элемент обратноосмотической установки – полупроницаемая мембранная перегородка, способная пропускать воду и удерживать примеси. Такая система подготовки технической воды нуждается в минимальных энергозатратах, ведь процесс способен протекать под собственным давлением напора воды, также отсутствует необходимость установки накопительных баков.

Ионообменные фильтры для умягчения технической воды. Станция технической очистки воды на основе ионообменных фильтров используется для умягчения воды, то есть удаления солей кальция и магния, приводящие к повышенной жесткости. Принцип их работы основан на химической реакции ионного обмена, когда двухвалентные металлы вытесняются более легкими катионами. В основе процесса лежит синтетическая смола зернистой формы диаметром не более 1 мм. Тип наполнителя подбирается в зависимости от pH воды. Высокоэффективные фильтрующие установки помогают снизить расход топлива для подогрева воды и получения пара, сокращают трудозатраты на ремонт оборудования.

Промышленные фильтры промышленного обезжелезивания. Данный тип фильтров используется для технологической подготовки воды, а именно для удаления из воды марганца, железа и сероводорода. Принцип действия прост: вода поступает на катализаторы окисления, которые переводят примеси из растворенной формы в нерастворенную, образуется осадок. Осадок остается на фильтре обезжелезивания и затем удаляется при промывке. Чаще всего фильтром выступает марганцевый зеленый песок.

УФ-стерилизация. Ультрафиолетовое обеззараживание необходимо для уничтожения бактерий, вирусов и иных микроорганизмов. Такая подготовка воды для технологических нужд осуществляется за счет биологически активного спектра УФ-излучения. Бактерицидный ультрафиолет нацелено оказывает воздействие на микроорганизмы, не влияя на химический состав воды, однако, устанавливать его необходимо последней ступенью в комплексе водоподготовки. Такой способ подготовки воды в технических целях помогает полностью отказаться от хлорирования. С помощью УФ-стерилизаторов можно максимально очистить воду из колодца и поверхностных источников.



Рис. 2. Система очистки технической воды

Модульные станции очистки воды для технологических нужд. Модульные установки очистки технической воды – это комплексное решение, включающее в себя все требуемые этапы водоподготовки, необходимые для конкретных задач. Очистка воды в таких системах осуществляется до уровня, требуемого СанПиНами и ГОСТами. Блочно-модульные системы водоподготовки в технических целях поставляются в максимальной заводской готовности, включающие широкий диапазон применяемых технологий очистки воды. Их можно использовать в условиях низких температур, а также на производствах, где нет возможности возвести капитальное строение.

Выводы. Водоподготовка и водоочистка являются неотъемлемыми процессами любого промышленного процесса. От качества воды зависит стабильность работы оборудования, качество получаемой продукции и эффективность технологических режимов, именно поэтому необходимо уделять внимание правильности подбора очистных устройств.

Очистить техническую воду бывает либо проще, чем питьевую, либо еще сложнее. Все

зависит от сферы применения конкретной технической воды, об этом пишет и автор книги В.Ф. Кожин [1].

Л и т е р а т у р а

1. Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. – Стройиздат. – Москва. – 1971. БАСТЕТ. – Москва. – 2008 (репринтное издание) – 303 с. – ISBN 978-5-903178-09-4.
2. <https://diasel.ru/article/ochistka-tehnicheskoy-i-tehnologicheskoy-vody/>
3. <https://norიაqua.ru/files/knigi-literatura-povodopodgotovke.pdf>
4. Волоник Г.И., Терехов Л.Д. Теоретические основы очистки воды. Учебное пособие в двух частях. – Часть 1. Хабаровск. – 1998.
5. Вихрев В.Ф., Шкроб М.С. Водоподготовка. Учебник для вузов. Под ред. М.С. Шкроба. Изд. 2-е, перераб. и доп М., «Энергия», – 1973.

Shevtsova T.E.

MODERN METHODS OF PURIFICATION OF TECHNICAL AND PROCESS WATER

Water is the basis of human life. His health and longevity depend on what kind of water he uses. But a person uses water not only for domestic needs, but also for industry and production.

In production, the process of water treatment plays, perhaps, the most important role. The quality of the water used will determine not only the quality of the products, but also the condition of the industrial equipment used in production.

Key words: water purification, technical and process water, filters, impurities.

Шевцова Татьяна Евгеньевна, ст. преподаватель кафедры вентиляции, теплогаз- и водоснабжения. Институт строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: kafedravtgv@yandex.ua.

Shevtsova Tatiana Evgenievna, Art. Lecturer at the Department of Ventilation, Heat, Gas and Water Supply. Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services of SEE HT LPR "Lugansk Vladimir Dahl State University".

Рецензент: Андрийчук Николай Данилович, д.т.н., профессор кафедры вентиляции, теплогаз- и водоснабжения института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 22.11.2022

УДК 69.059.25

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПОСРЕДСТВОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА И РЕКОНСТРУКЦИИ

Шокало М.П.

RESTORATION OF THE INFRASTRUCTURE THROUGH THE USE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF CAPITAL REPAIRS AND RECONSTRUCTION

Shokalo M.P.

В статье рассматриваются возможные решения модернизации зданий и сооружений старого жилого фонда. На сегодняшний день есть определённые вопросы с недостаточно рациональным использованием жилого фонда, что не только негативно сказывается на экономике страны, но и в значительной мере снижает уровень жизни населения. Актуальной проблемой в течение длительного времени является высокий уровень износа зданий и сооружений. Ветхость и аварийность жилья обуславливают существенный рост затрат на его ремонт, а также необходимость значительных капиталовложений в обновление существующего жилого фонда.

Ключевые слова: капитальный ремонт, физический износ, реконструкция, инновации, энергоэффективность, жилой фонд, нанотехнологии.

Введение. На сегодняшний день важнейшей социально-экономической задачей является перевод экономики Донбасса на стремительный путь развития с целью повышения уровня жизни населения и решения полного комплекса социальных задач для улучшения качества жизни граждан. Для проведения такой политики необходимо решить проблемы воспроизводства зданий и сооружений, прежде всего относящихся к жилищному фонду и к общественной сфере, с целью истребления несоответствия технического состояния и функционально-потребительских качеств жилых и общественных зданий современным нормативам и требованиям населения.

Целью данной работы является направление развития инфраструктуры городов за счёт

обеспечения эффективного капитального ремонта и реконструкции зданий.

В наше время реконструкция является одним из наиболее распространенных методов улучшения состояния зданий и сооружений. Она не требует столь крупных финансовых затрат, какие потребуются для полного демонтажа, а затем для возведения нового здания.

Реконструкция предполагает переустройство здания с изменением строительного объема, назначения, внешнего вида. Здание может надстраиваться, а также менять конфигурацию в плане (из-за пристройки или застройки промежутка между двумя зданиями). При реконструкции, помимо работ по капитальному ремонту, необходимо выполнение и комплекса работ, связанных с новым строительством. Градостроительные задачи реконструкции заключаются в улучшении планировочной структуры города, оздоровлении городской среды, повышении архитектурно-пространственных качеств застройки, совершенствовании транспортной и инженерной инфраструктур.

Изложение основных материалов. Несмотря на то что строительство новых зданий и сооружений развивается бурными темпами, актуальной остается проблема сохранения построенных зданий и сооружений после реконструкции и их эффективная эксплуатация.

Основная часть опорного строительного фонда регионов Донбасса – это пятиэтажные панельные и блочные дома, так называемые «хрущёвки». Одним из возможных направлений решения данной

жилищной проблемы является реконструкция вышеуказанных зданий. Немаловажной задачей является улучшение комфортности проживания населения [1].

В практике работы научно-исследовательских институтов и вузов накоплен значительный опыт проведения реконструкции гражданских объектов различного назначения. Выпущено большое количество учебников и пособий, а также инструктивных и рекомендательных документов [2].

Одним из видов реконструктивных работ является надстройка зданий, которая может выполняться как без усиления конструкций существующего здания, так и с усилением. Существующие 5-этажные здания можно надстраивать на 2–3 этажа, как правило, без усиления фундаментов, однако в таком случае необходимо усилить простенки первого этажа. Таким образом, возможно за счёт пристройки эркеров и лоджий (3–8%), надстройки 1- и 2-этажных зданий (13–14%) или надстройки 4- и 5-этажных зданий (60–70%) увеличить полезную площадь зданий.

Используя так называемый метод «Фламинго», возможно за счёт надстроек, которые опираются на самостоятельный каркас, довести высоту зданий до 12, а в некоторых случаях – до 15 этажей. Внутренний каркас при этом применим в случае с

надстройкой в кирпичных зданиях, а в крупнопанельных наиболее актуальным является наружный каркас, состоящий из «этажерок-лоджий» и опирающихся на них мощных поперечных балок, несущих надстройку. Таким образом, возможны 3 вида надстроек: устройство мансард, собственно надстройка здания и размещение на функциональной эксплуатируемой крыше небольших помещений.

Ещё одним не менее эффективным методом реформирования инфраструктуры регионов является инновационный капитальный ремонт жилищного фонда по всем направлениям (рис. 1.), который включает в себя обновление кровли, фасадов, ремонт подвальных помещений и фундаментов, замену инженерных систем [3]. Справиться с данными задачами возможно про помощи инновационных энергоэффективных материалов. Например, углеродные ленты для укрепления несущих конструкций здания, которые характеризуются особой прочностью и долговечностью. Для укрепления кровли подойдёт пеностекло, которое отличается своими свойствами влагонепроницаемости, а также невысокой стоимостью по сравнению с традиционными материалами. Для ремонта фасада рекомендуется применение теплоизоляционной системы «Термолэнд».



Рис. 1. Направления инновационной деятельности в области капитального ремонта жилых зданий

Создание углепластиков, водоотталкивающих покрытий, высокопрочного бетона и стали, композитной арматуры и т.д. изучается уже давно, однако на смену приходят более высокоэффективные материалы. Ведутся исследования о возможности применения наноматериалов в строительной отрасли.

Одним из них является графен – самый тонкий и прочный материал, кристаллическая решетка

которого представляет собой плоскость, состоящую из шестиугольных ячеек. Его основными характеристиками являются: хорошая электрическая проводимость, оптическая прозрачность, упругость. Данный наноматериал обладает огромным потенциалом для практического применения в различных сферах [4]. В сочетании с липучими битумно-полимерными лентами графитовый

порошок может стать отличным материалом при заделке выбоин бетонных покрытий [5].

В области инноваций капитального ремонта жилищного фонда не менее важную ступень занимает совершенствование технических характеристик применяемых материалов. Образование трещин на поверхности строительных конструкций является фактором, снижающим долговечность декоративного защитного слоя и впоследствии – стойкость ограждающих конструкций, ухудшается эстетический вид фасадов и как следствие, возникает необходимость ремонтов [5]. Обозначенную проблему можно решить посредством использования наноматериалов, которые значительно повысят долговечность той или иной конструкции. Например, использование эластичной штукатурки, относительное удлинение которой составляет 800-1000%, в 10-15 раз превышает параметры традиционных материалов для отделки стен [5]. Свободное проникновение молекул водяного пара из тела стены наружу и обратно создаётся за счёт низкого сопротивления паропроницанию, не создавая при этом разницы гидростатического давления. Материал обладает очень высокой адгезией к бетону, штукатурке, Greenboard и СЦП [5].

Также для декоративной отделки стен можно отметить флоковые покрытия. Основным параметром данного материала является высокая устойчивость к механическим воздействиям, что позволяет в 5-7 раз снизить частоту проведения ремонтов. При отделке традиционными материалами ремонт ограждающих конструкций необходимо проводить 1 раз в 2 года, при отделке флоковыми покрытиями – 1 раз в 10-15 лет [5]. Существуют различные виды флоковых покрытий, в том числе в антибактериальном исполнении.

Выводы. Внедрение современных строительных материалов с улучшенными характеристиками будет способствовать достижению повышения экономического эффекта от проведения капитального ремонта. Однако при очевидной выгоде применения инновационных материалов и технологий в области реконструкции и капитального ремонта этим идеям удастся с большим трудом пробиваться в сектор массового государственного строительства. Для широкого распространения инноваций в данной сфере необходимо оказание организационной и финансовой поддержки инициатив со стороны государства и предпринимательства, повышение ответственности собственников помещений в

многоквартирных домах за состояние принадлежащей им недвижимости, а также снижение административного давления в сфере профессионального управления жилой недвижимостью.

Основными социально-экономическими последствиями модернизации жилого фонда с помощью инновационных технологий в области реконструкции и капитального ремонта будет повышение экономической эффективности жилищно-коммунального комплекса в целом, улучшение качества предоставляемых жилищно-коммунальных услуг, обеспечение условий для повышения инновационного потенциала отрасли, что в конечном итоге должно способствовать повышению комфортного проживания граждан.

Л и т е р а т у р а

1. Травин В.И. Капитальный ремонт и реконструкция жилых и общественных зданий – Феникс - Ростов-на-Дону. – 2004
2. Касьянов В.Ф. Реконструкция жилой застройки городов. Издательство Ассоциации строительных вузов – Москва. – 2005.
3. Суворова С.П., Ханенко М.Е., Фетисова А.Ю. Современное состояние системы капитального ремонта жилищного фонда в Орловской области: проблемы и пути решения // Вестник ОрелГИЭТ. – 2019. – № 1 (47) – С. 71-75.
4. Оганесян О.В. Применение наноматериалов при реконструкции конструктивных элементов зданий и сооружений: вторая жизнь никобенд. // Строительство – формирование среды жизнедеятельности [Электронный ресурс]: сборник трудов Восемнадцатой Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. – 22-24 апреля 2015г., – Москва.

Shokalo M.P.

RESTORATION OF THE INFRASTRUCTURE THROUGH THE USE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF CAPITAL REPAIRS AND RECONSTRUCTION

The article discusses possible solutions for the modernization of buildings and structures of the old housing stock. The housing and communal complex is the most important infrastructural branch of the national economy. In turn, it determines the socio-economic development of the regions and the well-being of the population. To date, there are certain issues with insufficiently rational use of the housing stock, which not only negatively affects the country's economy, but also significantly reduces the standard of living of the population. An urgent problem for a long time is the high level of deterioration of buildings and structures. The dilapidation and accident rate of housing cause a significant

increase in the cost of its repair, as well as the need for significant investments in the renewal of the existing housing stock.

Key words: *major repairs, physical wear, reconstruction, innovations, energy efficiency, housing stock, nanotechnology.*

Шокало Марина Павловна, старший преподаватель кафедры городского строительства и хозяйства института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

E-mail: marina.shokalo@mail.ru

Shokalo Marina Pavlovna, senior lecturer of Urban Construction and Economy Department of the Institute of Construction, Architecture and Housing and Communal Services State Educational Establishment of Higher Education “Lugansk Vladimir Dahl State University”.

Рецензент: **Дрозд Геннадий Яковлевич**, д.т.н., профессор кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры института строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».

Статья подана 15.12.2022 г.

ТРЕБОВАНИЯ

к оформлению статей для публикации в
«ВЕСТНИК: НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ»
ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля»

ПУБЛИКАЦИЯ СТАТЕЙ

1. Документы и материалы собираются на кафедрах (факультетах/институтах), ответственных за сборник, затем передаются в издательство университета.
2. К публикации принимаются статьи, материалы которых соответствуют научному направлению сборника.
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:

АВТОРЫ, которые не являются сотрудниками университета:

1. Рецензия (подписанная проф. или чл.ред.кол)
2. Сопроводительное письмо (с указанием, что статья ранее нигде не публиковалась) от организации, где работают авторы, и сведения об авторах статьи, рецензию (подписанная отделом кадров университета).
3. Заявка автора(ов)
4. Анкета автора(ов)
5. Проверка на антиплагиат (распечатка)
<https://xn----7sbbaar5acc1ard1a0beh.xn--p1ai/spravka-antiplagiat>
<https://text.ru/antiplagiat>
<https://content-watch.ru/text/>
<https://advego.com/antiplagiat/>

ДЛЯ СОТРУДНИКОВ УНИВЕРСИТЕТА:

1. Рецензия (подписанная проф. или чл.ред.кол)
2. Заявка автора(ов)
3. Анкета автора(ов)
4. Проверка на антиплагиат (распечатка)
<https://xn----7sbbaar5acc1ard1a0beh.xn--p1ai/spravka-antiplagiat>
<https://text.ru/antiplagiat>
<https://content-watch.ru/text/>
<https://advego.com/antiplagiat/>

– электронный вариант статьи (первая фамилия автора статьи):

Название файла статьи: <фамилия автора_город> например – Петров_Луганск.doc.

Название английского файла Petrov_Lugansk.doc.

Статья сохраняется в форматах *.doc, *.docx, *.rtf.

– рецензия *.doc, *.docx.

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 распечатывают в соответствии 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, **e-mail: 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).

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****References латиницей****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***ПРИМЕЧАНИЕ:****1. Место работы писать ПОЛНОСТЬЮ для сотрудников****ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет имени Владимира Даля».****State Educational Establishment of Higher Training of the Lugansk People's Republic "Lugansk Vladimir Dahl State University".****2. E-mail ОБЯЗАТЕЛЬНО** (если свою автор не указывает, то почту кафедры).**3. В сведениях об авторах статьи ФИО, указывать ПОЛНОСТЬЮ (на русском и английском языках).****4. Рецензент ФИО полностью ТОЛЬКО профессор или член ред. коллегии журнала (полное название места работы рецензента).****5. Распечатка на антиплагиат.**

ВЕСТНИК: НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»
№ 1 (67) 2023

Оригинал-макет

Коломиец-Кириллова Е.А.

Подписано к печати 12.01.2023.
Формат 60х84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Times
Условных печатных стр. 53,05. Тираж 100 экз. Изд. № 01345.

ИЗДАТЕЛЬСТВО
Луганского государственного университета
имени Владимира Даля

Свидетельство о регистрации серия МИ-СГР ИД 000003 от 20.11.2015 г.

Адрес издательства: 91034, г. Луганск, кв. Молодежный, 20,а.
Тел.: (072) 138-34-80

E-mail: izdat.lguv.dal@gmail.com

<http://izdat.dahluniver.ru/>