

СТРОИТЕЛЬСТВО И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Научно-технический журнал по строительству и архитектуре

Construction and industrial safety
Scientific and Technical Journal on Construction and Architecture

№ 33(85) – 2024

Основан в 1996 году.
Выходит 4 раза в год (ежеквартально)

Учредитель:

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» (ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»), 295007, Республика Крым, г. Симферополь, проспект Академика Вернадского, 4

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовым коммуникациям (Роскомнадзор).
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-61830 от 18 мая 2015 г.

Включен в утверждённый ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации Перечень рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание учёных степеней кандидата наук, доктора наук

Главный редактор

Федоркин Сергей Иванович, советник РААСН, д.т.н., проф.
(КФУ им.В.И. Вернадского)

Заместители главного редактора:

Любомирский Николай Владимирович, советник РААСН,
д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского)

Николенко Илья Викторович, советник РААСН,
д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского)

Редакционная коллегия:

Абдулгасис У.А., д.т.н., проф. (КИПУ, Симферополь)

Аверкова О.А., д.т.н., проф. (БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород);

Бакаева Н.В., д.т.н., проф. (ЮЗГУ, Курск);

Бекиров Э.А., д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского,
Симферополь);

Беспалов В.И., д.т.н., проф. (ДГТУ, Ростов-на-Дону)

Ветрова Н.М., д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского,
Симферополь) – руководитель раздела «Экологическая
безопасность»;

Гузнецков В.Н., д.пед.н., доц. (МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва);

Дворецкий А.Т., советник РААСН, д.т.н., проф. (КФУ им. В.И.
Вернадского, Симферополь);

Зайцев О.Н., д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского,
Симферополь) – руководитель раздела «Инженерное обеспечение»;

Маилян Д.Р., советник РААСН, д.т.н., проф. (ДГТУ, Ростов-на-
Дону);

Нагаева З.С., член-корреспондент РААСН, д.арх., проф. –
руководитель раздела «Градостроительство»

Невзоров А.Л., советник РААСН, д.т.н., проф. (САФУ им. М.В.
Ломоносова, Архангельск);

Несветаев Г.В., советник РААСН, д.т.н., проф. (ДГТУ, Ростов-на-
Дону);

Пищулина В.В., д.арх., проф. (ДГТУ, Ростов-на-Дону);

Сергейчук О.В., д.т.н., проф. (КНУСА, Киев, Украина);

Скибин Г.М., д.т.н., проф. (ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова,
Новочеркасск);

Тер-Мартirosян А. З., д.т.н., проф. (НИУ МГСУ, Москва)

Толстой М.Ю., к.т.н., доц. (ИРНИТУ, Иркутск);

Федосов С.В., академик РААСН, д.т.н., проф. (МГСУ, Москва)

Федюк Р.С., советник РААСН, д.т.н., доцент (ДВФУ, Владивосток);

Фесенко Л.Н., д.т.н., проф. (ЮРГПУ(НПИ) им. М.И. Платова,
Новочеркасск);

Цопа Н.В., советник РААСН, д.э.н., проф. (КФУ
им. В.И. Вернадского, Симферополь);

Чемодуров В.Т., д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского,
Симферополь);

Шаленный В.Т., д.т.н., проф. (КФУ им. В.И. Вернадского,
Симферополь) – руководитель раздела «Строительство»;

Шейна С.Г., советник РААСН, д.т.н., проф. (ДГТУ, Ростов-на-
Дону);

Щербак В.И., д.т.н., доц. (ВГТУ, Воронеж);

Югов А.М., д.т.н., проф. (ДОННАСА, Макеевка)

СТРОИТЕЛЬСТВО

И ТЕХНОГЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

№ 33(85) – 2024

научно-технический журнал

Печатается по решению научно-технического
совета ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»
(протокол № 2 от 15.03.2024)

Координатор выпуска: *И.В. Николенко*

Верстка: *Г.Р. Биленко*

Редакция Института «Академия строительства и
архитектуры» ФГАОУ ВО «КФУ им.
В.И. Вернадского»

Адрес редакции: 295006, Республика Крым,
г. Симферополь, ул. Павленко, д. 3
e-mail: rio@napks.ru

Подписан в печать 29.03.2024.

Формат 70×108/16.

Бумага офсетная. Печать трафаретная.
Гарнитура Times New Roman. Усл.-печ. л. 13,05.
Тираж 100 экз.

Издатель: федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Крымский федеральный университет имени
В.И. Вернадского».

Издательство: ФГАОУ ВО «КФУ

им. В.И. Вернадского»

<http://cfuv.ru>, io_cfu@mail.ru

(3652) 60-84-98,

295007, Республика Крым, г. Симферополь,
проспект Академика Вернадского, 4, каб. 400Б

Отпечатано в типографии ФГАОУ ВО «КФУ
им. В.И. Вернадского»

295000, Республика Крым, г. Симферополь,
бульвар Ленина, 5/7

Распространяется по подписке.

Подписка по каталогу агентства «Роспечать».

Подписной индекс: 64974 (полугодовая).

Стоимость 1 экз. журнала 227,0 руб.

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Градостроительство

Мосякин Д.С., Година С.С.	5
ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫСОТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ	
Сидорова В.В., Гаврикова Д.Д.	13
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИЛЫХ РАЙОНОВ В ГОРОДАХ	

Раздел 2. Строительство

Якушев. Н. М., Иванов Д.А., Симаков Н.К., Кисляков М.А.	23
ИННОВАЦИИ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОСРЕДСТВОМ ИНТЕГРАЦИИ BIM/GIS.	
Богущий Ю.Г.	31
ОБСЛЕДОВАНИЕ И УСИЛЕНИЕ ПЛИТ ПОКРЫТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОРПУСА ООО "РОССНАБ"	
Акимов С. Ф., Шаленный В.Т.	41
АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ИНВЕНТАРНЫХ ОПАЛУБОЧНЫХ СИСТЕМ ПРИ МОНТАЖЕ И ДЕМОНТАЖЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ	
Макарова Е.С., Елькина И.И., Федоркин С.И., Алимов О.У.	55
СТЕНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПОЛУСУХОГО ПРЕССОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ИЗВЕСТНЯКОВЫХ ОТХОДОВ КАМНЕДОБЫЧИ	

Раздел 3. Инженерное обеспечение

Чемодуров В.Т., Ажермачев С.Г., Литвинова Э.В.	61
ГИДРОДИНАМИКА ГАЗОВЫХ ПОЛОСТЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ	
Николенко И.В., Котовская Е. Е, Котовская Е.В., Высоцкий А.А. есть рецензия	73
АНАЛИЗ ТИПОВ И РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕЗЕРВУАРОВ (РЧВ), ПРИМЕНЯЕМЫХ В СИСТЕМАХ ПОДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ	

Раздел 4. Экологическая безопасность

Дубровская О.Г., Дубровская С. Д., Бобрик А.Г.	83
РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ПОЛУЧЕНИЕМ СТРОИТЕЛЬНЫХ И СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, КАК ЭЛЕМЕНТ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПОВ ESG	
Ветрова Н.М., Меннанов Э.Э., Иваненко Т.А., Гайсарова А.А	91
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫБОРА БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПЛЯЖЕЙ КРЫМСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ	
Казьмина А.И., Родин С.В., Богущий Ю.Г., Богущая А.Ю.	103
АНАЛИЗ КЛИМАТА И УЧЕТ ЕГО ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ В Г.СИМФЕРОПОЛЬ	
Список авторов	109
Руководство для авторов	110

CONTENT

Section 1. Town planning

Mosyakin D.S., Godina S.S.	5
FEATURES OF HIGH-RISE CONSTRUCTION IN THE REPUBLIC OF CRIMEA	
Sidorova V.V., Gavrikova D.D.	13
CURRENT TRENDS IN THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF RESIDENTIAL AREAS IN CITIES	

Section 2. Construction

Yakushev. N. M., Ivanov D. A., Simakov N. K., Kislyakov M. A.	23
INNOVATION IN THE CONSTRUCTION LIFECYCLE THROUGH BIM/GIS INTEGRATION	
Bogutskiy U.G.	31
INSPECTION AND REINFORCEMENT OF THE COATING PLATES OF THE PRODUCTION BUILDING OF ROSSNAB LLC	
Akimov S.F., Shalenny V.T.	41
ALTERNATIVE USE OF LOAD-BEARING ELEMENTS OF INVENTORY FORMWORK SYSTEMS DURING INSTALLATION AND DISMANTLING OF REINFORCED CONCRETE FLOORS	
Makarova E.S., Yelkina I.I., Fedorkin S.I., Alimov O.U.	55
SEMI-DRY PRESSED WALL MATERIALS BASED ON GRANULAR LIMESTONE WASTE FROM STONE MINING	

Section 3. Engineering Support

Chemodurov V.T., Azhermachev S.G., Litvinova E.V.	61
HYDRODYNAMICS OF CYLINDRICAL GAS CAVITIES	
Nikolenko I.V., Kotovskay E.E., Kotovskay E.V., Vysotsky A.A.	73
ANALYSIS OF TYPES AND VARIOUS DESIGN FEATURES OF RESERVOIRS (RFV) USED IN WATER SUPPLY AND DISTRIBUTION SYSTEMS	

Section 4. Environmental safety

Dubrovskaya O. G., Dubrovskaya S.D., Bobrik A.G.	83
RECYCLING OF METALLURGICAL INDUSTRY WASTE WITH OBTAINING CONSTRUCTION AND SORPTION MATERIALS, AS AN ELEMENT OF IMPLEMENTATION OF ESG PRINCIPLES	
Vetrova N.M., Mennanov E.E., Ivanenko T.A., Gaisarova AA.	91
ECOLOGICAL BASES FOR THE CHOICE OF BANK PROTECTION STRUCTURES DURING THE RECONSTRUCTION OF THE BEACHES OF THE CRIMEAN COAST	
Kazmina A.I., Rodin S.V., Bogutsky Y.G., Bogutskaya A.Y.	103
ANALYSIS OF THE CLIMATE AND TAKING INTO ACCOUNT ITS FEATURES IN THE DESIGN OF BUILDINGS IN SIMFEROPOL	
List of authors	109
Authors Guide	110

Раздел 1. Градостроительство

УДК 711.58.

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫСОТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ

Мосякин Д.С.¹, Година С.С.²

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского»,
Институт «Академия строительства и Архитектуры»,
г. Симферополь, ул. Киевская, 181
E-mail: ¹godinasofa@gmail.com

Аннотация: Рассмотрены принципы проектирования и строительства высотных зданий в сейсмических районах, влияние градостроительных принципов проектирования подобных зданий на архитектуру и планировочные решения зданий, особенно на примере Республики Крым. На основе опыта предыдущих исследований, автором выявлены основные типы сейсмозащиты, особенности их использования, преимущества и недостатки, которые могут использоваться при размещении высотных зданий на территориях проектирования. Задачи исследования обусловлены освоением сейсмоопасных регионов, в частности Республики Крым, и развития высотного строительства. Методика исследования определяет пути решения задач, связанных с проектированием и строительством высотных зданий и сооружений с учетом требований градостроительного характера.

Предмет исследования: градостроительные, технологические и архитектурно-планировочные особенности высотного строительства в сейсмических районах, в том числе в Республике Крым.

Материалы и методы: в ходе исследования был проведен анализ градостроительных требований к размещению высотных зданий, существующих архитектурных объектов с системами сейсмозащиты. Материалами для исследования послужили исследования других авторов по теме, а также научные статьи и электронные общедоступные ресурсы сети «Интернет».

Результаты: Представлены градостроительные особенности высотного строительства на Крымском полуострове, и каких принципов следует придерживаться для того, чтобы построенные здания и сооружения обладали необходимой сейсмостойкостью и имели гибкие архитектурно-планировочные решения.

Выводы: при соблюдении предложенных принципов высотные здания будут удовлетворять не только градостроительным, но и современным конструктивным требованиям в сейсмическом районе, но и архитектурно-композиционным и функциональным требованиям. На основании данных принципов рассмотрены типовые планировочные решения жилых высотных зданий, проанализирована возможность их применения в сейсмоопасных регионах.

Ключевые слова: градостроительные особенности, сейсмостойкость высотных зданий, высотные здания, сейсмостойкость, сейсмозащита, архитектурно-планировочные решения.

ВВЕДЕНИЕ

Во всем мире активно набирает обороты строительство высотных зданий, также и на Крымском полуострове ценность земельных участков растет, градостроительная ситуация требует изменения и новых взглядов на проектирование и застройку участков, из-за чего возникает необходимость в увеличении количества этажей в зданиях. Но согласно СП 14.13330.2018 [1] Крым является сейсмическим районом с сейсмической интенсивностью в баллах от 7 до 9, что накладывает дополнительные требования при строительстве высотных зданий, а также ограничивает идеи и варианты проектных решений архитекторам.

При разработке высотных зданий немало факторов влияет на процесс проектирования. Одним из главных является соотношение между высотой здания и его площадью основания. Этот аспект можно разделить на несколько групп:

- Функциональные;
- Природно-климатические;
- Градостроительные;

- Архитектурно-планировочные;
- Конструктивные;
- Инженерные системы и оборудование
- Мониторинг;
- Безопасность;
- Экономичность и энергоэффективность.[1]

Во всем мире при проектировании и строительстве высотных зданий и сооружений используют современные методы сейсмозащиты. Для каждого здания должен быть разработан индивидуальный план, учитывающий особенности места и условий строительства, объемно-планировочное и конструктивное решение здания и многие другие факторы.

Как правило для таких зданий не приемлемы традиционные методы антисейсмической защиты, а именно равномерное распределение масс строительных конструкций, небольшая протяженность и высота сооружения, замена жесткой связи между фундаментом и сооружением за счет использования пластического вяжущего материала [2-4]. В сейсмоактивных районах применяются другие современные способы, меняющие динамическую схему работы здания или сооружения. Различают три основные группы

влияния, которые приводят к нарушению нормального функционирования объектов градостроительства и оказывают воздействие на безопасность людей:

1. В зонах, где землетрясения частые, но относительно слабые, возникают ситуации, когда объекты терпят нарушение своей нормальной эксплуатации.

2. В зонах, подверженных землетрясениям средней силы и повторяемости, происходят повреждения объектов, в результате чего нарушается их функционирование.

3. В зонах с разрушительным воздействием происходят катастрофические ситуации, приводящие к гибели людей и значительным материальным убыткам.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Тема высотного строительства в сейсмических районах не раз поднималась в публикациях других авторов, а именно в статье Корабликовой Ю.К., Грачева Г.Д. «Анализ проблем и особенностей проектирования современных высотных зданий с учетом сейсмического воздействия» [6]. Авторы статьи рассматривают проблему отсутствия нормативных документов для такого вида строительства, также основные принципы проектирования высотных зданий, а именно «Принцип обеспечения сейсмической стойкости от общего к частному» и «принцип симметричности».

В статье Вискребенцевой М.А., Ву Ле Куен «Методы сейсмогашения и сейсмоизоляции с применением специальных устройств» рассмотрены современные методы сейсмогашения и сейсмоизоляции [7]. Традиционные методы защиты не подходят для зданий, которые имеют довольно сложную конструкцию, уникальных и высотных, а также ряд отличительных конструктивных элементов, поэтому необходимы новые действенные методы сейсмозащиты. Современные решения предполагают изменение веса и жесткости конструктивных элементов зданий, демпфирование системы в зависимости от её перемещений и скорости. Таким образом, использование сейсмозащиты при верном конструировании способно существенно увеличить такие показатели как: надежность зданий, безопасность, финансовые характеристики сооружения.

Статья Романенко Т.Н., Керимов А.Д., Древетняк О.И. «Современные методы возведения фундаментов сейсмостойких сооружений» посвящена анализу современных методов возведения фундаментов сейсмостойких сооружений, подробному и кропотливому исследованию стойкости разных фундаментов к воздействию специфических сейсмических нагрузок, сравнению отличительных черт конструкций сейсмостойких фундаментов. В работе показана актуальность дальнейшего совершенствования конструкций сейсмостойких

фундаментов. Учитывая опыт решения проблемы возведения и конструктивного расчета сейсмостойких фундаментов, предложены варианты технологии и организации работ по возведению подобных объектов [7].

На основании всего вышеизложенного данная тема актуальна и требует большего анализа, так как рассматривается Республика Крым с ее инженерно-геологическими, природно-климатическими, сейсмологическими и другими условиями строительства и проектирования. Отдельное внимание следует уделить формированию градостроительного развития и облика территорий в прямой зависимости от сейсмической ситуации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Предметом исследования являются градостроительные особенности высотного строительства в сейсмоопасном регионе, а именно в Республике Крым. При исследовании был использован аналитический метод, позволивший проанализировать зарубежный и отечественный опыт на примере существующих реализованных проектов высотных зданий и сооружений с устройствами сейсмозащиты и предложить принципы проектирования и строительства высотных зданий в Республике Крым, а также определить, какие варианты архитектурно-планировочных решений найдут применение в проектировании высотных зданий в сейсмически опасных районах. Материалами для исследования послужили научные статьи, ранее рассматривавшие подобные темы, и электронные общедоступные ресурсы сети «Интернет».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Крым подвергается воздействию землетрясений различной интенсивности постоянно, современные методы строительства зданий и сооружений используют средства, позволяющие снизить воздействие сейсмических сил.

Сейсмические воздействия на объекты городской инфраструктуры являются результатом воздействия природных явлений и связаны с колебаниями земной поверхности, вызванными передачей энергии от источника подземных сил. Основной особенностью сейсмических воздействий является то, что землетрясения возникают в глубине земли, недоступной для прямого наблюдения и измерений, поэтому никто не может дать однозначного утверждения.

Уникальные здания всегда представляют особый интерес для градостроителей и архитекторов. При их проектировании необходимо учесть, как они влияют на инфраструктуру и общий архитектурный облик города. Это особенно важно, когда возводится первое здание такого типа в данной местности. Даже в миллионных городах, где небоскребы уже не являются редкостью, новые

высотки создают значительные нагрузки на транспортную инфраструктуру и инженерные коммуникации.

Однако, не только технические аспекты имеют значение при выборе места строительства. Также важно учитывать, будет ли здание находиться в центре города, что характерно для американских тенденций застройки, или на окраине, что приемлемо в Европе. Также необходимо учесть назначение здания – офисное, жилое и т.д. Уникальные здания часто становятся визитной карточкой города и его отличительной особенностью.

Когда речь заходит об архитектурно-планировочных особенностях проектирования, следует уделить внимание нескольким аспектам. Во-первых, важна конфигурация в плане и типизация функциональных единиц. Как здания становятся все выше, композиция архитектурных элементов требует многократной повторяемости одинаковых фрагментов, структур, плоскостей и элементов. Однако для достижения архитектурной выразительности также необходимо соблюдать пропорциональные соотношения между этими элементами.

Во-вторых, важна композиционная схема. В проектах высотных зданий используются разнообразные элементы архитектурной композиции, такие как ритм, метр, форма, пропорции, масштаб, фактура, цвет и освещение конструктивных элементов. Благодаря этим элементам, здания получают свою уникальность и очарование.

Еще одним важным аспектом является конфигурация и форма здания. Для высотных сооружений характерны крупные формы структурных и ограждающих элементов. Более того, объемные элементы фасада, соотносящиеся по размерам с окружающей застройкой, зачастую подчеркивают особенности архитектуры здания.

Таким образом, при проектировании необходимо учитывать все вышеуказанные аспекты, чтобы создать уникальную архитектурную композицию, которая будет отражать характер и индивидуальность каждого сооружения [1].

Поскольку сейсмические воздействия передаются на здание через его фундамент, изоляция надземной части от подземной является самым естественным способом снижения сейсмических нагрузок на несущие конструкции здания. Такой способ защиты назван сейсмоизоляцией [7]. Распространенным приемом устройства сейсмоизоляции является создание гибкого нижнего этажа. Он может быть выполнен из каркасных стоек, упругих опор или свай. С точки зрения архитектурно-планировочных решений на гибком нижнем этаже можно получить функционально необходимые свободные площади, которые можно переоборудовать под коммерческие помещения. Наибольшее распространение среди систем стационарной сейсмоизоляции получили сейсмоизолирующие фундаменты- здания на

упругих опорных элементах или гравитационных кинематических опорах. Здания на кинематических опорах уже были построены в Севастополе, Алма-Ате, Петропавловске-Камчатском [9].

Учитывая многолетние испытания, инженерный анализ землетрясений, анализ нормативной документации принципы проектирования и строительства высотных зданий в Республике Крым можно привести к следующим:

1. Принцип, который обеспечивает снижение сейсмической нагрузки, осуществление которого достигается уменьшением массы всех конструкций, благодаря введению более легких и эффективных по прочности строительных материалов.

В высотном строительстве чаще всего применяют сталь и бетон [10-11]. Благодаря своим характеристикам сталь и бетон могут применяться при учете разницы их свойств. Для высоконагруженных несущих конструкций, например, колонн, стоек, ригелей применяют железобетон с жесткой арматурой в виде прокатных профилей, а также комбинированные сталебетонные конструкции. Использование бетона для подобных целей стимулирует совершенствование этого материала. Разрабатываются новые смеси, обладающие специальными качествами. Созданы бетоны классов В80 и В100, по прочности, приближающиеся к стали.

В Крыму наиболее прочными являются бетонные смеси марки М-350 В25 и М-400 В30. Бетон марки М-350 применяется при строительстве высокопрочных бетонных конструкций, например, монолитных фундаментов, свайно-ростверковых железобетонных конструкций, несущих элементов, а именно колонн, ригелей и плит перекрытий. Бетон марки М-400 применяется при строительстве конструкций повышенной прочности и на тех участках, где необходима повышенная защита от влаги. Применение этого бетона в Крыму обусловлено массовыми застройками береговой линии там, где воздействие соленой воды ощущается особенно сильно [12].

2. Принцип равномерного распределения жесткостей и масс в зданиях, то есть необходимо принимать объемно-планировочные и конструктивные решения, обеспечивающие симметричность и регулярность распределения в плане и по высоте нагрузок.

Наиболее рациональными и надежными формами планов высотных зданий можно назвать симметричные. Конструктивная симметрия означает совпадение местоположения центра тяжести и центра жесткостей. Единственное указание, включенное во все нормативные документы по этому вопросу, заключается в выдерживании симметрии форм, асимметричность способствует возникновению эксцентриситета между центром тяжести и центром жесткости, в результате чего появляется кручение. Кроме того, несимметричность конструкций часто приводит к концентрации напряжений [13]. Также необходимо

учитывать не только особенности строительства в сейсмических районах, но и аэродинамические свойства всех высотных зданий. Например, в круглом плане отсутствие выступов позволяет воздуху обтекать объем, не создавая при этом завихрений, появляющихся на углах прямоугольных в плане построек. Такими же свойствами обладают формы, производные от круглой, – овальная, в форме линзы или капли.

На Рис. 1 изображена Башня Банка в Лос-Анджелесе, достигающая высоты 310 метров.



Рис.1- U.S. BankTower (Лос-Анджелес, Калифорния, США, 1987-1989, арх. Генри Кобб)
Fig. 1- U.S. BankTower (Los Angeles, California, USA, 1987-1989, arch. Henry Kobb)

Самыми распространенными являются квадратные или ромбовидные планы. Примером здания квадратного плана может стать Yokohama Landmark Tower (Рис. 2). Здание Yokohama Landmark Tower находится в городе Иокогама, Япония, его высота составляет 296 м. Сооружение поражает своей монументальностью, четыре угловых контрфорса башни образуют параллелепипед, постепенно суживающийся и к вершине. Так как Япония постоянно подвергается

благодаря овному сечению в плане и многоступенчатому сужению, начиная с 53-го этажа, здание считают одной из визитных карточек города. Однако помимо архитектурной выразительности, башня Банка обладает высокой сейсмостойкостью. Благодаря особой стержневой конструкции, здание может выдержать подземные толчки магнитудой до 8 баллов по шкале Рихтера [14].

землетрясениям, здание обладает некоторыми конструктивными особенностями. Оно находится на роликовых конструкциях, которые не передают колебания земли на всю конструкцию. Кроме того, в здании установлены два инерционных демпфера, которые колеблются с резонансной частотой сооружения с помощью специального пружинного механизма. Даже если эти предосторожности не сработают, то сыграет роль тот фактор, что здание сооружено из гибких материалов.



Рис.2- Yokohama Landmark Tower (Иокогама, Япония, 1990-1993, Хью Стаббинс)
Fig. 2- Yokohama Landmark Tower (Yokohama, Japan, 1990-1993, Hugh Stubbins)

3. Принцип монолитности и равнопрочности элементов зданий и сооружений. Основные несущие конструкции должны быть по возможности монолитными и однородными, а в сборных

железобетонных конструкциях следует стремиться к укрупнению элементов, стыки сборных элементов должны быть простыми, надежными и располагаться вне зон максимальных усилий.

4. Принцип обеспечения условий, облегчающих развитие в элементах конструкций пластических деформаций, т. е. чтобы во время действия сейсмических сил здание не разрушалось хрупко, а имело пластичность [3].

5. Принцип градостроительного соответствия, когда с учетом существующей градостроительной ситуации и принятых норм по застройке и проектированию учитывается распределение зданий на территории.

Основываясь на Постановление Совета министров Республики Крым от 26.04.2016 N 171 (ред. от 07.04.2022) [15] и СП 14.13330.2018 [2] в Крыму, как в сейсмическом районе, проектирование высотных зданий, то есть высотой более 75 метров, может осуществляться только при научном сопровождении профильной организации. В Крыму государственной профильной организацией выступает ГАУ «Крымский республиканский центр оценки сейсмической и оползневой опасности, технического обследования объектов строительства».

Предыдущие принципы раскрывают вопрос с конструктивной точки зрения и градостроительной составляющей, но не стоит забывать про архитектурно-планировочные особенности проектирования высотных зданий. Высотность вынуждает прибегать к многократному повторению одинаковых фрагментов. Соблюдение гармоничных пропорций и сочетаний между отдельными элементами способствует повышению архитектурной выразительности здания.

Конфигурация плана также играет немаловажную роль. Наиболее применимыми являются простые, центрально симметричные формы в плане, обеспечивающие равномерное

распределение жесткостей и масс в высотных зданиях. Ниже представлены примеры типовых планировок жилых высотных зданий квадратного и прямоугольного плана (Рис. 3). Размещение лестнично-лифтового узла в геометрическом центре и отсутствие несущих стен внутри здания обеспечивает гибкость архитектурно-планировочного решения. При проектировании таких зданий чаще всего используются комбинированные конструктивные схемы, которые выбираются в зависимости от конкретных природно-климатических, функциональных, конструктивных и санитарно-гигиенических условий. Современные комбинированные конструктивные схемы нацелены на уменьшение массы всех конструкций и тем самым снижение сейсмической нагрузки.

Поиск архитектурно-композиционного решения высотного здания должен осуществляться для каждого высотного объекта в сейсмическом регионе отдельно, что требует индивидуального инновационного и творческого подхода, но может быть основан на типовых решениях. Применение принципов формирования архитектурно-композиционной выразительности обеспечит возможность создания современных обликов высотных зданий, удовлетворяющих потребностям общества.

Также немаловажную роль играет градостроительный аспект планировки территории, когда с учетом принятых норм и требований к застройке и проектированию в сейсмических районах создается комфортная городская среда, в которой, даже с учетом повышенной этажности, можно создать адаптированную для людей среду, безопасную и удобную для жизнедеятельности.

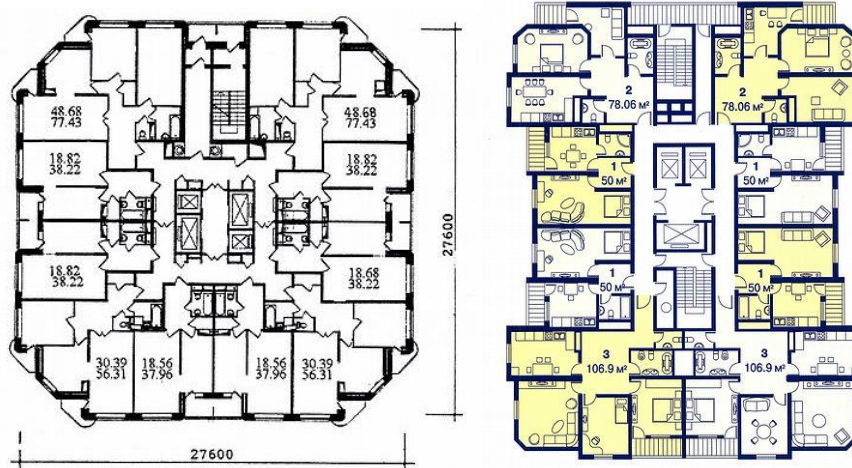


Рис.3- Типовые планировочные решения жилых высотных зданий
Fig. 3- Typical planning solutions for residential high-rise buildings

ВЫВОДЫ

Повышение уровня урбанизации, плотности застройки и расширения городов приводит к тому, что появляется необходимость проектирования и строительства высотных зданий, в том числе и в сейсмоопасных регионах, этот процесс неизбежен.

Главным приоритетом при строительстве высотных зданий в Республике Крым является грамотное расположение небоскребов на территории проектирования с учетом грамотного градостроительного зонирования территории. В Крыму важно учитывать:

- оползневые участки;

- рельеф и неудобья. Активное использование подобных мест помогает развивать и находить новые методы в проектировании высотных зданий. Также активно возможно перенимать зарубежный опыт проектирования в подобных районах.

- Сейсмика. Крым – сейсмоопасный район и грамотное размещение зданий на территории с учетом существующих норм и правил помогает активно использовать территорию под строительство наиболее рационально с учетом обеспечения комфортной среды и безопасности людей.

Однако проанализировав отечественный и зарубежный опыт способов сейсмозащиты, были предложены принципы проектирования и строительства высотных зданий и сооружений наиболее подходящие для применения в Республике Крым. При соблюдении данных принципов высотные здания будут удовлетворять не только современным конструктивным и инженерным решениям, но и природно-климатическим условиям, архитектурно-композиционным требованиям, функциональным решениям. На основании данных принципов рассмотрены типовые планировочные решения жилых высотных зданий, проанализирована возможность их применения в сейсмоопасных регионах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернин Н.А., Грузков А.А., Матвиенко В.Д., Соляник П.Е. Особенности проектирования высотных зданий // Инновации и инвестиции. 2020. №11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-proektirovaniya-vysotnyh-zdaniy> (дата обращения: 19.03.2024).
2. СП 14.13330.2018. Свод правил. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*/Кодекс : электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/550565571> (дата обращения: 10.02.2023).
3. Вагабов, Г. А. Строительство зданий и сооружений из железобетона в зоне повышенной сейсмической активности / Г. А. Вагабов, Р. Р. Мустафин. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2019. — № 47 (285). — С. 142-145. — URL: <https://moluch.ru/archive/285/64273/> (дата обращения: 10.02.2023).
4. Мартемьянов А. И. Проектирование и строительство зданий и сооружений в сейсмических районах: Учебное пособие для вузов. — М.: Стройиздат, 1985–255 с.
5. Халелова, А. К. Обеспечение сейсмостойкости зданий и сооружений / А. К. Халелова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 46 (336). — С. 40-44. — URL: <https://moluch.ru/archive/336/75185/> (дата обращения: 10.03.2023).
6. Корабликова Ю.К., Грачев Г.Д. Анализ проблем и особенностей проектирования современных высотных зданий с учетом сейсмического воздействия / Ю.К. Корабликова, Г.Д. Грачев. — Текст : непосредственный // Вестник науки и образования. — 2017. — № 5 (220). — С. 51-55. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-problem-i-osobennostey-proektirovaniya-sovremennyh-vysotnyh-zdaniy-s-uchetom-seismicheskogo-vozdeystviya/viewer> (дата обращения: 14.02.2023).
7. Выскребенцева М.А., Ву Ле Куен Методы сейсмогашения и сейсмоизоляции с применением специальных устройств / М.А. Выскребенцева, Ву Ле Куен — Текст : непосредственный // Инженерный вестник Дона. — 2019. — № 1 (2019). — С. 10-16. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-seismogasheniya-i-seismoizolyatsii-s-primeneniem-spetsialnyh-ustroystv/viewer> (дата обращения: 14.02.2023).
8. Романенко Т.Н., Керимов А.Д., Древетняк О.И. Современные методы возведения фундаментов сейсмостойких сооружений / Т.Н. Романенко, А.Д. Керимов, О.И. Древетняк — Текст : непосредственный // Строительство и техногенная безопасность. — 2016. — № 2 (54) 2016. — С. 27-30. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-metody-vozvedeniya-fundamentov-seismostoykih-sooruzheniy/viewer> (дата обращения: 20.02.2023).
9. Арутюнян А.Р. Современные методы сейсмоизоляции зданий и сооружений / А.Р. Арутюнян — Текст : непосредственный // Magazine of Civil Engineering. — 2010. — № 3. — С. 56-60. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyye-metody-seismoizolyatsii-zdaniy-i-sooruzheniy/viewer> (дата обращения: 15.02.2023).
10. Delovoy-kvartal.ru : Информационный портал о строительстве и архитектуре. - URL: <https://delovoy-kvartal.ru/problems-proektirovaniya-vysotnyh-zdaniy/> (дата обращения: 10.02.2023).
11. Колесников, А. И. Анализ истории высотного строительства в мире / А. И. Колесников. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 6 (296). — С. 61-65. — URL: <https://moluch.ru/archive/296/67212/> (дата обращения: 10.02.2023).
12. Sakibeton.ru : Интернет-портал Завода ЖБИ - Крыминвестстрой. - URL: <https://sakibeton.ru/produksiya/marki-betona/beton-marki-m-400/> (дата обращения: 12.02.2023).
13. Studopedia.su : Интернет-портал для студентов. - URL: https://studopedia.su/20_12205_vliyanie-konfiguratsii-zdaniya-na-seismostoykost.html (дата обращения: 15.02.2023).
14. Шашин Д.А., Сальников А.А. Некоторые аспекты проектирования и строительства сейсмостойких высотных зданий / Д.А. Шашин, А.А.Сальников // тезисы докладов XII Международной студенческой научной конференции «Студенческий Научный Форум

2020». — URL: <https://scienceforum.ru/2020/article/2018022331> (дата обращения: 15.02.2023).

15. Постановление Совета министров Республики Крым от 26.04.2016 N 171 (ред. от 07.04.2022) "Об утверждении Региональных нормативов градостроительного проектирования Республики Крым". // КонсультантПлюс: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. - URL: https://mstroy.rk.gov.ru/uploads/txteditor/mstroy/attachments/d4/1d/8c/d98f00b204e9800998ecf8427e/phpGSCAzv_20.pdf (дата обращения: 16.06.2023).

REFERENCES

1. Vernin N.A., Gruzkov A.A., Matvienko V.D., Solyannik P.E. FEATURES OF DESIGNING HIGH-RISE BUILDINGS // Innovations and investments. 2020. No.11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-proektirovaniya-vysotnyh-zdaniy> (date of application: 03/19/2024).

2. SP 14.13330.2018. A set of rules. Construction in seismic areas. Updated version of SNiP II-7-81*// The Code : an electronic fund of legal and regulatory and technical documentation. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/550565571> (date of application: 02/10/2023).

3. Vagabov, G. A. Construction of buildings and structures made of reinforced concrete in the zone of increased seismic activity / G. A. Vagabov, R. R. Mustafin. — Text : direct // Young scientist. — 2019. — № 47 (285). — Pp. 142-145. — URL: <https://moluch.ru/archive/285/64273/> (date of reference: 02/10/2023).

4. Martemyanov A. I. Design and construction of buildings and structures in seismic areas: A textbook for universities. — M.:Stroyizdat,1985-255 p.

5. Khalelova, A. K. Ensuring seismic resistance of buildings and structures / A. K. Khalelova. — Text : direct // Young scientist. — 2020. — № 46 (336). — Pp. 40-44. — URL: <https://moluch.ru/archive/336/75185/> (date of access: 03/10/2023).

6. Korablikova Yu.K., Grachev G.D. Analysis of problems and design features of modern high-rise buildings taking into account seismic impact / Yu.K. Korablikova, G.D. Grachev. — Text : direct // Bulletin of Science and Education. — 2017. — № 5 (220). — Pp. 51-55. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-problem-i-osobennostey-proektirovaniya-sovremennyh-vysotnyh-zdaniy-s-uchetom-seismicheskogo-vozdeystviya/viewer> (date of application: 02/14/2023).

7. Vyskrebentseva M.A., Wu Le Kuen Methods of seismic suppression and seismic isolation using special devices / M.A. Vyskrebentseva, Wu Le Kuen — Text :

direct // Engineering Bulletin of the Don. — 2019. — № 1 (2019). — Pp. 10-16. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-seysmogasheniya-i-seysmoizolyatsii-s-primeneniyem-spetsialnyh-ustroystv/viewer> (date of application: 02/14/2023).

8. Romanenko T.N., Kerimov A.D., Drevetnyak O.I. Modern methods of building foundations of earthquake-resistant structures / T.N. Romanenko, A.D. Kerimov, O.I. Drevetnyak - Text : direct // Construction and technogenic safety. — 2016. — № 2 (54) 2016. — Pp. 27-30. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-metody-vozvedeniya-fundamentov-seysmostoykih-sooruzheniy/viewer> (date of application: 02/20/2023).

9. Harutyunyan A.R. Modern methods of seismic isolation of buildings and structures / A.R. Harutyunyan — Text : direct // Magazine of Civil Engineering. - 2010. — No. 3. — pp. 56-60. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-metody-seysmoizolyatsii-zdaniy-i-sooruzheniy/viewer> (date of application: 02/15/2023).

10. Delovoy-kvartal.ru : Information portal about construction and architecture. - URL: <https://delovoy-kvartal.ru/problemyi-proektirovaniya-vysotnyh-zdaniy/> (date of access: 02/10/2023).

11. Kolesnikov, A. I. Analysis of the history of high-rise construction in the world / A. I. Kolesnikov. — Text : direct // Young scientist. — 2020. — № 6 (296). — Pp. 61-65. — URL: <https://moluch.ru/archive/296/67212/> (date of application: 02/10/2023).

12. Sakibeton.ru : The Internet portal of the ZHBI - Kryminveststroy Plant. - URL: <https://sakibeton.ru/produksiya/marki-betona/beton-marki-m-400/> (date of request: 02/12/2023).

13. Studopedia.su : An online portal for students. - URL: https://studopedia.su/20_12205_vliyanie-konfiguratsii-zdaniya-na-seysmostoykost.html (date of application: 02/15/2023).

14. Shashin D.A., Salnikov A.A. Some aspects of the design and construction of earthquake-resistant high-rise buildings / D.A. Shashin, A.A.Salnikov // abstracts of the XII International Student Scientific Conference "Student Scientific Forum 2020". — URL: <https://scienceforum.ru/2020/article/2018022331> (date of application: 02/15/2023).

15. Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Crimea dated 04/26/2016 No. 171 (as amended on 04/07/2022) "On approval of Regional standards for urban planning of the Republic of Crimea". // ConsultantPlus : electronic fund of legal and regulatory and technical documentation. - URL: https://mstroy.rk.gov.ru/uploads/txteditor/mstroy/attachments/d4/1d/8c/d98f00b204e9800998ecf8427e/phpGSCAzv_20.pdf (date of application: 06/16/2023).

FEATURES OF HIGH-RISE CONSTRUCTION IN THE REPUBLIC OF CRIMEA

Mosyakin D.S.¹, Godina S.S.²,

V.I. Vernadsky Crimean Federal University
Institute "Academy of Construction and Architecture",
Simferopol, Kievskaya str., 181
E-mail: ¹godinasofa@gmail.com

Abstract. The principles of design and construction of high-rise buildings in seismic areas, the influence of urban planning principles of designing such buildings on architecture and planning solutions of buildings, especially on the example of the Republic of Crimea, are considered. Based on the experience of previous studies, the author has identified the main types of seismic protection, features of their use, advantages and disadvantages that can be used when placing high-rise buildings in the design territories. The objectives of the study are determined by the development of earthquake-prone regions, in particular the Republic of Crimea, and the development of high-rise construction. The research methodology determines the ways to solve problems related to the design and construction of high-rise buildings and structures, taking into account the requirements of urban planning.

Subject of research: urban planning, technological and architectural planning features of high-rise construction in seismic areas, including in the Republic of Crimea.

Materials and methods: in the course of the study, an analysis of urban planning requirements for the placement of high-rise buildings, existing architectural objects with seismic protection systems was carried out. The materials for the study were studies by other authors on the topic, as well as scientific articles and electronic public resources of the Internet.

Results: Urban planning features of high-rise construction on the Crimean Peninsula are presented, and what principles should be followed in order for the constructed buildings and structures to have the necessary seismic resistance and flexible architectural and planning solutions.

Conclusions: if the proposed principles are followed, high-rise buildings will meet not only urban planning, but also modern design requirements in a seismic area, but also architectural, compositional and functional requirements. Based on these principles, typical planning solutions for residential high-rise buildings are considered, and the possibility of their application in earthquake-prone regions is analyzed.

Key words: urban planning features, seismic resistance of high-rise buildings, high-rise buildings, seismic resistance, seismic protection, architectural and planning solutions.

УДК 711.27

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИЛЫХ РАЙОНОВ В ГОРОДАХ

Сидорова В.В.¹, Гаврикова Д.Д.²

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского»,
Институт «Академия строительства и архитектуры»,
295493, Республика Крым, г. Симферополь, улица Киевская, 181,
¹ nucikBBC@yandex.ru, ² darr1102@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена исследованию современного опыта и принципов проектирования жилых районов в городах, а также изучению зарубежных и отечественных литературных источников по проектированию жилых районов. Были проанализированы отечественные и зарубежные примеры разработанных и построенных проектов жилых районов. На основании этого исследования автором разработаны принципы проектирования жилых районов на примере жилого района в г. Симферополь.

Предмет исследования: Предметом исследования является проектирование жилых районов в городах.

Материалы и методы: В ходе исследования анализировались литературные источники, находящиеся в общем доступе, проводился анализ функционального зонирования жилых районов городов.

Результаты: проведен комплексный анализ зарубежных и отечественных примеров проектирования жилых районов в городах. На основании вышеизложенной информации разработаны принципы проектирования жилых районов.

Выводы: Анализ показал, что большая часть рассматриваемых жилых районов имеют схожие проблемы и требования в сфере градостроительства. При этом было определено, что наиболее часто встречающимися являются: использование некачественных устаревших материалов в строительстве жилых зданий, монофункциональность среды (например, исключительно жилая застройка), хаотичное размещение транспортно-пешеходных связей, недостаточное озеленение дворовых и общественных пространств районов жилой застройки.

Ключевые слова: жилой район, городская среда, многофункциональность, жилая застройка.

ВВЕДЕНИЕ

В современном формировании городов при нынешних темпах урбанизации, плотности существующей застройки и других социально-экономических факторах, большую роль играет строительство новых жилых районов.

Так как в современных городских жилых районах наблюдается увеличение плотности и этажности застройки, то и плотность населения этого района пропорционально увеличивается. Такие процессы не проходят бесследно для формирования городского каркаса. Возле нового жилья сразу появляются точки притяжения для населения, такие как объекты торговли, развлекательные и спортивные комплексы и проч. Таким образом, эти градостроительные единицы зачастую задают направление освоения территории и разрастание города в ту или иную сторону, а также повышают полицентричность городской территории.

Цель исследования – провести анализ планировочной структуры жилых районов в городах, выявить принципы и тенденции проектирования и строительства современных жилых районов, разработать экспериментальный проект жилого района в г. Симферополь с применением комплекса выявленных принципов и тенденций проектирования.

Проанализированы зарубежные и отечественные примеры районов и городов, связанные с жилым строительством, будут рассмотрены приемы повышения комфортности жилых микрорайонов, а также рассмотрен вопрос применения выявленных приемов в современном проектировании жилых районов. Также будет проведен анализ функционально-планировочной организации территории ее позитивные и негативные аспекты.

Проектирование и планировочная организация территорий жилых районов требует использования комплексного подхода для получения актуальных данных о районе проектирования и подборе оптимальных решений для функционально-планировочной организации территории с учетом оценки большого количества факторов, связанных как с природными, так и с экономическими условиями, а также потребностями населения, проживающего на проектируемой территории.

Актуальность темы подтверждается распространенностью устаревшего и аварийного жилого фонда. Использование устаревших методов и приемов проектирования жилых районов влечет нерациональное использование территории города, эстетически непривлекательный вид города, а также потерю комфортности условий проживания людей, и, как следствие, нарушение психического здоровья населения.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Согласно отечественной нормативно-правовой базе городские жилые районы располагаются на селитебной территории. В СП 323 «Территории селитебные. Правила проектирования наружного освещения» селитебная территория определяется как территория, предназначенная для размещения жилищного фонда, общественных зданий и сооружений, а также отдельных коммунальных и промышленных объектов, не требующих устройства санитарно-защитных зон, для устройства путей внутригородского сообщения, улиц, площадей, парков, садов, бульваров и других мест общего пользования [12].

В свою очередь, жилой район – это архитектурно-планировочный структурный элемент жилой застройки, состоящий из нескольких микрорайонов, объединенных общественным центром, ограниченный магистральными улицами общегородского и районного значения [13].

Согласно СП 42 «Градостроительство, планировка и застройка городских и сельских поселений», «Жилые зоны необходимо предусматривать в целях создания для населения удобной, здоровой и безопасной среды проживания» [13].

Необходимость строительства нового жилого фонда в селитебной территории зафиксирована в стратегии социально-экономического развития Крыма, а также является одной из целей Национального проекта «Жилье и городская среда» [14, 15].

В настоящее время среди теоретических работ, рассматривающих проектирование и строительство жилых районов, выделяются посвященные повышению многофункциональности городской среды, а также ее экологизации, в том числе за счет повышения озелененности городских пространств жилой зоны.

В своей работе «Градостроительство. Теория и практика» Г. А. Потаев обращает внимание на приоритетность гуманизации среды жизнедеятельности людей. Автор считает, что жилые градостроительные образования обязаны отличаться повышенным комфортом и безопасностью среды, так как «...населенные места создаются для людей, они должны быть «местами, где хочется жить». В работе рассмотрены «...современные тенденции преобразования и развития городов и систем расселения с учетом закономерностей процессов градостроительного развития, масштабов и тенденций урбанизации» [16].

«Города для людей» Яна Гейла – работа, посвященная анализу формирования городской среды в современных реалиях. Автор обращает внимание читателя на социальный фактор городской среды: города формируют люди, а затем люди формируют людей. В среде городской застройки, в особенности в жилых формированиях, человек должен чувствовать себя комфортно и

психологически безопасно. А также автор пишет о многофункциональности городской среды и «перетекании» функций [5].

Книга Пьера Мерлена «Новые города» посвящена анализу мирового опыта градостроительства и направлена на поиски способов создания комфортной и безопасной городской среды; в ней рассматривается методология районных планировок и создания новых городов; сопоставление различных градостроительных концепций по итогам их осуществления в течение ряда десятилетий. Рассмотрение процесса урбанизации в динамике придает выводам и оценкам Пьера Мерлена особую весомость [17].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе исследования анализировались научные и литературные источники, находящиеся в общем доступе, проводился анализ приемов проектирования, функционального зонирования и благоустройства жилых районов городов, применен метод экспериментального моделирования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Проектирование жилых районов, как и других градостроительных объектов, подвержено влиянию современных тенденций. В наше время все чаще стали задумываться об экологизации строительства и комфорте городских жителей, а также появились повышенные требования к эффективному использованию территории города и городской улично-дорожной сети. Тогда как еще 40-50 лет назад эти вопросы не стояли так остро.

Мюнхен (Германия). Микрорайон Паркфиртель Гизинг (рис. 1). Слово "Гизинг" указывает на расположение в одноименном старинном районе, а "Parkviertel" переводится как "Парковый квартал". Паркфиртель Гизинг был построен на территории бывшей промзоны Агфа. Рассматриваемый район имеет удобочитаемую структуру пешеходных связей, также примечательно, что территория района освобождена от машин. Парковочные места оборудованы в подземных паркингах. Район имеет достаточный уровень озеленения, что улучшает психоэмоциональный фон жителей. Благоустройство района соответствует архитектуре фасадов жилой застройки. Площадь зелёных насаждений здесь достигает 50 000 кв. метров. Район имеет застройку средней и повышенной этажности, что позволяет человеку чувствовать сомасштабность с застройкой. Однако можно выделить, что недостатком данного района является его недостаточная многофункциональность: внутри района располагается школа и детские сады, однако точек торговли и обслуживания населения мало.



Рис. 1. Генеральный план и перспективный вид района Паркфиртель Гизинг в Мюнхене
Fig. 1. Master plan and perspective view of the Parkviertel Giesing district in Munich

Санкт-Петербург (Россия). ЦДС «Черная Речка» - жилой комплекс бизнес-класса рядом с набережной Невы. Комплекс состоит из девяти корпусов от 10 до 14 этажей (рис. 2). Рядом две станции метро — «Лесная» и «Чёрная речка», что обеспечивает хорошую транспортную доступность населения и разгружает транспортные сети города от личного автотранспорта. Корпуса жилого комплекса образуют квартал с закрытой территорией, зелёными зонами для отдыха и

детскими площадками. В районе присутствует разноуровневое освещение и система безопасности. Недостатком комплекса является недостаточное озеленение территории: высотная застройка доминирует над ландшафтом, создавая ощущение «каменных джунглей», нет ограничения на въезд транспорта во двory, что значительно снижает уровень безопасности пешеходов на территории жилого района.

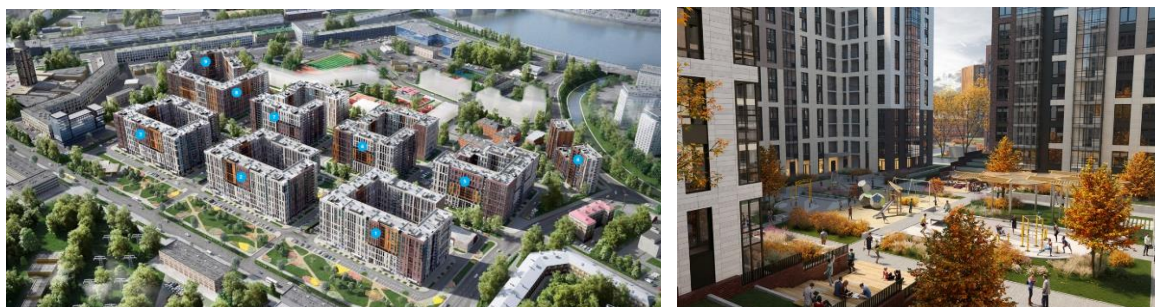


Рис. 2. Генеральный план и перспективный вид района «Черная Речка» в Санкт-Петербурге
Fig. 2. Master plan and perspective view of the Chernaya Rechka district in St. Petersburg

Варшава (Польша). Комплекс 19dzielnica недалеко от делового центра Варшавы. Каждый дом полностью формирует квартал, при этом имеет П-форму. Первый этаж отдан под коммерцию, что

повышает многофункциональность среды района и создает внутри жилого района рабочие места. Внимание уделено охране и приватности: двory домов находятся за перегородкой (рис. 3).

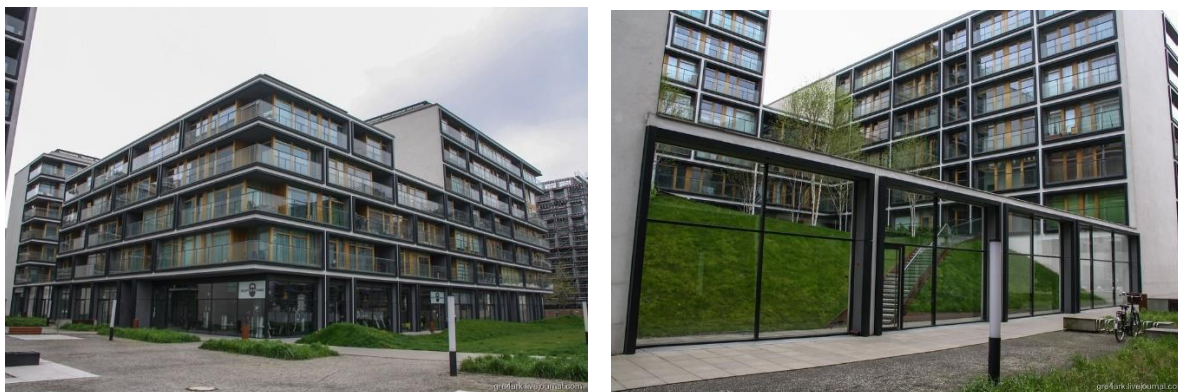


Рис. 3. Перспективные виды комплекса 19 dzielnica в Варшаве
Fig. 3. Perspective views of the 19 dzielnica complex in Warsaw

Сейчас можно наблюдать переход и слияние городских пространств с одиночной функцией (торговля, жилье, парковая зона) в многофункциональную адаптивную городскую среду. Примером может послужить современный жилой район с развитой инфраструктурой, сочетающий в одной городской единице функции жилья, торговли, развлечений, образования и общения с природой. За счет многофункциональности среды внутри жилого района повышается качество городской среды, что влечет за собой улучшение качества жизни людей [8].



Рис. 4. Жилой эко-квартал Nieuw Bergen в Эйндховене
Fig. 4. Residential eco-quarter Nieuw Bergen in Eindhoven

При анализе мирового опыта выявлено достижение многофункциональности среды за счет разделения функций по крупности. Например, размещение значимых функциональных объектов на пересечении основных потоков или магистралей, тогда как объекты, размещенные в застройке, будут иметь более мелкие и разнообразные функции, отвечающие запросам лишь той группы населения, которая проживает в среде этой застройки [8].

Также используется разделение района на структурные единицы. Самой мелкой единицей является жилая группа со своим закрытым дворовым пространством и площадками, рассчитанными только на жильцов ближайших домов. Далее следует микрорайон, в который входит несколько жилых групп, объекты дошкольного и школьного образования, небольшие зеленые зоны. И последней, самой крупной структурной единицей будет являться жилой район, состоящий из 2-4 микрорайонов, парковой зоны, объектов спортивного назначения, рассчитанных на весь район, а также общественного центра района с функцией торговли, обслуживания, развлечения.

Определено также, что существенно повышает уровень комфортности проектирование ясной и удобочитаемой структуры жилого района: видимое разделение главных и второстепенных транспортно-пешеходных связей [10]. А также проектирование

К проектированию городских жилых районов сейчас предъявляется множество требований и принципов, перечислим некоторые из них:

1. Сохранение окружающей среды и максимальное использование невидоизмененного ландшафта территории.
2. Обеспечение доступности городской среды для разных социальных категорий граждан.
3. Экономичность постройки.
4. Использование качественных современных материалов и технологий, отвечающих требованиям экологизации.
5. Использование принципов «зеленой архитектуры» не только для отдельных объектов, но и в масштабах города (рис. 4).

транспортно-пешеходного каркаса внутри жилых районов максимально безопасными, а также использование принципов разделения транспортных и пешеходных артерий (например, «дворы без машин»).

Рекомендовано размещение в среде социокультурных и культурно-исторических объектов для формирования воспитательной функции граждан.

Проанализировано, что учет основных направлений пешеходных и транспортных потоков внутри района и проработка более развитой сети связей в местах наибольшего скопления людей существенно влияет на удобство обслуживания района. Вокруг этих, так называемых «русел» социальной активности целесообразно размещать объекты обслуживания, работающие на район [9].

Выявлено, что использование многоуровневых паркингов целесообразно в структуре современного жилого района. В последние годы наиболее остро стоит вопрос о размещении транспортных средств, так как их количество растет с каждым годом. В связи с этим рекомендуется использование многоуровневых паркингов (рис. 5) на территории жилых образований. Эти строения занимают намного меньше места в сравнении с наземными парковками той же вместимости, а также позволяют защищать транспортные средства от атмосферных

воздействий. Долгие годы строения такого типа не были оценены по достоинству, так как их строительство требует больших единовременных затрат. Однако при продаже машиномест и

закреплении их за владельцами недвижимости жилого района, экономический потенциал многоуровневых паркингов оказывается довольно большим.



Рис. 5. Многоуровневые паркинги
Fig. 5. Multi-level parking lots

При анализе выявлено, что проектирование архитектуры всего жилого района в едином стилевом решении влияет на его положительное визуальное восприятие. Человек не воспринимает архитектуру застройки, фасады зданий, отдельно от среды, поэтому целесообразно использовать выразительный городской интерьер (например, МАФ).

Применение застройки переменной этажности (рис. 6) внутри жилого района. Выявлено, что наиболее комфортно населению, когда этажность понижается к центру района, формируя этим более замкнутые камерные общественные пространства, защищенные от шумовых воздействия внешней среды города.



Рис. 6. Использование переменной этажности
Fig. 6. Using a variable number of floors

Целесообразно использование домов-комплексов с обслуживанием в нижних этажах в среде жилой застройки (рис. 7). Это помогает

сократить нерациональное использование территории жилого района на мелкие объекты торговли и бытового обслуживания [6].



Рис. 7. Жилой дом-комплекс с обслуживанием. Экспериментальная модель. Автор Гаврикова Д.
Fig. 7. A residential building is a serviced complex. An experimental model. Author Gavrikova D.

Рекреация в жилом районе обычно сосредотачивается в роли озеленения. В современных условиях городским жителям часто не хватает общения с природой, это выражается в подавленном настроении и высоком уровне стресса у населения. В связи с этим применяется обильное озеленение жилых групп, а также создание крупного зеленого массива внутри района (рис.8), например, ландшафтного парка. А также рекомендуется применение пешеходной зеленой оси района,

соединяющей несколько скверов или парков. Наилучший эффект безопасной комфортной среды микрорайона достигается, когда на эту ось выходят основные пешеходные связи с жилых групп и ось беспрепятственно связывает жилье с объектами культурно-бытового обслуживания, школами, детскими дошкольными учреждениями. Таким образом формируется комфортная безопасная внутримикрорайонная среда, которая влечет привлекательность для жителей.



Рис. 8. Проект района Бережковская набережная. Размещение парковой зоны внутри жилого района (МАРХИ)
Fig. 8. The project of the Berezhkovskaya Embankment district. Placement of a park area inside a residential area (Moscow Architectural Institute)

Для наилучшего проектного решения требуется анализ существующей транспортной сети города и ее коррективы в пользу удобства жителей новой крупной градостроительной единицы. Доступность общественного транспорта существенно повышает комфортность, качество жизни, помогает более рационально использовать улично-дорожную сеть как в масштабах города, так и самого жилого района. Сбалансированность различных видов общественного транспорта создает альтернативу чрезмерному использованию личного автотранспорта в городской среде [11].

Рассмотрим еще один градостроительный прием: применение «мягких границ» в проектировании жилых районов [5]. Он

заключается в плавном переходе от внешнего пространства (транзитные пешеходные связи, общественные скверы, торговые павильоны и т.д.) к внутреннему (дворы жилых групп) и способствует повышению безопасности района за счет социального контроля. Пограничное пространство должно быть «прозрачным» и взаимодействовать со средой. Например, когда уровень первого этажа находится вровень с пешеходной частью или столики кафе находятся на улице для создания ощущение плавного «перетекания» функции общественного пространства во внешнюю среду [2][10]. Пример этого эффекта представлен на рис. 9.

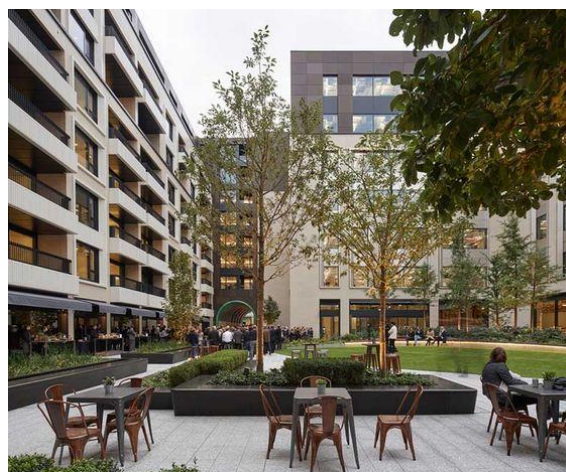


Рис. 9. Жилой комплекс с садом на Оксфорд-стрит в Лондоне
Fig. 9. Residential complex with garden on Oxford Street in London

Таким образом, все рассмотренные принципы и приемы проектирования жилых районов существенно повышают уровень качества жилой среды и взаимосвязи функциональных подзон. Рекомендуется их применять комплексно. В качестве экспериментальной апробации этой гипотезы был разработан проект жилого района на 23000 жителей в г. Симферополь Республики Крым (рис. 10). В проект были заложены основные выявленные принципы и приемы проектирования. Главными особенностями стали: разделение района

на структурные единицы посредством использования обособленных жилых групп, использование домов-комплексов с обслуживанием, понижение застройки к центру района, проектирование развитого транспортно-пешеходного каркаса с минимальным пересечением пешеходных связей транспортными, использование многоуровневых паркингов, также озеленение проектируемого района составляет более 40 % территории.

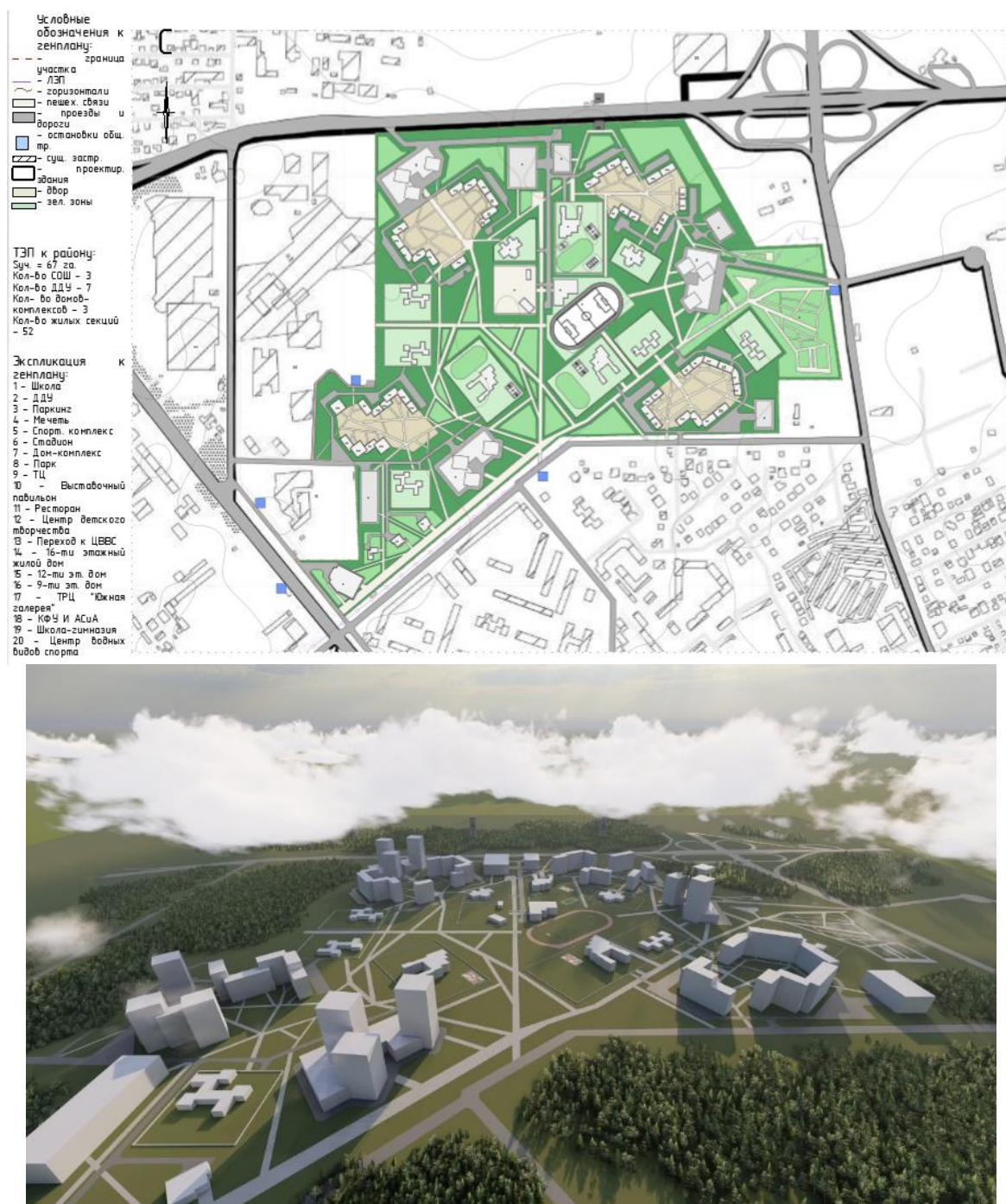


Рис. 10. Генеральный план и общий вид на жилой район. Экспериментальная модель. Автор: Гаврикова Д.
Fig. 10. Master plan and general view of the residential area. An experimental model. Author Gavrikova D.

ВЫВОДЫ

Был проведен комплексный анализ зарубежного и отечественного опыта строительства и проектирования жилых районов в городах.

Анализ показал, что большая часть рассматриваемых жилых районов имеют схожие проблемы и требования в сфере градостроительства. При этом было определено, что наиболее часто встречающимися являются: использование некачественных устаревших материалов в строительстве жилых зданий, монофункциональность среды (например, исключительно жилая застройка), хаотичное размещение транспортно-пешеходных связей, нет разграничения пешеходных безопасных путей, не закладывается безбарьерная среда для маломобильных групп населения, недостаточное озеленение дворовых и общественных пространств районов жилой застройки, наблюдается частое конфликтное микрозонирование в основном связанное с интересами разновозрастного населения.

На основании вышеизложенной информации разработаны принципы проектирования жилых районов: принцип сохранения окружающей среды; принцип доступности среды; принцип создания удобной транспортно-пешеходной сети; принцип разделения на структурные единицы; применение «мягких границ»; формирование сети многофункциональных общественных пространств внутри квартала; принцип переменной этажности.

Выделенные принципы проектирования жилых районов, основанные на анализе примеров мирового и отечественного опыта, являются универсальными и рекомендуются для применения в различных населенных пунктах.

Таким образом, в современном градостроительстве жилой район, как структурная единица города, играет значительную роль. Поэтому в настоящее время так важно руководствоваться принципами устойчивого развития при проектировании жилых районов для обеспечения большого количеству населения комфортной и удобной жизни в многофункциональной и экологичной городской среде. Планировка внутридворовых пространств должна быть запроектирована с позиции мета восстановления моральных и физических сил жителей, как ценный здоровье сберегающий ресурс рекреационного пространства. В современном быстроменяющемся мире важным концептуальным подходом в проектировании должен стать переход от привычного культурно-бытового обслуживания к рекреации с расширенными функциями, структурой и задачами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдотьян Л. Н. Градостроительное проектирование: учеб. для вузов / Л. Н. Авдотьян, И. Г. Лежава, И. М. Смоляр. – М.: Стройиздат, 1989. – 432 с.
2. Козлова Л. В. Границы как метод оживления городского пространства / Вестник ИрГТУ – №6 (89). – 2014. – С. 117-122 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://journals.istu.edu/vestnik_irgtu/journals/2014/06/articles/20 (дата обращения: 31.01.2024).
3. Крашенников А. В. Социально-пространственная структура пешеходного пространства / А. В. Крашенников // Международный электронный научно-образовательный журнал «Архитектура и современные информационные технологии» (АМИТ). – 2012. – № 4 (21). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marhi.ru/AMIT/2012/4kvart12/krashennikov/krasheninnikov.pdf> (дата обращения: 31.01.2024).
4. Федченко И.Г. Принципы формирования жилых планировочных единиц в контексте современных тенденций градостроительства / И.Г. Федченко // Международный электронный научно-образовательный журнал «Архитектура и современные информационные технологии» (АМИТ). – 2015. – 1(30). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.marhi.ru/AMIT/2015/1kvart15/fedchenko/abstract.php> (дата обращения: 31.01.2024).
5. Ян Гейл. Города для людей (пер. с англ. А. Токтонов.). – М.: Альпина Паблицер, 2012. – 276 с.
6. Харченко, Е. С. Типы полифункциональных жилых комплексов в структуре современного города / Е. С. Харченко // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2012. – №9. – с.34-39. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/typy-polifunksionalnyh-zhilyh-kompleksov-v-strukture-sovremennogo-goroda/viewer> (дата обращения: 31.01.2024).
7. Табунщиков, Ю.А. Принципы формирования энергоэффективных жилых районов / Ю.А. Табунщиков // Architecture and Modern Information Technologies. – 2012. – с. 1-9. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/printsiy-formirovaniya-energoeffektivnyh-zhilyh-rayonov/viewer> (дата обращения: 31.01.2024).
8. Назаров, Д.С., Таратута, Т.И. Многофункциональная адаптивная жилая среда в городах России / Д.С. Назаров, Т.И. Таратута // Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ: материалы международной научно-практической конференции, 2021 г. / Московский архитектурный институт. – Москва : МАРХИ, 2021. – С. 195-198. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogofunktsionalnaya-adaptivnaya-zhilaya-sreda-v-gorodah-rossii/viewer> (дата обращения: 31.01.2024).
9. Забрускова, М.Ю., Пономарев, Е.С. Проектирование жилых районов массовой застройки в современных условиях / М.Ю.Забрускова, Е.С.Пonomарев // Academia. Архитектура и строительство. – 2009. – с. 51-56. -

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-zhilyh-rayonov-massovoy-zastroyki-v-sovremennyh-usloviyah/viewer> (дата обращения: 31.01.2024).

10. Козлова, Л.В. Опыт германии в трансформации общественных пространств микрорайонов 1960-80-х гг. / Л.В. Козлова // *Architecture and Modern Information Technologies*. – 2017. - № 2 (39). – с. 255-267. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-germanii-v-transformatsii-obschestvennyh-prostranstv-mikrorayonov-1960-80-h-gg/viewer> (дата обращения: 31.01.2024).

11. Клевакин, А.Н. От расчлененного к компактному городу / А.Н. Клевакин // *Ползуновский вестник*. - 2013. - № 4-1. – с.101-106. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ot-raschlenennogo-k-kompaktnomu-gorodu/viewer> (дата обращения: 31.01.2024).

12. СП 323.1325800.2017 «Территории селитебные. Правила проектирования наружного освещения» // Минстрой России – URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/8f6/SP-323-Territorii-selitebnye.pdf> (дата обращения: 23.02.2024).

13. Планировка и застройка городских и сельских поселений: СП 42.13330.2016. : Утв. приказом Мин. строительства и жилищно-комм. хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2016 г. N 1034/пр : введен в действие с 1 июля 2017 г. // Минстрой России – URL: <https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/165/sp-42.pdf> (дата обращения: 23.02.2024).

14. Национальный проект «Жильё и городская среда» // Минстрой России – URL: <https://minstroyrf.gov.ru/trades/natsionalnye-proekty/natsionalnyu-proekt-zhilye-i-gorodskaya-sreda/> (дата обращения: 23.02.2024).

15. Стратегия социально-экономического развития Республики Крым до 2030 г.: закон РК от 9 января 2017 г. N 352-ЗРК/2017: принят Советом Республики Крым 28 декабря 2016 г.

16. Градостроительство. Теория и практика: Учебное пособие / Г. А. Потаев. - Москва. ФОРУМ, 2014 - 432 с.

17. Пьер Мерлен. Новые города. Районная планировка и градостроительство М. «Прогресс», 1975.

(AMIT). – 2012. – No. 4 (21). [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.marhi.ru/AMIT/2012/4kvart12/krashennikov/krashennikov.pdf> (date of application: 01.31.2024).

4. Fedchenko I.G. Principles of formation of residential planning units in the context of modern urban planning trends / I.G. Fedchenko // *International electronic scientific and educational journal "Architecture and Modern Information Technologies"* (AMIT). – 2015. – 1(30). – [Electronic resource]. – Access mode: <http://www.marhi.ru/AMIT/2015/1kvart15/fedchenko/abstract.php> (date of access: 01.31.2024).

5. Jan Gale. *Cities for people* (translated from English by A. Toktonov). – М.: Alpina Publisher, 2012. – 276 p.

6. Kharchenko, E. S. Types of multifunctional residential complexes in the structure of a modern city / E. S. Kharchenko // *Bulletin of the Pridnestrovian State Academy of Architecture*. – 2012. – No.9. – pp.34-39. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/typy-polifunktsionalnyh-zhilyh-kompleksov-v-strukture-sovremennogo-goroda/viewer> (date of application: 01.31.2024).

7. Tabunshchikov, Yu.A. Principles of formation of energy-efficient residential areas / Yu.A. Tabunshchikov // *Architecture and Modern Information Technologies*. – 2012. - pp. 1-9. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/printsiyiformirovaniya-energoeffektivnyh-zhilyh-rayonov/viewer> (date of application: 01.31.2024).

8. Nazarov, D.S., Taratuta, T.I. Multifunctional adaptive living environment in Russian cities / D.S. Nazarov, T.I. Taratuta // *Science, education and experimental design. Proceedings of the MARCHI: Proceedings of the International scientific and Practical conference, 2021 / Moscow Architectural Institute*. – Moscow : MARKHI, 2021. – С. 195-198. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mnogofunktsionalnaya-adaptivnaya-zhilaya-sreda-v-gorodah-rossii/viewer> (date of application: 01.31.2024).

9. Zabruskova, M.Yu., Ponomarev, E.S. Designing residential areas of mass development in modern conditions / M.Yu. Zabruskova, E.S.Ponomarev // *Academia. Architecture and construction*. – 2009. – pp. 51-56. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/proektirovanie-zhilyh-rayonov-massovoy-zastroyki-v-sovremennyh-usloviyah/viewer> (date of application: 01.31.2024).

10. Kozlova, L.V. German experience in the transformation of public spaces in neighborhoods of the 1960s-80s / L.V. Kozlova // *Architecture and Modern Information Technologies*. – 2017. - № 2 (39). – pp. 255-267. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opyt-germanii-v-transformatsii-obschestvennyh-prostranstv-mikrorayonov-1960-80-h-gg/viewer> (date of application: 01.31.2024).

11. Klevakin, A.N. From a dismembered to a compact city / A.N. Klevakin // *Polzunovsky bulletin*. - 2013. - No. 4-1. – pp.101-106. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ot-raschlenennogo-k->

REFERENCES

1. Avdotyin L. N. *Urban planning design: textbook for universities* / L. N. Avdotyin, I. G. Lezhava, I. M. Smolyar. – М.: Stroyizdat, 1989. – 432 p.

2. Kozlova L. V. Borders as a method of revitalizing urban space / *Bulletin of IrSTU* – №6 (89). – 2014. – Pp. 117-122 [Electronic resource]. – Access mode: http://journals.istu.edu/vestnik_irgtu/journals/2014/06/articles/20 (date of application: 01.31.2024).

3. Krashenninikov A.V. Socio-spatial structure of pedestrian space / A.V. Krashenninikov // *International electronic scientific and educational journal "Architecture and Modern Information Technologies"*

kompaktnomu-gorodu/viewer (date of application: 01.31.2024).

12. SP 323.1325800.2017 "Residential territories. Rules for the design of outdoor lighting" // Ministry of Construction of Russia – URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/8f6/SP-323.-Territorii-selitebnye.pdf> (date of application: 02/23/2024).

13. Planning and construction of urban and rural settlements: SP 42.13330.2016. : Approved by the order of the Ministry. construction and housing comm. farms of the Russian Federation dated December 30, 2016 N 1034/pr : entered into force on July 1, 2017 // Ministry of Construction of Russia – URL: <https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/165/sp-42.pdf> (date of application: 02/23/2024).

14. National project "Housing and urban environment" // Ministry of Construction of Russia – URL: <https://minstroyrf.gov.ru/trades/natsionalnye-proekty/natsionalnyy-proekt-zhilye-i-gorodskaya-sreda/> (date of appeal: 02/23/2024).

15. Strategy of socio-economic development of the Republic of Crimea until 2030: Law of the Republic of Kazakhstan dated January 9, 2017 N 352-ZRK/2017: adopted by the Council of the Republic of Crimea on December 28 2016.

16. Urban planning. Theory and practice : A textbook / G. A. Potaev. - Moscow. FORUM, 2014. - 432 p.

17. Pierre Merlin. New cities. District planning and urban planning M. "Progress", 1975.

CURRENT TRENDS IN THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF RESIDENTIAL AREAS IN CITIES

Sidorova V.V.¹, Gavrikova D.D.²

V.I. Vernadsky Crimean Federal University,
Institute "Academy of Construction and Architecture"
181, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea 295493

¹ nucikBBC@yandex.ru, ² darr1102@mail.ru

Abstract: This scientific article is devoted to the study of modern experience and principles of designing residential areas in cities, as well as the study of foreign and domestic literary sources on the design of residential areas. Domestic and foreign examples of developed and built residential projects were analyzed. Based on this research, the author has developed the principles of designing residential areas using the example of a residential area in Simferopol.

Subject of research: the design and construction of residential areas.

Materials and methods: In the course of the study, literary sources that are in the public domain were analyzed, and the functional zoning of residential areas of cities was analyzed.

Results: A comprehensive analysis of foreign and domestic examples of the design of residential areas in cities was carried out. Based on the above information, the principles of designing residential areas have been developed.

Conclusions: The analysis showed that most of the residential areas under consideration have similar problems and requirements in the field of urban planning. At the same time, it was determined that the most common are: the use of low-quality outdated materials in the construction of residential buildings, monofunctionality of the environment (for example, exclusively residential buildings), chaotic placement of transport and pedestrian connections, insufficient landscaping of courtyards and public spaces of residential areas.

Key words: residential area, urban environment, multifunctionality, residential development.

Раздел 2. Строительство

УДК: 69:004.92

ИННОВАЦИИ В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ПОСРЕДСТВОМ ИНТЕГРАЦИИ BIM/ГИС

Якушев. Н. М., Иванов Д.А., Симаков Н.К., Кисляков М.А.

Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова
Россия, 426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, Студенческая ул., д.7

Аннотация. Инновации в жизненном цикле строительства - важная тема для современной индустрии строительства. Введение технологий BIM (Building Information Modeling) и ГИС (Геоинформационная система) в строительный процесс изменяет традиционную методологию проектирования зданий и сооружений. Интеграция BIM и ГИС позволяет повысить точность и качество информации при проектировании и строительстве. Это достигается за счет цифрового контроля и управления данными, которые хранятся в единой базе данных, доступной всем участникам проекта. Применение интеграции систем при проектировании зданий позволяет намного более точно отобразить достижения эргономики и безопасности, работы с энергией, оптимизации материалов, а также прогнозирования эксплуатационных расходов. Инновации в жизненном цикле строительства позволяют снизить временные и финансовые затраты, а также повысить качество работы во всей цепочке доставки проекта. Это важно для различных секторов, включая жилищное строительство, коммерческую недвижимость и объекты инфраструктуры. BIM и ГИС также помогают упростить взаимодействие между всеми участниками проекта - от архитекторов и инженеров до строителей и эксплуатационных команд. Это обеспечивает более эффективное решение проблем и улучшает взаимодействие на всем этапе жизненного цикла проекта.

Предмет исследования: экспорт BIM-модели, созданной в программе Graphisoft ArchiCAD, в ГИС-платформу Autodesk Civil 3D.

Материалы и методы: в ходе исследования описаны основные термины и определения, сопоставлен функционал рассматриваемых платформ, а также приведены преимущества интеграции технологий, рассмотрен опыт применения технологий информационного моделирования, используемый для градостроительной деятельности на примере BIM-модели здания кафе. В работе проанализированы теоретические и практические материалы, касающиеся предмета исследования, сделаны выводы. В процессе подбора материалов по теме публикации и анализа полученных результатов применены традиционные методы сравнения и аналогии.

Результаты: в ходе исследования установлено, что при совместном использовании технологии BIM и ГИС возникает возможность усовершенствования процессов создания проектов строительства, над которыми они работают сообща, визуализируя готовые проекты в их среде. Это может помочь в обнаружении возможных несоответствий с иными существующими элементами в этой местности строительства.

Выводы: При анализе принципов совместного применения технологии BIM и ГИС установлены их достоинства и недостатки, на основе которых сформулированы выводы о дальнейшем применении и интеграции продуктов компании Graphisoft и Autodesk.

Ключевые слова: программа, система, интеграция, проектирование, модель.

ВВЕДЕНИЕ

Способность представлять картину будущего имеет решающее значение для успешного развития в современную эпоху в любой сфере деятельности. Она позволяет предугадывать некоторые тенденции и заранее к ним готовиться. Сегодня присутствует необходимость в инновационных подходах к планированию объектов строительства [1,2,3]. При новом подходе ГИС напрямую дополняет BIM модель различными данными, а BIM, в свою очередь, позволяет в полной мере раскрывать возможности ГИС систем. Интеграция данных ГИС и BIM подразумевает оптимизацию создания объектов в системах, обеспечивая планирование обновленных и более экологически рациональных проектов.

Наиважнейшим фактором интеграции BIM моделирования в ГИС системы является то, что большая часть строительных объектов подразумевает под собой массивную сложную структуру, которая требует совмещения и различных моделей, подходов и требований.

Информационное моделирование сооружения

– процесс создания компьютерной модели объекта сооружения, которая отображает его физические, геометрические и функциональные характеристики. Информационное моделирование может быть использовано для предварительного проектирования и оптимизации строительства, для управления процессом строительства и проведения тестов на различных этапах работ. Также информационная модель может служить основой для дальнейшего управления и эксплуатации сооружения, а также для анализа его перспективных модификаций и дальнейших реконструкций [4,5].

Геоинформационные системы (ГИС) - комплекс программных и аппаратных средств, которые позволяют собирать, хранить, анализировать, обрабатывать, а также представлять географические данные и информацию о земной поверхности и ее объектах в виде карт, графиков и таблиц.

BIM-технологии (BIM - Building Information Modelling, информационное моделирование зданий) — информационные технологии, которые

используются для создания и управления информационной моделью здания или инфраструктуры (Building Information Model – BIM). BIM-технологии позволяют объединить в одной модели все данные, связанные с проектированием, строительством и эксплуатацией объекта, в том числе геометрические, графические, технические, экономические и другие параметры. Это позволяет оптимизировать процессы проектирования и строительства, контролировать качество и сроки выполнения работ, а также упростить эксплуатацию и ремонт объектов.

Цель исследования. Основной целью данной статьи является анализ экспорта BIM-модели, созданной в программе Graphisoft ArchiCAD, в ГИС-платформу Autodesk Civil 3D. Необходимо провести анализ экспортированной модели здания, а также поиск ошибок, потеря данных и неудовлетворительно перенесенных элементов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.

Преимущества интеграции

Ключевым звеном в росте развития информационного моделирования в сфере строительства стала возможность интеграции ГИС и BIM технологий. Связано это с наиболее обширным представлением жизненного цикла объектов строительства и прямым включением в этот цикл этапов, начиная с концептуального строительства, заканчивая эксплуатацией в целом [6,7,8].

Однако, если взглянуть на это с другой стороны, приобретаемые преимущества в использовании этих технологий проявляются на разных этапах и в разных формах, затрагивая разнообразный состав

заинтересованных сторон строительства. Интеграция технологий BIM и ГИС позволяет нам создавать информационные системы, хорошо выполняющие свои функции в крупных географических масштабах, отвечающие ИТ-стандартам крупных предприятий в области безопасности, которые адаптируются к различным исходным источникам данных и корпоративным приложениям, позволяя воссоздавать обратные гиперссылки к содержащим более массивное количество данных информационным моделям здания.

Проблемы интеграции

BIM и ГИС разные системы по способу их применения, в них имеют различия используемые инструменты и стандарты. Их основным отличием является то, что BIM- графическая программа, которая используется для проектирования сооружений с высоким уровнем геометрической и параметрической детализации, а ГИС является системой, использующей базы данных в целях моделирования больших географических местностей реального мира [9,10].

При их совместном использовании присутствует возможность усовершенствования процессов создания проектов строительства, над которыми они работают сообща, визуализируя готовые проекты в их среде. Это может помочь в обнаружении возможных столкновений с иными существующими элементами в этой местности. В таблице 1 описана область применения систем BIM и ГИС [11,12].

Таблица 1. Отличие систем BIM и ГИС
Table 1. The difference between BIM and GIS systems

	BIM	ГИС
Цель	Цифровое представление, используемое для проектирования, строительства и управления	Захватывает, хранит, анализирует, управляет и представляет данные, связанные с расположением
Программные продукты	Autodesk Revit, Graphisoft ArchiCAD	ArcGIS Desktop, Autodesk Civil 3d
Продукт	Представляют несуществующие объекты	Представление пространственного объекта
Пространственный анализ	Нет пространственного анализа	Присутствует пространственный анализ
Тип данных	Отдельные файлы чертежей (2D или 3D)	Карты, объединённые в несколько наборов функций (улиц, зданий, топографические); много типов данных (фото, видео, базы данных)
Пользователи	Один пользователь	Несколько пользователей в одном наборе данных
Стандарты	IFC	OGC WMS, WFS, GML, CityGML

Передача BIM модели в Civil 3D

В нашем исследовании выбор пал на модель кафе в качестве тестового объекта исследования и демонстрации интеграции систем BIM и ГИС.

Программное обеспечение BIM от компании Graphisoft ArchiCAD принято использовать для составления 3D-моделей объекта (Рис.4). Основными источниками для 3D- моделирования

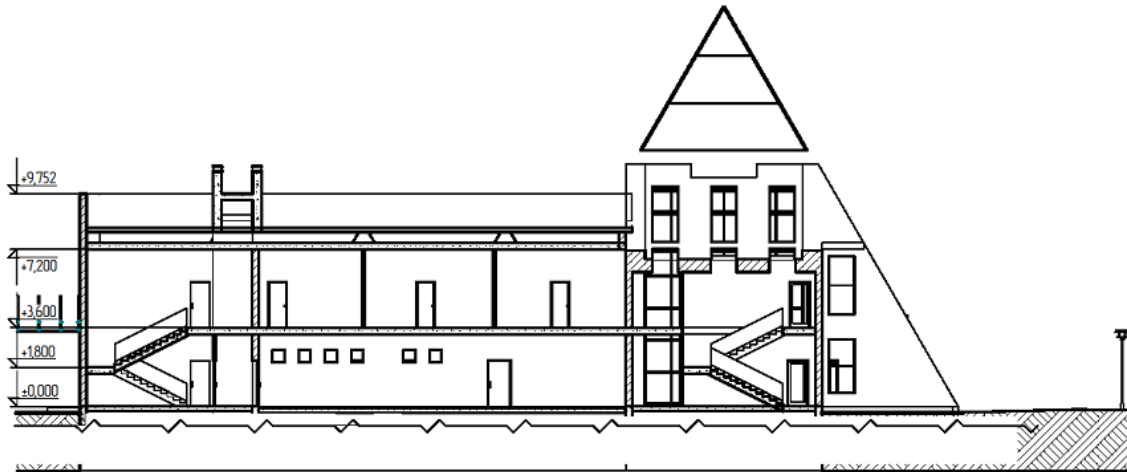


Рис.3 Разрез
Fig 3. Section

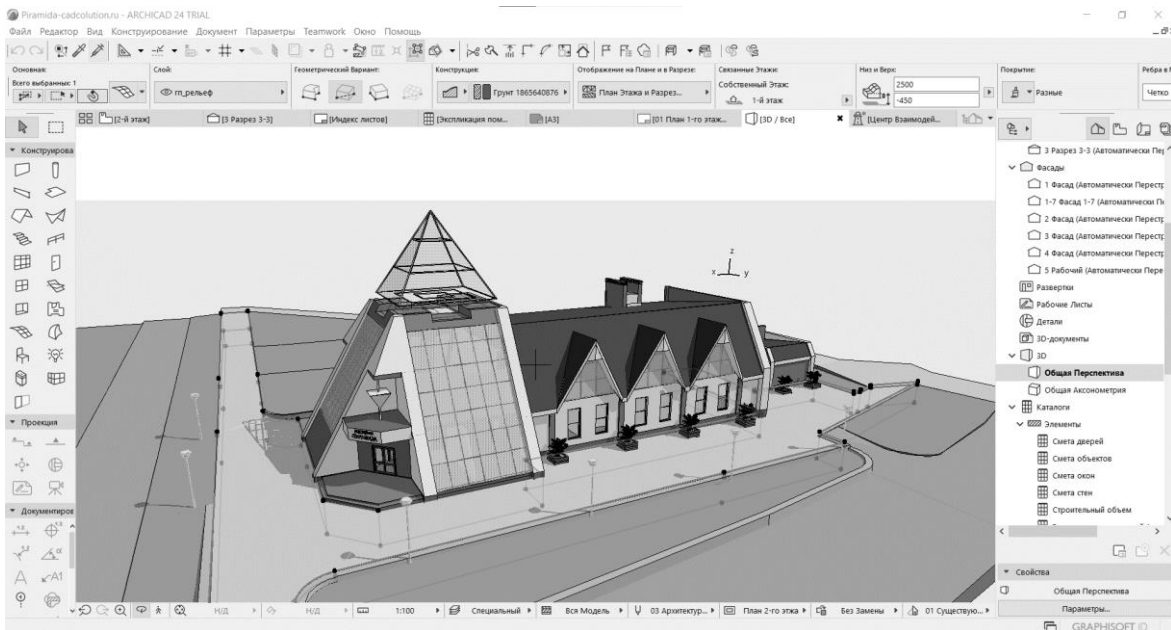


Рис.4 3D изображение кафе
Fig 4. 3D image of the café

3D-модели, созданные в ArchiCAD, экспортируются в формат IFC, а затем импортируются в Civil 3D. После процесса преобразования модели в файлы IFC мы получаем следующий результат[15] (Рис.5;Рис6).

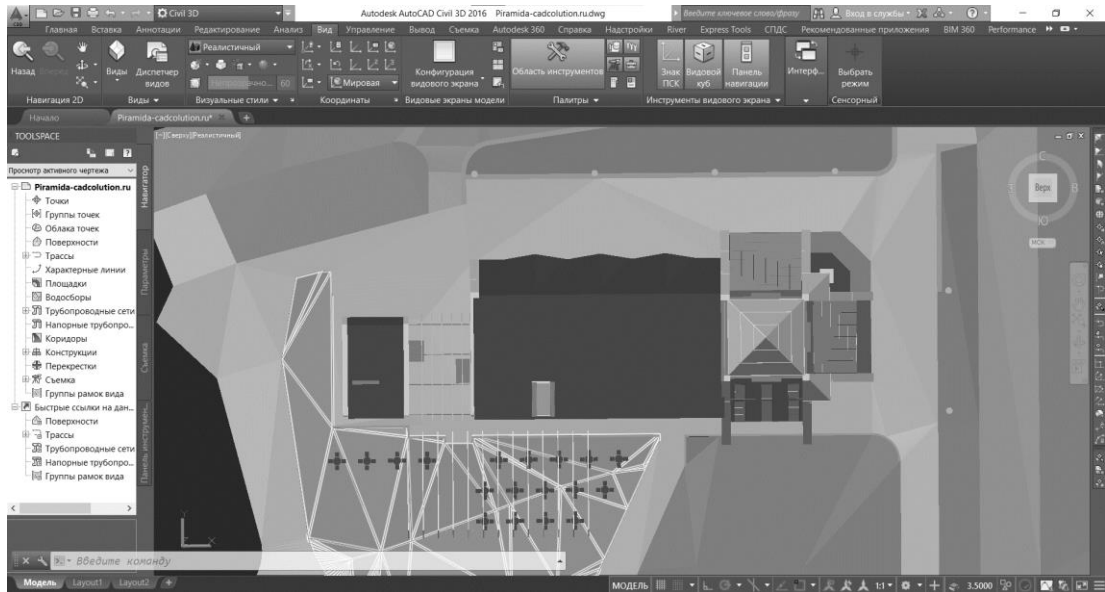


Рис.5 Отображение вида сверху в Civil 3D
Fig. 5. Displaying the top view in Civil 3D

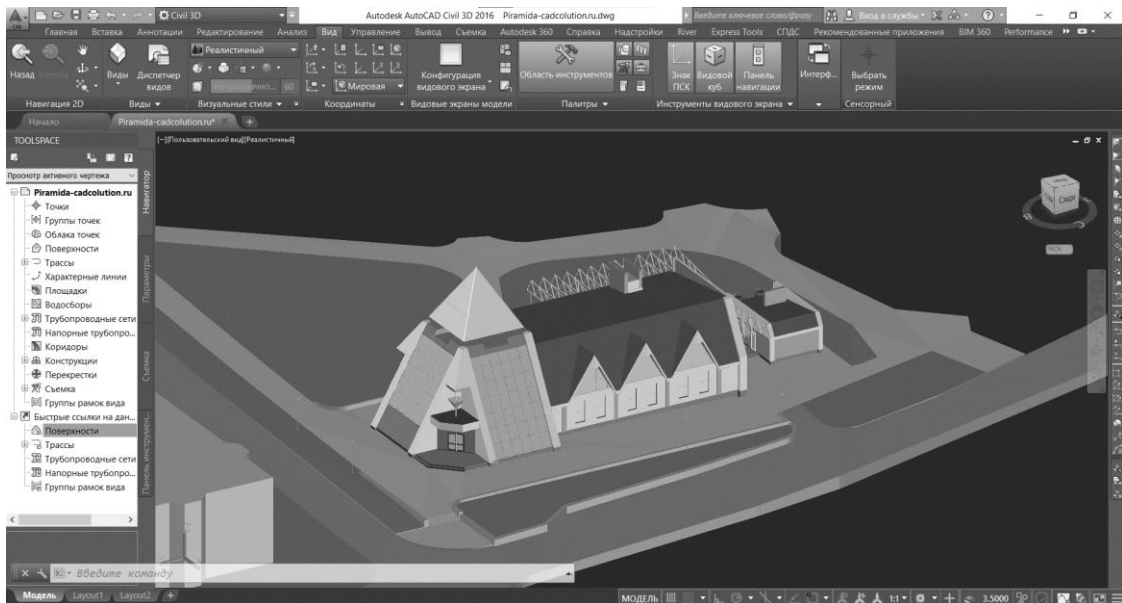


Рис.6 Отображение 3D вида в Civil 3D
Fig. 5. Displaying a 3D view in Civil 3D

Результаты импорта BIM модели в ГИС систему. Модель была передана неплохо: верно были переданы цветовая палитра большинства объектов, план сооружения с дополнительными объектами, такими как расположение столов и стульев, пропорции здания, некоторые элементы декора, лестницы, двери и окна. Однако, были утеряны следующие элементы: наименование кафе, цветочные посадки, а также некоторые пространственные характеристики; не определена цветовая гамма заполненных дверных и оконных проемов.

ВЫВОД

В результате исследования были выявлены положительные и отрицательные качества интеграции BIM и ГИС систем, была успешно проведена попытка экспорта модели здания, созданного в программе Archicad, в программу Autodesk Civil 3d. Выявлены потерянные элементы здания, а именно: утеряны элементы дверных и оконных проемов, их характеристики, некоторые элементы декора здания, а также ступени входной группы. Не смотря на потерю некоторых элементов, в целом фасад здания переведен качественно (Сохранилась форма здания, большинство

геометрических характеристик и большая часть фасада). Это говорит нам о том, что при должной доработке взаимопонимания интегрируемых программ, дальнейшее применение и интеграция продуктов информационного моделирования имеет большое будущее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Метельская А.С., Уварова Е.Л. Применение ГИС и САПР в землеустроительном проектировании // IV международная научно-практическая конференция факультета землеустройства и кадастров ВГАУ. Воронеж, 2022. С. 190-197.
2. Гришаков Д.Н., Гопкало В.Н., Возможность взаимодействия BIM и ГИС// 80я межвузовская студенческая научно-практическая конференция. 2022. С. 25.
3. Райкин Л.И., Стефанова М.В., Беленкова Н.С., Заплаткина А.А., Объединение возможностей технологий BIM и ГИС// 30я Всероссийская научно-практическая конференция по графическим информационным технологиям и системам. 2020. С. 261-265.
4. Ковалев И.Н., Использование геоинформационных систем и BIM технологии в строительстве// Журнал: молодежный вестник ИрГТУ. 2020. С. 7-11.
5. Виленский М.Ю., Русанов Г.Е., Волков В.И., Лобанов Ю.Н., Градостроительство как область профессиональной деятельности// Журнал: Вестник гражданских инженеров. 2019. С. 27-35.
6. Тронина И.А., Лопухов С.С., Оценка уровня развития Российского сектора информационных технологий// Материалы XVIII Международной научно-практической конференции. 2022. С. 315-323.
7. Лapidус А.А., Аветисян Р.Т., Мирзаханова А.Т., Казарян Р.Р., Перспективы развития BIM технологий на территории Российской Федерации // Системотехника строительства. Киберфизические строительные системы - 2019. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 331-334.
8. Грибкова И.С., Екутеч М.В., BIM на всех этапах жизненного цикла// Журнал: Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ 2018. С. 222-234.
9. Войтова Ж.Н., Малютина Т.П., Инструменты построения модели строительного объекта в BIM технологиях. // Вестник донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2019. С. 33-37.
10. Баженов А.А., Перспективы применения BIM технологий в современной строительной отрасли // материалы II Международной научно-практической конференции, 2019. С. 40-44.
11. Калистратова Е.А., Информационные системы в современном градостроительстве// сборник статей IV Международной научно-практической конференции. 2018. С. 162-164.
12. Горчханов Ю.Я., Николенко Н.С., Гушина Ю.В., Организационно-технические особенности управления строительными проектами на основе BIM – моделирования// Журнал: Инженерный вестник Дона. 2019. С.58.
13. Мухаметжанова В.С., Социальное управление в традиционном, индустриальном и постиндустриальном обществе: перспективы развития систем управления // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер.: Социология. 2020. № 3. С. 85.
14. Грахов В.П., Симченко О.Л., Русинова Н.С., Макарова А.Ю., Чазов Е.Л. Обоснование необходимости использования BIM- технологий с целью повышения эффективности проектной деятельности предприятия// Журнал: Социально-экономическое управление: теория и практика. 2019. С. 103-106.
15. Сунцов А.С., Симченко О.Л., Толкачев Ю.А., Чазов Е.Л., Самигуллина Д.Р., Анализ зрелости BIM-решений как инструмента обеспечения жизненного цикла здания// Журнал: CONSTRUCTION AND GEOTECHNICS. 2020. С.41-53.

REFERENCES

1. Metelskaya A.S., Uvarova E.L. [Application of GIS and CAD in land management design]. IV International Scientific and Practical conference of the Faculty of Land Management and Cadastre of the VGUU. Voronezh, 2022. pp. 190-197
2. Grishakov D.N., Gopkalo V.N. [The possibility of interaction between BIM and GIS]. 80th interuniversity student scientific and practical conference. 2022. p. 25.
3. Raikin L.I., Stefanova M.V., Belenkova N.S., Patchkina A.A. [Combining the capabilities of BIM and GIS technology]. 30th All-Russian Scientific and Practical Conference on Graphic Information Technologies and Systems. 2020. pp. 261-265.
4. Kovalev I.N. [The use of geoinformation systems and BIM technology in construction]. Journal: Youth Bulletin of IrSTU. 2020. pp. 7-11
5. Vilensky M.Yu., Rusanov G.E., Volkov V.I., Lobanov Yu.N. [Urban planning as a field of professional activity]. Journal: Bulletin of Civil Engineers. 2019. pp. 27-35.
6. Tronina I.A., Lopukhov S.S. [Assessment of the level of development of the Russian information technology sector]. Materials of the XVIII International Scientific and Practical Conference. 2022. pp. 315-323.
7. Lapidus A.A., Avetisyan R.T., Mirzakhanova A.T., Kazaryan R.R. [Prospects for the development of BIM technologies in the territory of the Russian Federation] System engineering of construction. Cyberphysical building systems - 2019. Collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference. 2019. pp. 331-334.
8. Gribkova I.S., Ekutech M.V. [BIM at all stages of the life cycle]. Journal: Electronic network polythematic journal "Scientific works of KubSTU 2018. pp. 222-234.

9. Voitova Zh.N., Malyutina T.P. [Tools for building a model of a construction object in BIM technologies]. Bulletin of the Donbass National Academy of Construction and Architecture. 2019. pp. 33-37.
10. Bazhenov A.A. [Prospects for the application of BIM technologies in the modern construction industry]. Materials of the II International Scientific and Practical Conference, 2019. pp. 40-44.
11. Kalistratova E.A. [Information systems in modern urban planning]. collection of articles of the IV International Scientific and Practical Conference. 2018. pp. 162-164.
12. Gorchkhanov Yu.Ya., Nikolenko N.S., Gushchina Yu.V. [Organizational and technical features of construction project management based on BIM modeling]. Journal: Engineering Bulletin of the Don. 2019. p.58.
13. Mukhametzhanova V.S. [Social management in traditional, industrial and post-industrial society: prospects for the development of management systems]. Bulletin of the Peoples' Friendship University of Russia. Ser.: Sociology. 2020. No. 3. p. 85.
14. Grahov V.P. Simchenko O.L., Rusinova N.S., Makarova A.Yu. It's Chazov.L. [Substantiation of the need to use BIM technologies in order to increase the efficiency of the project activity of the enterprise]. Journal: Socio-economic Management: Theory and practice. 2019. pp. 103-106.
15. Sunstov A.S., Simchenko O.L., Tolkachev Yu.A., Chazov E.L., Samigullina D.R. [Analysis of the maturity of BIM solutions as a tool for ensuring the life cycle of a building]. Journal: Construction and Geotechnics. 2020. pp.41-53.

INNOVATION IN THE CONSTRUCTION LIFECYCLE THROUGH BIM/GIS INTEGRATION

Yakushev. N. M., Ivanov D. A., Simakov N. K., Kislyakov M. A.

Izhevsk State Technical University named after M.T. Kalashnikov
Russia, 426069, Udmurt Republic, city of Izhevsk, Studencheskaya st., 7

Abstract. Innovation in the construction lifecycle is an important topic for the modern construction industry. The introduction of BIM (Building Information Modeling) and GIS (Geoinformation System) technologies into the construction process changes the traditional methodology of designing buildings and structures. The integration of BIM and GIS makes it possible to improve the accuracy and quality of information in design and construction. This is achieved through digital control and management of data stored in a single database accessible to all project participants. The use of system integration in building design makes it possible to display much more accurately the achievements of ergonomics and safety, energy management, optimization of materials, as well as forecasting operating costs. Innovations in the construction lifecycle can reduce time and financial costs, as well as improve the quality of work throughout the project delivery chain. This is important for various sectors, including housing, commercial real estate and infrastructure. BIM and GIS also help to simplify the interaction between all project participants - from architects and engineers to builders and operational teams. This provides more effective problem solving and improves collaboration throughout the project lifecycle.

Subject of the study is the export of a BIM model created in the Graphisoft ArchiCAD program to the Autodesk Civil 3D GIS platform.

Materials and methods: in the course of the study, the main terms and definitions are described, the functionality of the platforms under consideration is compared, as well as the advantages of technology integration are presented, the experience of using information modeling technologies used for urban planning activities is considered on the example of a BIM model of a cafe building. The paper analyzes theoretical and practical materials related to the subject of the study, and draws conclusions. In the process of selecting materials on the topic of publication and analyzing the results obtained, traditional methods of comparison and analogy were used.

Results: the study found that when BIM and GIS technology are used together, it becomes possible to improve the processes of creating construction projects on which they work together, visualizing ready-made projects in their environment. This can help in detecting possible inconsistencies with other existing elements in the construction area.

This is important for various sectors, including housing, commercial

Conclusions: When analyzing the principles of joint application of BIM and GIS technologies, their advantages and disadvantages are established, on the basis of which conclusions are formulated about the further application and integration of Graphisoft and Autodesk products.

Key words: program, system, integration, design, model.

ОБСЛЕДОВАНИЕ И УСИЛЕНИЕ ПЛИТ ПОКРЫТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО
КОРПУСА ООО "РОССНАБ"

Богущий Ю.Г.

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского»,
Институт «Академия строительства и Архитектуры»,
г. Симферополь, ул. Киевская, 181
E-mail: bogutskiyyg@mail.ru

Аннотация. В статье представлено обследование и техническое решение по усилению сборных железобетонных ребристых плит покрытия. Вследствие разрушения кровельного материала, атмосферные осадки беспрепятственно проникали во внутреннее пространство здания, и длительное время замачивали плиты покрытия. Постоянное замачивание плит покрытия вызвало развитие коррозионных процессов в рабочей и конструктивной арматуре, разрушению и отслоению защитного слоя бетона. Утяжеление состава кровли привело к появлению наклонных трещин в продольных ребрах отдельных плит. Анализ проявившихся дефектов в плитах показал, что некоторые плиты не способны воспринимать фактические величины нагрузок. Их состояние оценено как аварийное, эти плиты требуют усиления.

Предмет исследования: сборные железобетонные ребристые плиты покрытия.

Материалы и методы: материалы для данной статьи получены в ходе выполнения обследования сборных железобетонных ребристых плит покрытия производственного корпуса ООО "РОССНАБ". Общие параметры плит и видимые дефекты определяли визуальным освидетельствованием. При инструментальном обследовании выполняли вскрытия и обмеры плит покрытия, определяли прочностные и деформативные параметры конструкций.

Результаты: по результатам исследования получены данные для оценки технического состояния сборных железобетонных ребристых плит покрытия. Составлены ведомости дефектов и повреждений с описанием установленных параметров и их значений. Некоторые плиты не способны воспринимать фактические величины нагрузок. Их состояние оценено как аварийное, эти плиты требуют усиления.

Выводы: ввиду сложившейся аварийной ситуации и для недопущения развития последующих деформаций, влекущие за собой разрушения, было подготовлено инженерное решение по усилению плит покрытия. Рекомендуемый состав ремонтно-восстановительных работ и усиление предусматривает возможность дальнейшей безопасной эксплуатации производственного корпуса ООО "РОССНАБ".

Ключевые слова: усиление, плиты, авария, обрушение, бетон, обследование, дефекты.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие и совершенствование усиления железобетонных ребристых плит покрытия может включать следующие аспекты:

1. Использование новых материалов: разработка и применение более прочных и долговечных материалов для арматуры и бетона. Например, использование высокопрочной арматуры или использование фиброармированного бетона.

2. Улучшение конструкции плит покрытия: оптимизация размеров и расположения ребер железобетонной плиты для повышения ее прочности и устойчивости.

3. Использование прогрессивных методов производства: разработка и внедрение новых технологий и методов производства, которые позволят улучшить качество и надежность плит покрытия. Например, использование префабрикации или автоматизации производства.

4. Разработка новых способов усиления: исследование и разработка новых методов усиления плит покрытия, которые помогут повысить их нагрузочную способность. Например, использование спиралей из высокопрочной стали или волоконного усиления.

5. Интеграция с другими технологиями: использование современных информационных технологий, моделирования и стимуляции для улучшения проектирования и производства плит покрытия.

6. Усовершенствование методов испытаний: разработка новых и более точных методов испытаний плит покрытия для оценки их прочности и устойчивости.

Все эти меры могут помочь повысить надежность и долговечность железобетонных ребристых плит покрытия, что в свою очередь приведет к сокращению затрат на обслуживание и увеличению их эксплуатационного срока.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

В статье [2] Д.В. Артюшина, В.А. Шумихиной представлен один из способов усиления плит покрытия из ячеистого бетона производственного здания. Представлено конструктивное решение усиления плит, заключающееся в подведении под них стальных балок. Приведена технология проведения ремонтных работ.

В статье [3] Д.О. Василенко, А.И. Бедова освещены вопросы усиления сборных

железобетонных ребристых плит. Описаны методы усиления традиционными способами и с использованием композитных материалов. Выделены преимущества последнего метода, такие как долговечность, стойкость к коррозии, высокие механические характеристики, что особенно важно при реконструкции промышленных зданий и сооружений.



Рис. 1. Фотография армирования сборных ребристых плит композитными материалами
Fig. 1. Photo of reinforcement of prefabricated ribbed slabs with composite materials

В статье [4] И.Н. Гарькина рассматриваются актуальные вопросы о снижении опасности лавинообразного обрушения покрытия промышленного здания. Указываются причины возникновения аварийных ситуаций и меры по их предотвращению.

В статье [5] И.Н. Гарькина, Н.В. Агафонкиной приводится технология выполнения ремонтных работ промышленных зданий в части замены плит покрытий. Рассматриваются виды и способы проведения ремонтных и восстановительных работ в условиях городской застройки. Даются рекомендации по наиболее эффективному использованию материальных ресурсов. Разбирается алгоритм проведения ремонтных работ.

В статье [9] С.И. Евтушенко, Т.А. Крахмального описываются дефекты и повреждения производственных зданий, в ней приводится описание типовых дефектов конструкций покрытия – ферм и плит покрытия, причины появления дефектов, последствия к которым может привести развитие выявленного повреждения, рекомендации по оценке технического состояния и рекомендации по устранению выявленных повреждений. В статье так же выполнен обобщенный анализ причин образования дефектов и наиболее вероятные зоны образования повреждений.

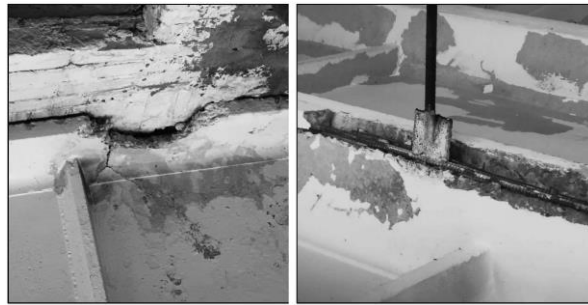


Рис. 2. Механические повреждения продольных ребер плиты покрытия
Fig. 2. Mechanical damage to the longitudinal ribs of the coating plate

В статье [10] К.К. Нежданова, Д.В. Артюшина приводится описание способа предотвращения зарождения прогрессирующего лавинообразного обрушения ребристых железобетонных плит покрытия путем создания жёсткого пространственного диска покрытия здания.



Рис. 3. Общий вид обрушения конструкций покрытия цеха литейно-арматурного завода в г. Пензе
Fig. 3. General view of the collapse of the coating structures of the foundry and reinforcement plant in Penza

В статье [11] К.К. Нежданова, И.Н. Гарькина Рассматриваются метод замены покрытий в промышленных зданиях и сооружениях предложенный специалистами Пензенского государственного университета архитектуры и строительства. Предложенный способ имеет пример реальной реализации.

В статье [12] К.К. Нежданова, А.Н. Жукова на основе фактических данных по обрушению сооружений анализируются причины его возникновения, ошибки, допущенные при проектировании, строительстве и эксплуатации промышленных объектов. В статье предложен сценарий процесса коррозии опорных узлов ребристых плит покрытия и возникновения обрушений. Исследуются причины лавинообразного обрушения цеха литейно-арматурного завода ООО «Пензтяжпромарматура» (г. Пенза).

Изобретение [1] В.С. Конопленко относится к строительству и может быть использовано при усилении сборных железобетонных ребристых панелей перекрытия и покрытия при их ремонте, а также при необходимости увеличения на них эксплуатационной нагрузки в результате реконструкции сооружения. Цель изобретения – увеличение несущей способности, жесткости и трещиностойкости путем создания дополнительного поперечного ребра плиты.

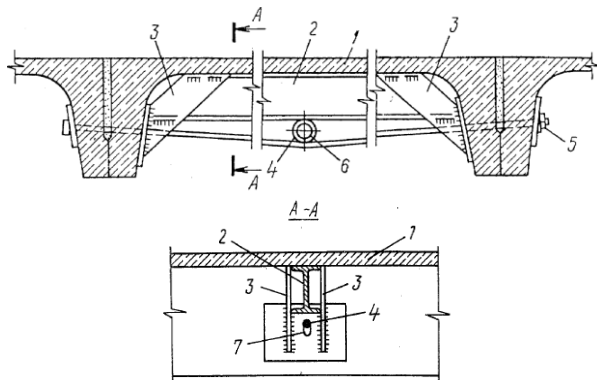


Рис. 4. Железобетонная ребристая панель перекрытия и покрытия с размещенным на ней устройством для усиления

Fig. 4. Reinforced concrete ribbed floor and covering panel with a reinforcement device placed on it

В статье [18] Р.А. Петухова, А.Н. Селькова отмечено, что в период эксплуатации здания и сооружения промышленного предприятия подвергаются многочисленным природным и технологическим воздействиям, учитываемым в проекте при выборе материалов, конструкций и т. п. Однако на практике сочетание характеристик строительных материалов и конструкций может отличаться от установленных ГОСТом, и вследствие суммарного воздействия многочисленных факторов может происходить ускоренный износ зданий. Необходимость усиления конструкций производственного здания возникает в процессе эксплуатации, во время проведения ремонтов и реконструкций как основного технологического оборудования, так и строительных элементов конструкций.

В статье [19] А.А. Сморгачева, Д.А. Орлова рассматривается вопрос обследования, определения технического состояния плоских железобетонных плит покрытия производственного здания, а так же предлагается конструкция усиления, использующая для крепления существующие стальные конструкции подвесного кранового оборудования. Определение технического состояния проводится на основе неразрушающего и разрушающего исследования механических свойств бетона, исследования армирования, поверочных расчетов с учетом обнаруженных дефектов и повреждений, реальных свойств материалов и действующих нагрузок. Оценка технического состояния производится по авторской методике,

отличающейся от описанной в нормативных документах по обследованию конструкций.



Рис. 5. Внешний вид конструкции покрытия. Следы замачивания, прогиб плиты

Fig. 5. The appearance of the coating structure. Traces of soaking, deflection of the plate

Изобретение [13] Т.М. Богуславского, Б.Я. Белопольский используется для усиления покрытия здания или сооружения из железобетонных ребристых плит. Сущность изобретения в устройстве для усиления покрытия металлических балок усиления, расположенных на опорной конструкции, и поперечные траверсы, жестко соединенные с балками усиления. Между балкой усиления и плитой покрытия параллельно боковым граням поперечных ребер расположены упоры. Балки усиления расположены внахлест и соединены монтажным болтом. На траверсах установлены винты, взаимодействующие с боковыми гранями опорной конструкции.

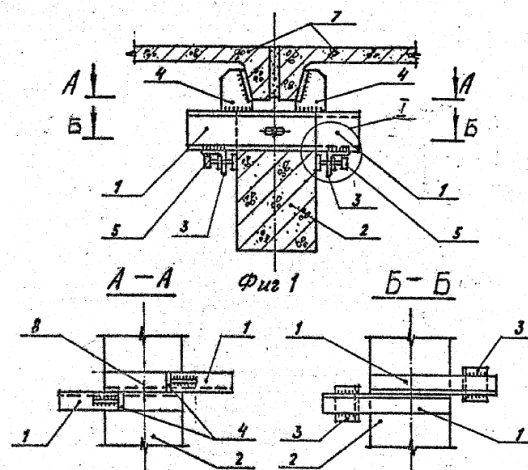


Рис. 6. Устройство для усиления покрытия из железобетонных ребристых плит

Fig. 6. A device for reinforcing the coating of reinforced concrete ribbed slabs

Изобретение [14] Э. Н. Кодыша, Н. Н. Трекина, А. Б. Чаганова относится к области строительства, в частности к устройствам для усиления и

восстановления сборных ребристых плит перекрытия и покрытия. Технический результат изобретения заключается в повышении их несущей способности. Устройство включает элементы усиления, выполненные с упором в виде охватывающего продольные ребра смежных плит швеллера, полки которого связаны с пластинами, закрепленными в продольных ребрах плит анкерными болтами. Стенка швеллера жестко соединена с рабочей арматурой посредством прижимных хомутов, концы которых заведены в направляющие, установленные на одной стороне стенки швеллера, и жестко прикрепленных к другой стороне стенки консольной пластины с образованными отверстиями для пропуска дополнительной арматуры с винтовым натяжным устройством.

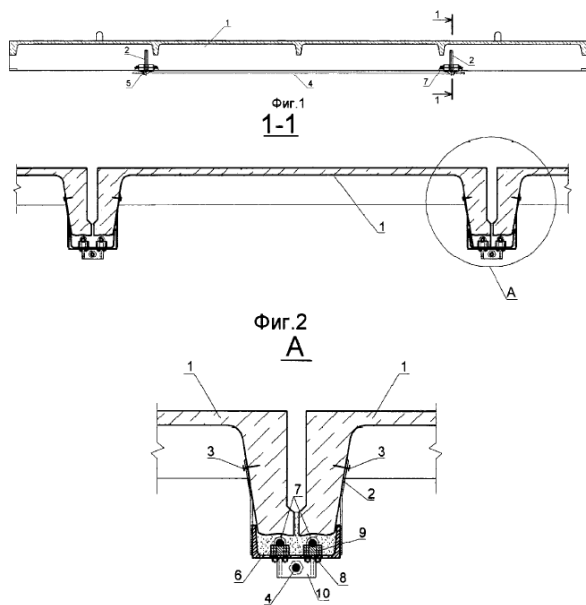


Рис. 7. Схема устройства для усиления железобетонных ребристых плит
Fig. 7. Diagram of a device for reinforcing reinforced concrete ribbed slabs

Изобретение [15] С. К. Лапина относится к области строительства и может быть использовано при усилении ребер плит или тавровых балок. Цель изобретения – упрощение устройства и повышение эффективности. Устройство включает усиливаемую ребристую железобетонную плиту, арматуру усиления, приверенную через коротышки к рабочей арматуре. С наружной стороны усиливаемого участка вокруг боковых граней ребер установлена металлическая сетка, которая зафиксирована по длине боковых граней с их противоположных сторон в пределах зоны бетона ребер, где растягивающие напряжения не превышают по величине половины сопротивления бетона осевому растяжению, металлическими планками, прикрепленными к ребрам дюбелями. Участок усиления, околтуренный сеткой, защищен покрытием в виде торкрета или штукатурки. Крепление сетки дюбелями в сжатой зоне позволяет

избежать появления новых трещин. Устройство защитного покрытия при наличии противоусадочной сетки позволяет повысить качество соединения защитного покрытия старым бетоном.

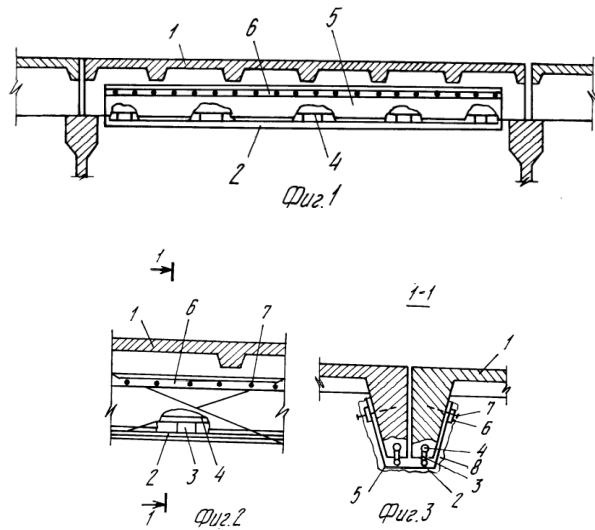


Рис. 8. Усиливаемая ребристая железобетонная конструкция
Fig. 8. Reinforced ribbed reinforced concrete structure

Полезная модель [16] М. В. Чучалова, С. В. Романова, Р. А. Михайлова относится к области строительства, в частности к устройствам для усиления узлов строительных конструкций, и может быть использована при строительстве и реконструкции зданий и сооружений в случаях необходимости увеличения площади опирания при реконструкции или устранении последствий ошибок монтажа. В процессе строительства в случае ошибки при разбивке осей колонн может возникнуть ситуация, при которой площадь опирания плит покрытия может уменьшиться вследствие ошибки при геодезических измерениях. При воздействии кратковременных динамических нагрузок плиты покрытий и перекрытий могут быть смещены со своих опор, в результате чего площадь опирания их на балки покрытия может уменьшиться, что часто приводит к опасности обрушения плит. Технической проблемой заявленной полезной модели является создание устройства для усиления узла опирания ребристых железобетонных плит покрытия с повышенной надежностью с упрощением его конструкции. Технический результат заключается в повышении надежности заявляемой конструкции устройства вследствие упрощения конструкции. Технический результат в устройстве для усиления узла опирания ребристых железобетонных плит покрытия, содержащем швеллеры с ребрами жесткости, уголки, соединительные элементы, первые части которых закреплены со швеллерами, а вторые части закреплены с уголками, достигается тем, что в швеллерах выполнены отверстия, в которые вставлены первые части соединительных

элементов, имеющие наружную резьбу и закрепленные со швеллерами с помощью крепежных элементов.

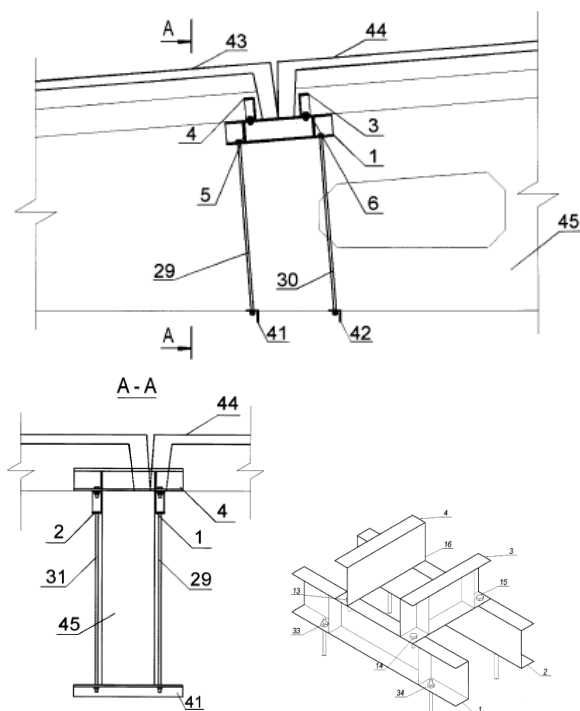


Рис. 9. Пример реализации устройства для усиления узла опирания ребристых железобетонных плит покрытия
Fig. 9. An example of the implementation of a device for strengthening the support unit of ribbed reinforced concrete slabs

Изобретение [17] А. А. Шилина, Г. Н. Мосина, Д. В. Каргузова относится к области строительства, в частности к способу усиления железобетонной ребристой плиты перекрытия и винтовой полимерной стяжке. Технический результат заключается в снижении стоимости, сокращении сроков ремонта городских инженерных сооружений и повышении надежности сооружения после ремонта. Способ усиления заключается в удалении нарушенного бетона, восстановлении расчетного послеремонтного сечения плиты и усилении конструкции плиты. Восстановление расчетного послеремонтного сечения плиты осуществляют путем нанесения бетонного покрытия в местах удаления нарушенного бетона. Усиление конструкции плиты производят путем анкеровки в оппозитные стенки плиты, расположенные поперек ее ребра, двух винтовых полимерных тяг со встречной резьбой. Тяги имеют прочность не менее 500 МПа и связаны между собой винтовым талрепом. В последующем создают корректирующую сжимающую нагрузку на ребро плиты для восстановления несущей способности и уменьшения недопустимого прогиба конструкции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основной целью данной научно-технической работы является обследование плит покрытия производственного корпуса ООО "РОСНАБ".

Начало строительства обследуемого здания относится к началу 1970-х г. Здание построенохозспособом, без исполнительной и проектной документации. За долгий срок эксплуатации проводились только локальные ремонты. На момент обследования здания планируется капитальный ремонт.

Здание простой прямоугольной формы в плане габаритными размерами в осях 1-4/А-Ж 24,0x36,0 м, без подвала (см. рис. 10). В осях 1-4/А-В здание состоит из двух этажей: высота помещений первого и второго этажей составляет 3,0 м. В осях 1-4/В-Ж здание состоит из одноэтажной и двухэтажной частей: высота помещений первого этажа составляет 3,54 м, высота одноэтажной части до низа стропильных балок покрытия переменная и изменяется от 5,3 до 6,0 м.

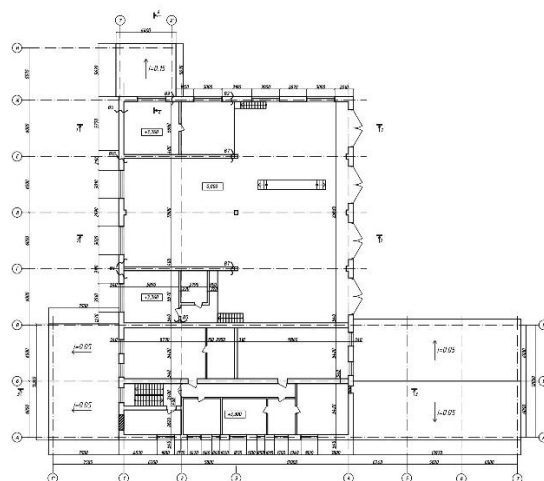


Рис. 10. Планировочное решение 2-го этажа
Fig. 10. The planning solution of the 2nd floor

Оценка действительного технического состояния обследуемых плит покрытия выполнена в составе предусмотренным ГОСТ 31937-2011 [8].

Ультразвуковым импульсным методом по ГОСТ 17624-2021 [6] определяли прочность бетона.

Электромагнитным методом по ГОСТ 22904-93 [7] определяли армирование конструкций.

С помощью микроскопа МПБ-3 определяли ширину раскрытия трещин в конструкциях.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Плиты покрытия номинальным размером 3,0x6,0 м ребристые железобетонные, высота плит составляет 30 см. Толщина полки плит 30 мм. В плитах с шагом 1,0 м расположены поперечные ребра сечением 5x10 см. Толщина продольных ребер в нижней части плит составляет 75 мм.

Прочность бетона ребристых плит, определенная склерометрическим методом показала, что она соответствует классу бетона по прочности на сжатие В20...В25. Продольное армирование плит выполнено в количестве по 1Ø18 мм арматуры периодического профиля в каждом ребре. Поперечная и конструктивная арматура Ø6...8 мм гладкого профиля. Плиты идентифицированы как ЗПГ6-4АVI по серии 1.465.1-17 «Плиты железобетонные ребристые размерами 3х6 м для покрытий одноэтажных производственных зданий». Вследствие разрушения кровельного материала, атмосферные осадки беспрепятственно проникали во внутреннее пространство здания, и длительное время замачивали плиты покрытия и все ниже смонтированные конструкции. Постоянное замачивание плит покрытия вызвало развитие коррозионных процессов в рабочей и конструктивной арматуре, разрушению и отслоению защитного слоя бетона. Утяжеление состава кровли привело к появлению наклонных трещин в продольных ребрах отдельных плит. Анализ проявившихся дефектов в плитах показал, что некоторые плиты не способны воспринимать фактические величины нагрузок. Их состояние оценено как аварийное, эти плиты требуют усиления.

Остальные плиты покрытия находятся в ограниченно работоспособном состоянии.

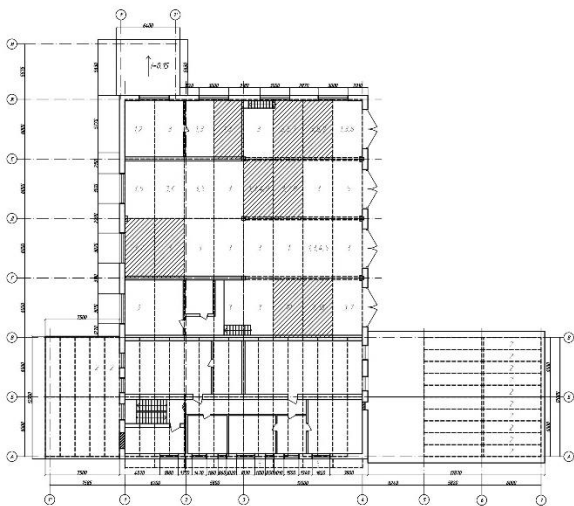


Рис. 11. Схема раскладки плит покрытия с выявленными дефектами

Fig. 11. The layout of the coating plates with identified defects

ВЫВОДЫ

1. Состояние здания в целом оценено как ограниченно работоспособное, но необходимо выполнить капитальный ремонт с усилением аварийных мест в покрытии в осях 1-4/В-Ж.

2. Рекомендуется выполнить усиление плит покрытия стальными балками с подклиной (см. рис. 1). Усиление плит покрытия стальными балками восстановит несущую способность, утраченную в результате воздействия внешних нагрузок и влияния окружающей среды. Способ усиления плит состоит в подпружинивании их стальными прокатными балками (поз.4).

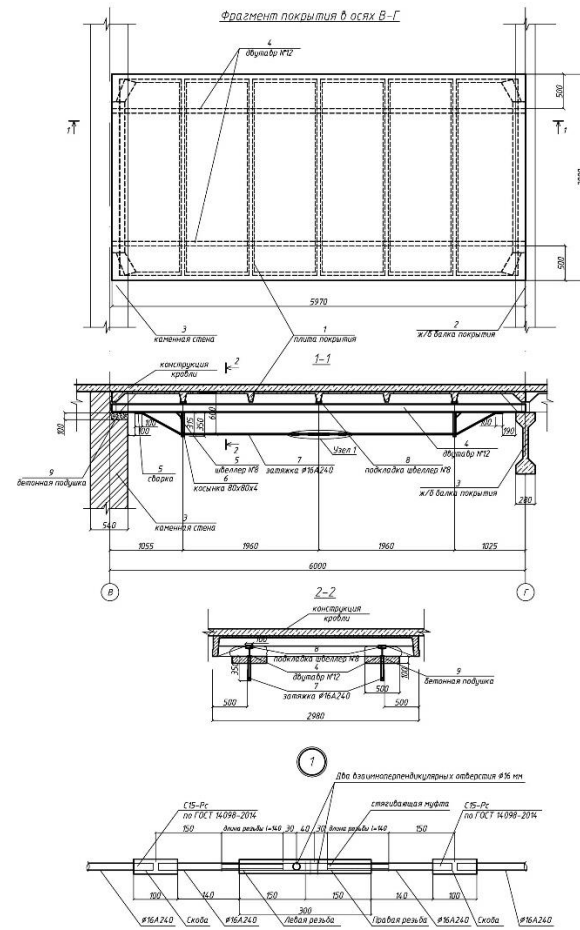


Рис. 12. Схема усиления плит покрытия размером 3х6 м
Fig. 12. Scheme of reinforcement of roof slabs with a size of 3x6 m

Исходя из условий прочности при таком усилении, необходимы балки относительно небольшой высоты (двутавр №12) и значительно меньшей жесткости, чем усиливаемые плиты (поз.1). Поэтому для получения соответствующего эффекта от усиления необходимо, чтобы в местах подпирания возникли реальные разгружающие воздействия, направленные снизу вверх. Это достигается подведением под поперечные ребра подкладок из швеллеров №8 (поз.8), которые жестко закрепляются на стальной балке из двутавра №12 (поз.4) клиньями из стальных полос толщиной 6 мм, что создает подпирающим стальным балкам (поз.4) предварительный прогиб. Стремясь выпрямиться, они будут оказывать разгружающее давление на подпираемые ими более жесткие плиты (поз.1). В

усилении такого вида подклинка производится в трех местах с шагом 2 м, что удобно в конструктивном отношении, поскольку соответствует расположению поперечных ребер.

Стальная балка (поз.4) опирается на балку покрытия (поз.2) или на каменную стену (поз.3) через подготовленную бетонную подушку (поз.9), выполненную в нише каменной стены.

Предложенный способ усиления плит покрытия позволит восстановить их несущую способность без остановки производства участками с передвижных лесов в виде козел.

3. В остальных плитах рекомендуется выполнить ремонт дефектов бетона с оголением арматуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. № 1618855 СССР, МКИ 5E04G 23/02. Устройство для усиления сборных железобетонных ребристых панелей перекрытия и покрытия / В. С. Конопленко. — № 4449575/33 ; заявл. 29.06.1988 ; опубл. 07.01.1991, Бюл. № 1.
2. Артюшин Д.В., Шумихина В.А. Усиление плит покрытия из ячеистого бетона производственного здания [Текст] / Д.В. Артюшин, В.А. Шумихина // Моделирование и механика конструкций. 2015. № 2. С. 19.
3. Василенко Д.О., Бедов А.И. Методы усиления сборных железобетонных ребристых плит покрытия [Текст] / Д.О. Василенко, А.И. Бедов // Строительство - формирование среды жизнедеятельности. Электронный ресурс: сборник трудов XX Международной межвузовской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных. 2017. С. 786-788.
4. Гарькин И.Н. Анализ причин обрушений промышленных зданий [Текст] / И.Н. Гарькин // «Технические науки: проблемы и перспективы». Санкт-Петербург, 2011 С. 27-29.
5. Гарькин И.Н., Агафонкина Н.В. Анализ причин обрушений промышленных зданий [Текст] / И.Н. Гарькин И.Н., Н.В. Агафонкина // Моделирование и механика конструкций. 2021. № 14. С. 115-121.
6. ГОСТ 17624-2021 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности [Текст] / НИИЖБ. - М.: Стандартинформ, 2021.
7. ГОСТ 22690-2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля [Текст] / НИИЖБ.- М.: Стандартинформ, 2016.
8. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния [Текст].- М.: Стандартинформ, 2011.
9. Евтушенко С.И., Крахмальный Т.А. Дефекты и повреждения конструкций покрытия производственных зданий [Текст] / С.И. Евтушенко, Т.А. Крахмальный // Строительство и архитектура (2014). Том 2. Выпуск 2 (3). С. 70–72.
10. Нежданов, К.К., Артюшин Д.В. Предотвращение лавинообразного обрушения покрытий зданий из ребристых железобетонных плит [Текст] / К.К. Нежданов, Д.В. Артюшин // Региональная архитектура и строительство. 2011. № 2. С. 109-113.
11. Нежданов К.К., Гарькин И.Н. Способ замены плит покрытия промышленных зданий и сооружений [Текст] / К.К. Нежданов, И.Н. Гарькин // Аллея науки. 2017. Т. 2. № 14. С. 334-337.
12. Нежданов К.К., Жуков А.Н. Анализ состояния и причин обрушений строительных конструкций в промышленных зданиях [Текст] / К.К. Нежданов, А.Н. Жуков // Региональная архитектура и строительство. 2011. № 1. С. 80-84.
13. Пат. № 1813158 СССР, МПК E04G 23/02. Устройство для усиления покрытия из железобетонных ребристых плит / Т. М. Богуславский, Б. Я. Белопольский. — № заявки 4929486/33, 22.04.91 ; опубл. 30.04.93, Бюл. № 16.
14. Патент № 2321710 РФ, МПК E04G 23/02 (2006.01). Устройство для усиления сборных железобетонных ребристых плит / Э. Н. Кодыш, Н. Н. Трекин, А. Б. Чаганов. — № заявки 2006113574/03, 24.04.2006 ; опубл. 10.04.2008, Бюл. № 10.
15. Патент № 2106461 РФ, МПК E04G 23/02. Устройство для усиления ребер плит / С. К. Лапин. — № заявки 94029106/03, 02.08.1994 ; опубл. 10.03.1998.
16. Патент № 203316 РФ, МПК E04G 23/02 (2006.01). Устройство для усиления узла опирания ребристых железобетонных плит покрытия / М. В. Чучкалов, С. В. Романов, Р. А. Михайлов. — № заявки 2020127653, 18.08.2020 ; опубл. 31.03.2021, Бюл. № 10.
17. Патент № 2374409 РФ, МПК E04G 23/02 (2006.01). Способ усиления железобетонной ребристой плиты перекрытия и винтовая полимерная стяжка / А. А. Шилин, Г. Н. Мосин, Д. В. Каргузов. — № заявки 2008125552/03, 25.06.2008 ; опубл. 27.11.2009, Бюл. № 33.
18. Петухов Р.А., Сельков А.Н. Усиление ребристых железобетонных плит покрытия без вскрытия кровли [Текст] / Р.А. Петухов, А.Н. Сельков // Севергеозкотех-2016. Материалы XVII Международной молодежной научной конференции. В 6-ти частях. 2016. С. 190-192.
19. Сморгачев А.А., Орлов Д.А. Обследование и усиление конструкций плит покрытия главного производственного корпуса ООО "Свободинский электромеханический завод" [Текст] / А.А. Сморгачев, Д.А. Орлов // Архитектура, градостроительство, историко-культурная и экологическая среда городов центральной России, Украины и Беларуси. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти заслуженного архитектора РФ В.Н. Городкова. Брянская государственная инженерно-технологическая академия. 2014. С. 186-191.

REFERENCES

1. A.S. No. 1618855 USSR, MKL 5E04G 23/02. A device for strengthening precast reinforced concrete ribbed floor panels and coatings / V. S. Konoplenko. — No. 4449575/33 ; application. 06/29/1988 ; publ. 07.01.1991, Bul. No. 1.
2. Artyushin D.V., Shumikhina V.A. Reinforcement of cellular concrete coating plates of an industrial building [Text] / D.V. Artyushin, V.A. Shumikhina // Modeling and mechanics of structures. 2015. No. 2. p. 19.
3. Vasilenko D.O., Bedov A.I. Methods of reinforcement of precast reinforced concrete ribbed coating slabs [Text] / D.O. Vasilenko, A.I. Bedov // Construction - formation of the life environment. Electronic resource: proceedings of the XX International Interuniversity Scientific and Practical Conference of students, undergraduates, postgraduates and young scientists. 2017. pp. 786-788.
4. Garkin I.N. Analysis of the causes of collapses of industrial buildings [Text] / I.N. Garkin // "Technical sciences: problems and prospects". St. Petersburg, 2011 pp. 27-29.
5. Garkin I.N., Agafonkina N.V. Analysis of the causes of collapses of industrial buildings [Text] / I.N. Garkin I.N., N.V. Agafonkina // Modeling and mechanics of structures. 2021. No. 14. pp. 115-121.
6. GOST 17624-2021 Concretes. Ultrasonic method of strength determination [Text] / NIIZhB. - Moscow: Standardinform, 2021.
7. GOST 22690-2015. Concrete. Determination of strength by mechanical methods of non-destructive testing [Text] / NIIZhB.- M.: Standartinform, 2016.
8. GOST 31937-2011. Buildings and structures. Rules of inspection and monitoring of technical condition [Text].- M.: Standartinform, 2011.
9. Yevtushenko S.I., Krakhmalny T.A. Defects and damage to coating structures of industrial buildings [Text] / S.I. Yevtushenko, T.A. Krakhmalny // Construction and Architecture (2014). Volume 2. Issue 2 (3). pp. 70-72.
10. Nejdánov, K.K., Artyushin D.V. Prevention of avalanche-like collapse of building coverings made of ribbed reinforced concrete slabs [Text] / K.K. Nejdánov, D.V. Artyushin // Regional architecture and construction. 2011. No. 2. pp. 109-113.
11. Nejdánov K.K., Garkin I.N. A method for replacing coating plates of industrial buildings and structures [Text] / K.K. Nejdánov, I.N. Garkin // Alley of Science. 2017. Vol. 2. No. 14. pp. 334-337.
12. Nejdánov K.K., Zhukov A.N. Analysis of the state and causes of collapses of building structures in industrial buildings [Text] / K.K. Nejdánov, A.N. Zhukov // Regional architecture and construction. 2011. No. 1. pp. 80-84.
13. Patent № 1813158 RU, IPC E04G 23/02. A device for strengthening the coating of reinforced concrete ribbed slabs / T. M. Boguslavsky, B. Ya. Belopolsky. — Application no. 4929486/33, 04/22/91 ; publ. 30.04.93, Issue no. 16.
14. Patent № 2321710 RU, IPC E04G 23/02 (2006.01). Device for reinforcing precast reinforced concrete ribbed slabs / E. N. Kodysh, N. N. Trekin, A. B. Chaganov. — Application no. 2006113574/03, 04/24/2006 ; publ. 04/10/2008, Issue no. 10.
15. Patent № 2106461 RU, IPC E04G 23/02. A device for strengthening the edges of slabs / S. K. Lapin. — Application no. 94029106/03, 08/02/1994 ; publ. 03/10/1998.
16. Patent №. 203316 RU, IPC E04G 23/02 (2006.01). Device for strengthening the support node of ribbed reinforced concrete slabs / M. V. Chuchkalov, S. V. Romanov, R. A. Mikhailov. — Application no. 2020127653, 08/18/2020 ; publ. 03/31/2021, Issue no. 10.
17. Patent № 2374409 RU, IPC E04G 23/02 (2006.01). Method of reinforcement of reinforced concrete ribbed floor slab and screw polymer screed / A. A. Shilin, G. N. Mosin, D. V. Kartuzov. — Application no. 2008125552/03, 06/25/2008 ; publ. 11/27/2009, Issue no. 33.
18. Petukhov R.A., Selkov A.N. Reinforcement of ribbed reinforced concrete slabs without opening the roof [Text] / R.A. Petukhov, A.N. Selkov // Sevegeocotech-2016. Materials of the XVII International Youth Scientific Conference. In 6 parts. 2016. pp. 190-192.
19. Smorchkov A.A., Orlov D.A. Inspection and reinforcement of the structures of the coating plates of the main production building of Svobodinsky Electromechanical Plant LLC [Text] / A.A. Smorchkov, D.A. Orlov // Architecture, urban planning, historical, cultural and ecological environment of the cities of central Russia, Ukraine and Belarus. Materials of the International scientific and practical conference dedicated to the memory of the Honored Architect of the Russian Federation V.N. Gorodkov. Bryansk State Academy of Engineering and Technology. 2014. pp. 186-191.

INSPECTION AND REINFORCEMENT OF THE COATING PLATES OF THE PRODUCTION
BUILDING OF LLC ROSSNAB

Bogutskiy U.G.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University,
Institute "Academy of Construction and Architecture"
181, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea
E-mail: bogutskiyyg@mail.ru

Abstract. The article presents a survey and a technical solution for strengthening precast reinforced concrete ribbed coating slabs. Due to the destruction of the roofing material, precipitation freely penetrated into the interior of the building, and the coating plates were soaked for a long time. The constant soaking of the coating plates caused the development of corrosion processes in the working and structural fittings, destruction and detachment of the protective layer of concrete. The weighting of the roof composition led to the appearance of inclined cracks in the longitudinal ribs of individual slabs. The analysis of the defects in the plates showed that some plates are not able to perceive the actual values of loads. Their condition is assessed as emergency, these plates require reinforcement.

Subject of research: prefabricated reinforced concrete ribbed coating plates.

Materials and methods: The materials for this article were obtained during the survey of precast reinforced concrete ribbed slabs covering the production building of ROSSNAB LLC. The general parameters of the plates and visible defects were determined by visual inspection. During the instrumental examination, autopsies and measurements of the coating plates were performed, the strength and deformative parameters of the structures were determined.

Results: According to the results of the study, data were obtained to assess the technical condition of precast reinforced concrete ribbed coating slabs. Lists of defects and damages have been compiled with a description of the set parameters and their values. Some plates are not able to perceive the actual values of the loads. Their condition is assessed as emergency, these plates require reinforcement.

Conclusions: In view of the current emergency situation and to prevent the development of subsequent deformations, resulting in destruction, an engineering solution was prepared to strengthen the coating plates. The recommended composition of repair and restoration work and reinforcement provides for the possibility of further safe operation of the production building of ROSSNAB LLC.

Key words: reinforcement, plates, accident, collapse, concrete, inspection, defects.

УДК 69.057:69.059.7

АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ИНВЕНТАРНЫХ ОПАЛУБОЧНЫХ СИСТЕМ ПРИ МОНТАЖЕ И ДЕМОНТАЖЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

Акимов¹ С. Ф., Шаленный² В. Т.

^{1,2}ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского»,
Институт «Академия строительства и Архитектуры»,
Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 181,
e-mail: ¹seyran-23@mail.ru, ²v_shalennyj@mail.ru,

Аннотация. В работе обоснована целесообразность применения широко распространённых несущих стоек, рамных систем и балок для устройства опалубок монолитных перекрытий многоэтажного гражданского строительства в других разновидностях строительных работ в сборно-монолитном строительстве и при реконструкции гражданских объектов. Показаны примеры и описание организационно-технологических схем возведения сборно-монолитных каркасов с применением в качестве поддерживающих элементов инвентарных пространственных рам и стоек регулируемой длины с клееными деревянными балками преимущественно известных фирм DoKa и PERI для организации выверки и временного закрепления многупустотных плит перекрытий при их монтаже. Представлены примеры использования тех же несущих элементов опалубочных систем в проектах реконструкции и ликвидации многоэтажных гражданских объектов. В этих случаях они предназначались для обеспечения устойчивости реконструируемых частей зданий при их разделении и извлечении по намеченным частям. Для чего показаны схемы использования запатентованных авторами технологий алмазной резки железобетонных конструкций в проектах реконструкции гражданских зданий в Крыму.

Предмет исследования: технологическое оснащение производства строительно-монтажных и реконструкционных работ для обеспечения их эффективности и безопасности с использованием балок, рам и стоек инвентарных опалубочных систем монолитных и сборно-монолитных железобетонных перекрытий.

Материалы и методы: анализ состояния вопроса по литературным и патентным источникам, обоснование целесообразности и моделирование технологии и организации строительно-монтажных и реконструкционных работ на конкретных гражданских объектах Крыма, оценка экономической эффективности, производственной и экологической безопасности предлагаемых инноваций.

Результаты: обоснованно представлены организационно-технологические схемы устройства временных поддерживающих и регулирующих систем для монтажа и демонтажа железобетонных перекрытий, составленных из инвентарных элементов промышленных опалубочных систем как отечественного, так и зарубежного происхождения. Показана технологическая и экономическая эффективность, а также техническая и экологическая целесообразность инноваций по соображениям безопасности жизнедеятельности.

Выводы: Показана целесообразность использования элементов инвентарных опалубочных систем монолитных перекрытий для создания из них временных поддерживающих конструкций при монтаже и демонтаже железобетонных перекрытий. Представлены примеры такого применения при монтаже перекрытий сборно-монолитных каркасов конкретных гражданских объектов, а также алмазной резке подобных конструкций при их реконструкции или ликвидации.

Ключевые слова: опалубочные системы, безопасность, алмазная резка, эффективность, безопасность, сборно-монолитное строительство, реконструкция.

ВВЕДЕНИЕ

Данная работа содержит обобщение ранее выполненных нами разработок, проектных организационно-технологических решений использования несущих элементов распространённых инвентарных опалубочных систем монолитного домостроения не в традиционном их применении, а в относительно менее очевидном, но достаточно эффективном использовании – сборно-монолитном домостроении и реконструкции ранее возведённых зданий и сооружений. Кроме оценки экономической эффективности предлагаемых технологических разработок, решаются при этом и безусловно важные вопросы безопасности прогрессивных строительно-монтажных и реконструкционных работ.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА, ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕЛИ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

Наиболее подробный обзор современных опалубочных систем для монолитного гражданского строительства представлен в работах С.М. Анпилова из Тольятти [1, 2]. Традиционно проблемами эффективности строительных технологий монолитного и сборно-монолитного строительства занимаются ученые НИУ МГСУ под руководством профессоров В.И. Теличенко [3, 4], А.А. Лapidуса [3-5], П.П. Олейника [6-9] и В.Д. Топчия [10]. Существенный вклад в развитие данного направления внесли также специалисты Урала [11-14], Белгорода [15], Волгограда [15] и Новосибирска [16]. Отмечаем здесь и работы специалистов Донбасской национальной академии

строительства и архитектуры под руководством профессора Югова А.М. [17, 18].

Опыт применения зарубежных опалубочных систем DoKa и PERI на объектах Днепропетровска и Крыма приведен и в наших монографиях [19, 20]. Однако в перечисленных работах лишь частично затрагиваются вопросы оценки возможности и эффективности безопасного применения стандартизированных несущих элементов опалубочных систем не для традиционного производства монолитных железобетонных конструкций, а и на других видах строительства и реконструкции. Как исключение, следует отметить выполненную в НИУ МГСУ кандидатскую диссертацию Бунта А.М. [21], где рассматриваются вопросы эффективности и применимости инвентарных стальных стоек с домкратами для аналогичных работ. Приведем также пример недавно опубликованного изобретения пространственной рамной конструкции с наклонными стойками регулируемой длины для опалубки перекрытий [22], которую можно приспособить и для монтажа и демонтажа горизонтальных железобетонных конструкций.

С другой стороны, научно-проектные изыскания давно и плодотворно развиваются и в направлении совершенствования технологии и организации работ по реконструкции и ликвидации ранее возведённых объектов. Особую актуальность такие работы, к сожалению, приобретают для регионов, где завершились или пока еще идут боевые действия.

К ранее перечисленным научным коллективам, прежде всего, здесь следует добавить работы специалистов из Санкт-Петербурга [23, 24] и Ростова-на-Дону с Волгоградом [25-27]. Проблемы технологии разборки с повторным использованием полученных материалов для нового строительства освещаются также в публикациях специалистов из Воронежа [28]. Но перечисленные авторы мало касаются существа проблемы безопасности производства ликвидационных работ даже при их выполнении традиционными способами. А это очень важная проблема, хотя бы потому, что «... аварийность и травматизм в строительстве за 2 года после введения так называемого саморегулирования с 1 января 2010 г. увеличились почти в 2 раза» [29].

Относительно безопасной из технологий разборки и разделения строительных конструкций следует признать технологию их резки алмазным оборудованием хотя бы потому, что такую резку можно производить дистанционно по отношению к указанным элементам. В России и бывшем СССР совершенствованием и внедрением алмазного оборудования для резки и обработки железобетонных конструкций занимается профессор Жадановский Б.В. из НИУ МГСУ [30-33]. Кроме последней, перечисленные известные публикации с его участием почти не касаются организации безопасного и эффективного производства работ по демонтажу плитных железобетонных конструкций.

Но, как утверждает и последний автор [34], к настоящему времени, российский рынок насыщается машинами иностранного производства. К ним, в первую очередь, следует отнести машины для резания, фрезерования, сверления и шлифования каменных, бетонных и железобетонных конструкций, а именно фирм производителей «HILTI», «WACKER», «Sundt», «ICS», «JCB», «CEDIMA», «UrtelDiamantwerkzeuge», «WEKA-Elektrowerkzeuge», «Diacom», «PentruDetbyTRACTIVE», «HYDRO-TEC», «SUPERA-BRASIVE», «Hitachi». В связи с чем, достаточно остро стоит проблема безопасного и эффективного применения, поступающих и на российскую стройку прогрессивных машин, оборудования и технологической оснастки.

Цель данной статьи – формирование комплекса эффективных и безопасных организационно-технологических решений монтажа и демонтажа плитных железобетонных конструкций с нетрадиционным применением несущих элементов индустриальных опалубочных систем и мобильных средств подмащивания.

Задачи:

- Анализ состояния вопроса с обоснованием целесообразности и эффективности применения элементов индустриальных опалубочных систем и средств подмащивания в сборно-монолитном строительстве и реконструкции гражданских объектов;
- Обобщение и представление разработанных и апробированных нами организационно-технологических моделей производства монтажно-демонтажных работ с нетрадиционным применением несущих элементов упомянутых систем;
- Оценка ожидаемой эффективности и требуемой безопасности представленных и уже частично апробированных организационно-технологических решений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Наш первый опыт применения инвентарных пространственных рам индустриальной опалубочной системы PERI был получен при разработке и внедрении проектов организации строительства и производства работ по возведению сборно-монолитного каркаса торгово-развлекательного комплекса Мириада в Днепропетровске под руководством профессора Савицкого Н.В. [35] и изложен в монографии [19] и 4 разделе уже переизданного учебника [36]. Поэтому здесь повторим лишь одну организационно-технологическую схему, поясняющую пример применения и инвентарных пространственных рам и отдельных стальных стоек с домкратами, в верхних вилках которых устанавливали двутавровые балки из клееной древесины (Рис. 1). На эти балки устанавливали, как листы фанеры монолитных ригелей, так и

предварительно поэтажно монтируемые многопустотные плиты перекрытий длиной 7,2 м.

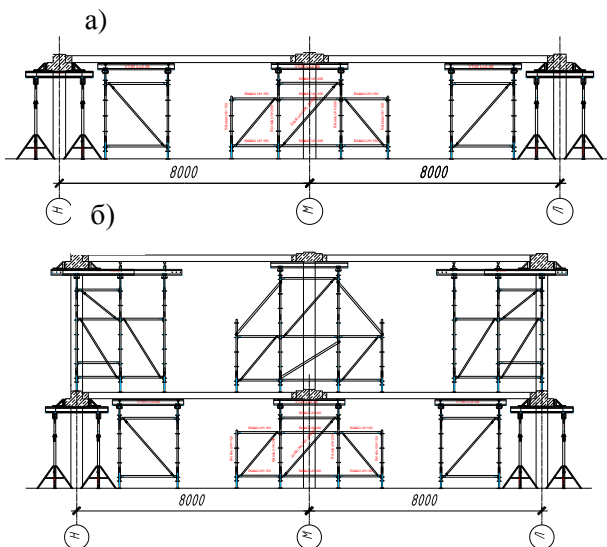


Рис. 1. Организационно-технологическая схема устройства перекрытий подземного паркинга (а) и первого этажа (б) торгово-выставочного центра с использованием поддерживающих балок, рам и стоек регулируемой длины из опалубочной системы PERI
Fig. 1. The organizational and technological scheme of the device of the floors of the underground parking (a) and the first floor (b) of the trade fair center using supporting beams, frames and racks of adjustable length from the PERI formwork system

Следует признать, что данная конструктивно-технологическая система была лишь развитием, известных еще из советских времен, систем АРКОС, а затем и БелНИИС. В этой системе используются и собственная белорусская опалубочная система МОДОСТР, включающая опалубочные щиты из влагостойкой фанеры, деревянные двутавровые балки, стальные стойки и пространственные рамы с винтовыми домкратами (Рис. 2).

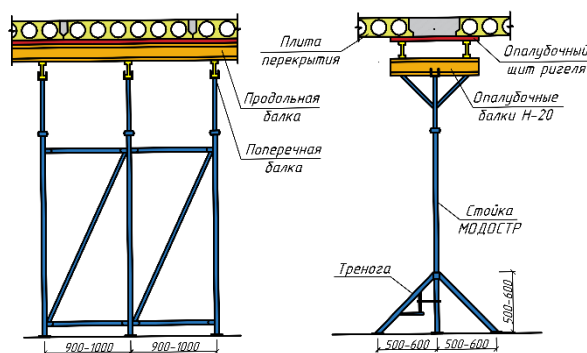


Рис. 2. Элементы опалубочной системы МОДОСТР для устройства сборно-монолитных перекрытий
Fig. 2. Elements of the MODOSTR formwork system for the installation of prefabricated monolithic floors

Аналогично предложенной нами и представленной выше технологии, и в этой схеме, предварительно монтируются и выверяются указанные элементы инвентарной опалубочной

системы, а уже затем монтируют многопустотные плиты перекрытий, после чего бетонуют конструкции ригелей и оставшиеся не заполненными, монолитные участки перекрытия.

Пространственная поддерживающая конструкция нашла применение и в оригинальной зарубежной системе Dycore (Рис. 3).

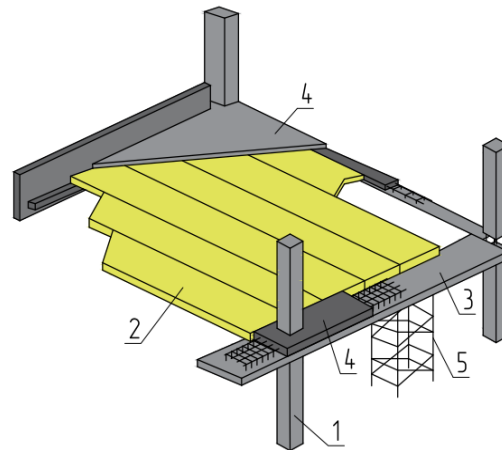


Рис. 3. Устройство сборно-монолитного каркаса системы Dycore: 1 – колонна, 2 – сборная плита перекрытия; 3 – нижний сборный элемент балки; 4 – ее верхняя монолитная часть; 5 – пространственная поддерживающая рамная система

Fig. 3. The device of the prefabricated monolithic frame of the Dycore system: 1 – column, 2 – prefabricated floor slab; 3 – lower prefabricated beam element; 4 – its upper monolithic part; 5 – spatial supporting frame system

В российской сборной системе КУБ с ее последующими модификациями находят применение как инвентарные стальные стойки и клееные деревянные балки двутаврового сечения, так и оригинальные поддерживающе-регулируемые элементы технологического оснащения собственной запатентованной разработки (Рис. 4). При принципиальном переходе от сборного или монолитного варианта к сборно-монолитной системе, в том числе, возможно использование того же технологического оснащения с реализацией и не разрезной конструктивной схемы, с вытекающими отсюда улучшенными технико-экономическими показателями проекта. Отличительными признаками предложенного способа (патент RU на изобретение №2617813) представляется дополнительная операция по монтажу временных пространственных опор в центральной части пролетов будущих перекрытий. Эти опоры снабжены винтовыми домкратами, и на них монтируют плиты таким образом, чтобы эти плиты вначале не опирались на вертикальные несущие конструкции, а были несколько приподняты над ними, как бы образуя зазор, заполняемый бетонной смесью (Рис. 5).

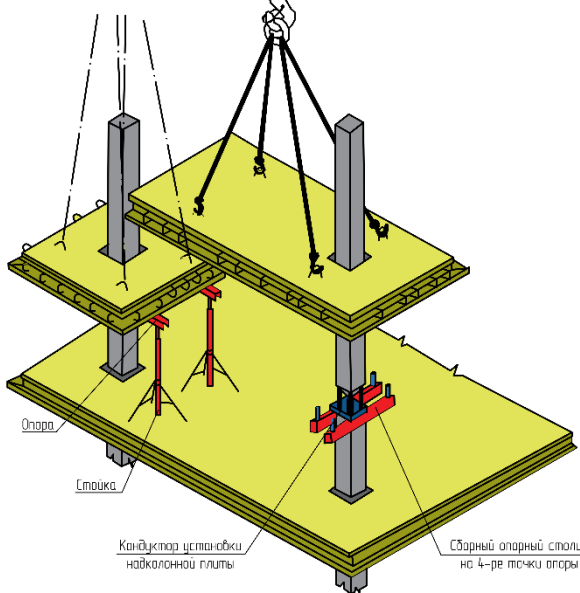


Рис. 4. Фото и схема монтажа сплошных железобетонных плит перекрытий как на инвентарные стойки и балки опалубочной системы, так и специально разработанный опорный столик системы КУБ

Fig. 4. Photo and installation diagram of solid reinforced concrete floor slabs both on inventory racks and beams of the formwork system, and a specially designed support table of the CUBE system

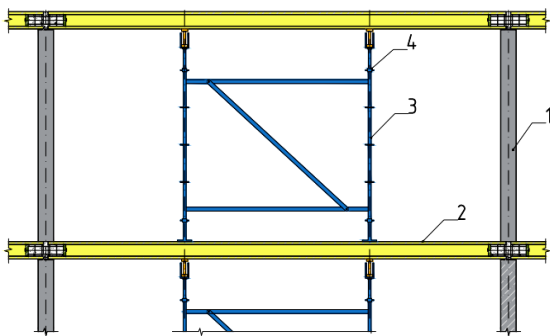


Рис. 5. Схема монтажа, выверки и временного закрепления многоячеечных плит перекрытия на пространственных стальных рамах с домкратами до их замоноличивания с сохранением обратного выгиба

Fig. 5. The scheme of installation, alignment and temporary fixing of multi-hollow floor slabs on spatial steel frames with jacks before they are locked while maintaining reverse bending

Наличие такого зазора в процессе монтажа необходимо условно, требуется только исключить передачу вертикальной нагрузки от плиты на её будущие опоры, обеспечивая таким образом консольное опирание предварительно напряжённых многоячеечных плит не на вертикальные несущие конструкции, а на пространственные временные опоры, сохраняя таким образом обратный выгиб плит, полученный ещё в процессе их изготовления и монтажа.

Временные пространственные опоры сохраняются до набора прочности бетоном монолитных узлов опирания и снимаются опусканием вниз при помощи винтовых домкратов, только после чего начинает работать проектная неразрезная сборно-монолитная система. Далее организационно-технологический процесс повторяется на следующем монтажном горизонте.

При проектировании реконструкции гражданских объектов также есть примеры использования несущих элементов индустриальных опалубочных систем известных зарубежных производителей. К таким организационно-технологическим схемам отнесем проект реконструкции нескольких жилых домов из кирпича в микрорайоне «Лески» г. Николаева. Там возникла необходимость пристройки «пожарных» балконов и лоджий с монолитными железобетонными перекрытиями. При этом такие лоджии и балконы проектов предусматривались, начиная не с первого этажа, а с третьего. Схема производства работ по устройству пристраиваемых балконов и лоджий показана на Рис.6. Чтобы организовать опалубку балконных плит сразу на третьем этаже, пришлось применить сборную пространственную раму из трубчатых стоек и горизонтальных балок в виде ферм для монолитных плит на этом этаже. А уже выше расположенные перекрытия формовались поэтажно на опалубке, поддерживаемой инвентарными телескопическими стойками с винтовыми домкратами.

Инвентарные поддерживающие стойки и балки мы предложили использовать в проекте производства работ по разборке полузаглублённого здания виноподвала в Гурзуфе, к тому времени находящемся уже в аварийном состоянии (Рис. 7). Здесь предложенные несущие элементы инвентарных опалубочных систем предназначались для удержания и страховки частей вертикальных железобетонных конструкций и перекрытий в случае их неконтролируемого смещения или даже падения.

Но есть масса негативных примеров, когда аналогичные реконструкционные и ликвидационные работы осуществляют без предварительной проработки схем временного закрепления, а иногда и предварительного усиления отделяющихся и остающихся частей железобетонных перекрытий (Рис. 8).

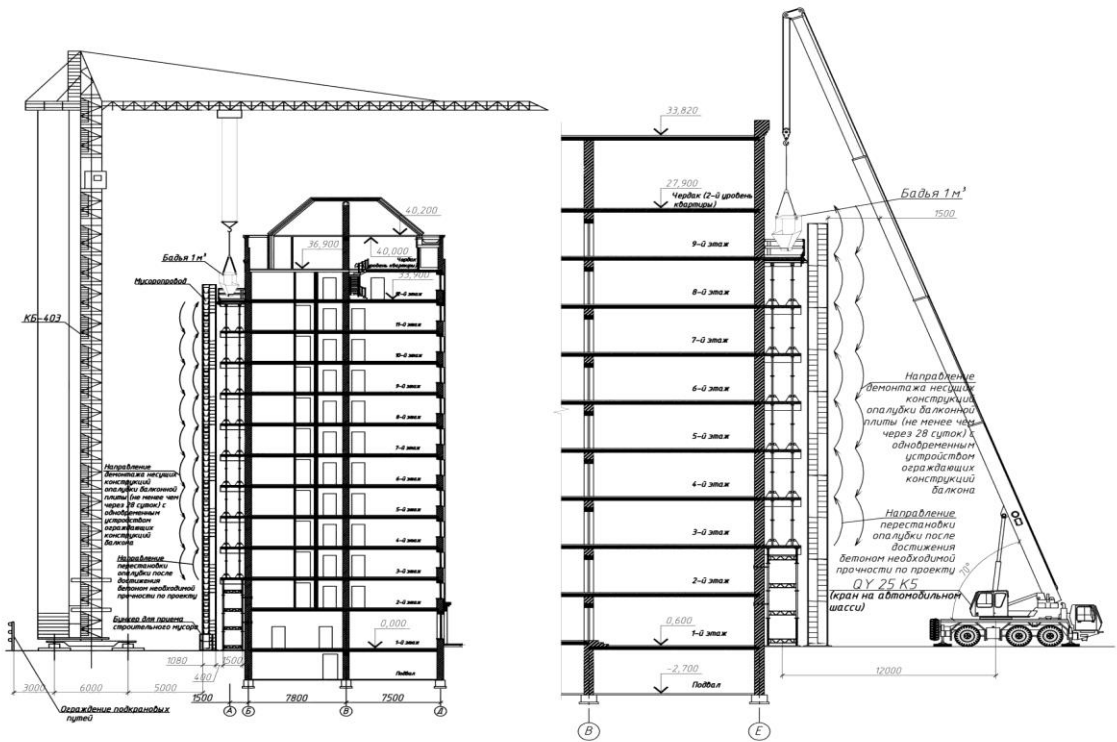


Рис. 6. Организационно-технологические схемы пристройки балконов и лоджий на главном и дворовом фасадах жилых домов по требованиям пожарного надзора

Fig. 6. Organizational and technological schemes for the extension of balconies and loggias on the main and courtyard facades of residential buildings according to the requirements of fire supervision

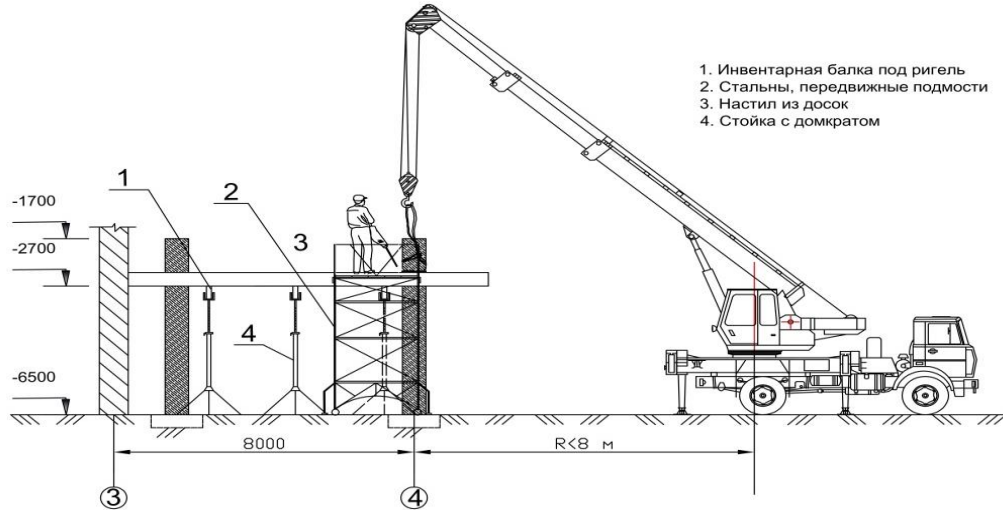


Рис. 7. Схема разборки аварийного здания виноподвала в Гурзуфе
Fig. 7. Disassembly scheme of the emergency building of the wine cellar in Gurzuf

Отсюда вытекает необходимость проектирования производства работ по алмазной резке железобетонных перекрытий с предварительным устройством поддерживающих несущих элементов из номенклатуры индустриальных лесов, подмостей и опалубочных

элементов разбираемых конструкций, так и служили для крепления на них оборудования алмазной резки. Такую техническую задачу на кафедре ТОУС института «Академия строительства и архитектуры» решали магистры Покотило Дмитрий, а затем - Щегула Роман.



Рис. 8. Алмазная резка проема в перекрытии без надлежащих мероприятий по безопасности производства
Fig. 8. Diamond cutting of an opening in an overlap without proper production safety measures

Щегула Роман, первый из наших магистров, запроектировал технологическую схему резки ригелей и плит перекрытий алмазной дисковой пилой, закрепляя ее направляющую на стойке пространственной несущей рамы инвентарных вышек с винтовыми домкратами. При этом нестандартным, индивидуального изготовления, были лишь переходные крепежные элементы между направляющей алмазной пилы и стойкой вышки или подмостей (Рис. 9).

Усовершенствование магистра Щегулы Романа заключалось в предложении крепления этих же направляющих алмазной дисковой пилы не только на стойках временных поддерживающих конструкций, а и на самой железобетонной конструкции демонтируемого по частям перекрытия.

Позже, учеными Военной академии материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева изобретен способ комплексной организации производства демонтажа конструкций железобетонных перекрытий с утилизацией продуктов разборки, аж до их дробления и извлечения металлолома [37]. Он заключается в предварительном бурении шпуров и последующей отбойке блока, причем после бурения в шпурах выполняются сквозные отверстия для строповки монолитной железобетонной конструкции, через которые петлей крепятся цепные стропы, а затем выполняется строповка с выборкой слабины цепей стропы. Алмазная резка монолитной железобетонной конструкции на блоки, производится с помощью канатной машины в соответствии с грузоподъемностью крана.

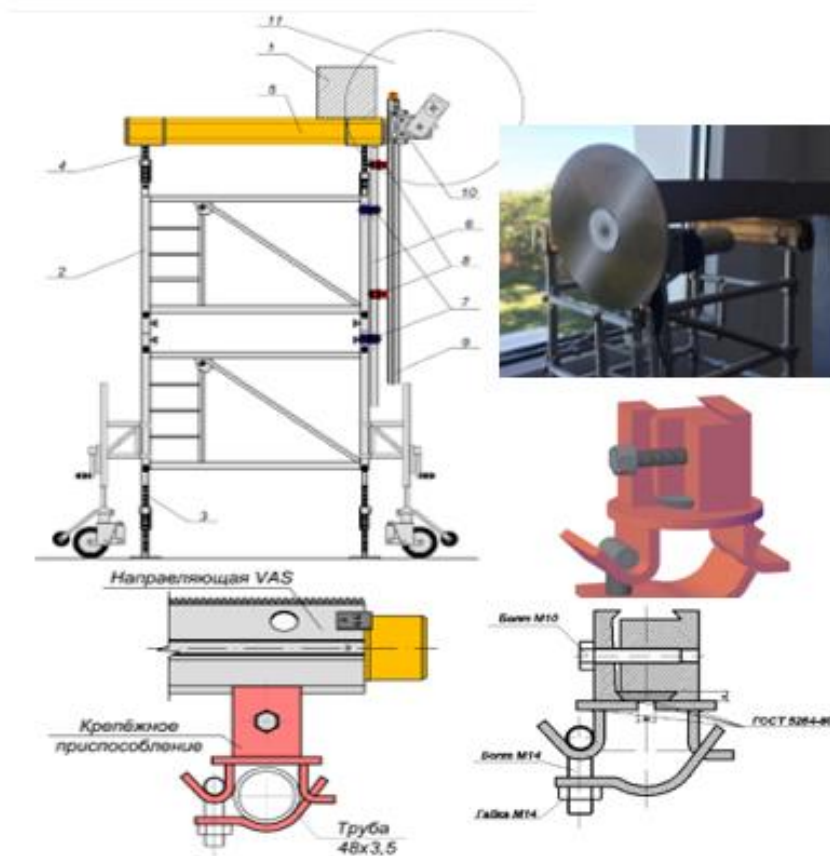


Рис. 9. Схема установки направляющей алмазной пилы на монтажной вышке
Fig. 9. Installation diagram of the diamond saw guide on the mounting tower

Этим же краном производят перемещение блоков железобетонной конструкции краном к месту отбойки, где выполняется удаление арматуры гидравлическими ножницами, установленными на экскаваторе. Затем образовавшийся бетонный лом измельчают в щековой дробилке, откуда упаковывают и вывозят арматуру на металлообрабатывающий завод.

Как видно из описания и формулы изобретения-прототипа, вырезание железобетонного блока алмазной канатной пилой производится при подвешенном на стреле крана гибкими стропами. Следовательно, кран задействован все время в процессе алмазной резки и удаления на дробление отрезанного блока. Кроме того, в процессе резки нельзя исключить перекосы и заклинивание отделяемой части относительно остающейся железобетонной конструкции, что негативно повлияет как на сроки осуществления процесса, так и на его безопасность. Поэтому, в основу уже нашего изобретения поставлена задача сокращения времени использования крана на демонтаже железобетонных конструкций при осуществлении процесса его подготовки и производства резки канатной пилой с алмазным напылением. Как вариант, в этом процессе предложено использовать и другие разновидности пил для алмазной резки, как-то: дисковые, циркульные или цепные [уже опубликованный патент на изобретение №2814071С1 RU]. Преимущество их применения заключается в возможности установки перечисленного оборудования непосредственно на конструкции, подлежащей демонтажу. Для чего вводятся новые признаки его реализации: перед алмазной резкой под демонтируемой конструкцией устанавливаются те же инвентарные поддерживающие балки на телескопических стойках с винтовыми домкратами.

Сущность последнего изобретения поясняется организационно-технологическими схемами его осуществления, представленными на Рис. 10. Способ демонтажа горизонтальной железобетонной конструкции перекрытия 1 на вертикальных конструкциях стен 2 или колонн состоит в том, что под конструкцию 1, подлежащую демонтажу, устанавливают поддерживающие балки 3 на телескопических стойках 4 с винтовыми домкратами 5. Вращением домкратов 5 через балки 3 поддомкрачивают перекрытие 1, подлежащее демонтажу. В нем пробуривают шпур-сквозные отверстия 6. На нижележащем перекрытии или основании демонтируемого сооружения устанавливают приводную станцию 7 канатной пилы. От приводной станции 7 через отверстия 6 в перекрытии 1 запасывают бесконечный канат 8 с алмазным напылением. Далее производят разрезание железобетонной конструкции перекрытия 1 алмазной канатной пилой, состоящей из приводной станции 7 и каната 8 с алмазным напылением. После разрезания конструкции перекрытия 1 с одной стороны от стены 2,

приводную станцию 7 с канатом 8 перемещают на другую сторону для выполнения следующего реза перекрытия 1.

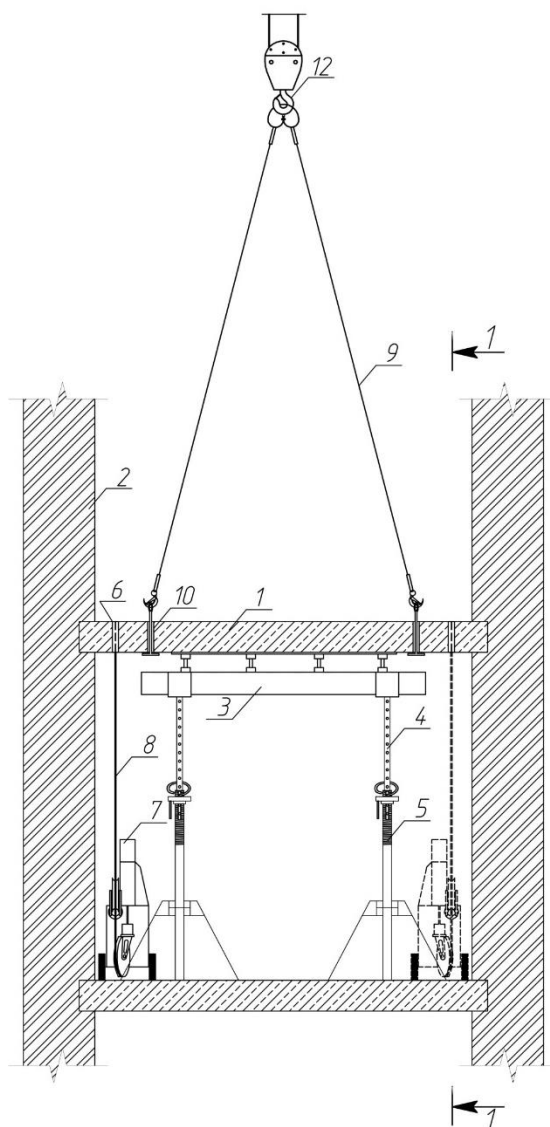


Рис. 10. Схема резки железобетонного перекрытия алмазной канатной пилой с его поддомкрачиванием инвентарными балками и стойками опалубочной системы

Fig. 10. Scheme of cutting reinforced concrete floor with a diamond wire saw with its undercutting with inventory beams and posts of the formwork system

При выполнении всех перечисленных выше операций грузоподъемный кран не используется, он необходим лишь после отрезания блока перекрытия 1, оснащения его стропами 9 с захватом в отверстия 10. Также, в этом процессе предложено использовать и другие разновидности пил для алмазной резки, как-то: дисковые 11 (Рис. 11) или циркульные. Крюком 12 грузоподъемного крана выбирается слабина ветви стропа 9, отрезанную часть (блок) перекрытия 1 выводят из остающейся части его и транспортируют в зону дальнейшей переработки (отбойки). Полученный металлолом отправляют на завод для переплавки, а бетонный лом измельчают в дробилке с разделением на

фракции для повторного использования в качестве заполнителя будущей бетонной смеси.

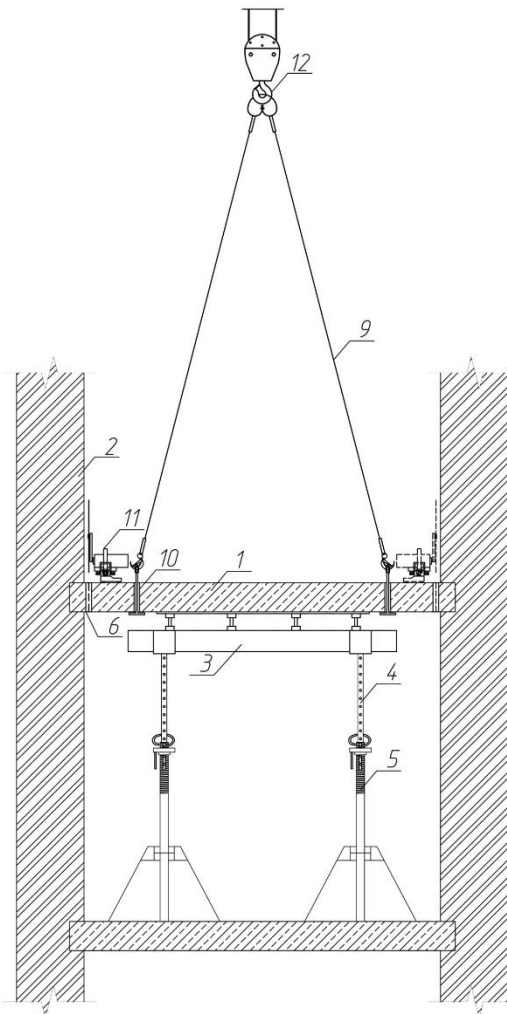


Рис. 11. Схема резки железобетонного перекрытия алмазной дисковой пилой с его поддомкрачиванием инвентарными балками и стойками опалубочной системы

Fig. 11. Scheme of cutting reinforced concrete floor with a diamond circular saw with its undercutting with inventory beams and posts of the formwork system

Таким образом, предложенный способ демонтажа железобетонной конструкции с утилизацией материалов от разборки позволяет существенно сократить время использования демонтируемого крана при производстве работ. Кроме того, на протяжении всего процесса отрезания железобетонной конструкции, ее отделяемая часть покоится на предложенных предварительно установленных инвентарных поддерживающих приспособлениях, что исключает ее неконтролируемое смещение, а, следовательно, обеспечивает безопасность производства

демонтажных работ. Причем управление оборудованием для алмазной резки производится дистанционно из-за пределов возможного падения или отлета продуктов переработки демонтируемых железобетонных конструкций, что гарантировано обеспечивает безопасность обслуживающего персонала оборудования для алмазной резки, а также других строительных рабочих.

Организационно-технологическая схема, поясняющая и практически реализующая предложенный способ демонтажа железобетонных конструкций, описанный ранее с использованием варианта применения резки алмазной дисковой пилой, представлена на Рис. 12. Ее предварительное технико-экономическое обоснование и детальное организационно-технологическое проектирование выполнено на примере демонтажных и ликвидационных работ склада в г. Ялта при участии магистра Щегулы Р.В. и доцента Головченко И.В. [38], но с применением инвентарных пространственных лесов на колесах с винтовыми домкратами-опорами.

До начала процессов резки горизонтальных железобетонных ригелей на транспортабельные элементы под них подкатывают пространственные инвентарные леса с винтовыми домкратами в нижней части и вилочными окончаниями в верхней. В указанные вилки устанавливают инвентарные балки современных опалубочных разборно-переставных систем для устройства перекрытий, а затем, через указанные балки, поддомкрачивают ригель, подлежащий разрезанию. Следовательно, ещё до начала производства операций по отделению одной части конструкции от другой, они уже покоятся в безопасном устойчивом состоянии на средствах подмащивания. И их строповка при этом не обязательна, а может быть осуществлена и после разрезания.

Экономическая целесообразность представленных организационно-технологических схем использования инвентарных несущих элементов промышленных опалубочных систем predetermined наличием таких элементов на балансе подрядных организаций и часто не задействованных на железобетонных работах из-за отсутствия подряда или перерывах в затребованности. Нет необходимости в разработке и согласовании проектов производства работ с использованием не стандартизированных поддерживающих конструкций, их сертификации и периодическом освидетельствовании. Но, пожалуй, самый важный положительный эффект – безопасность и экологичность технологий производства монтажных и демонтажных работ.

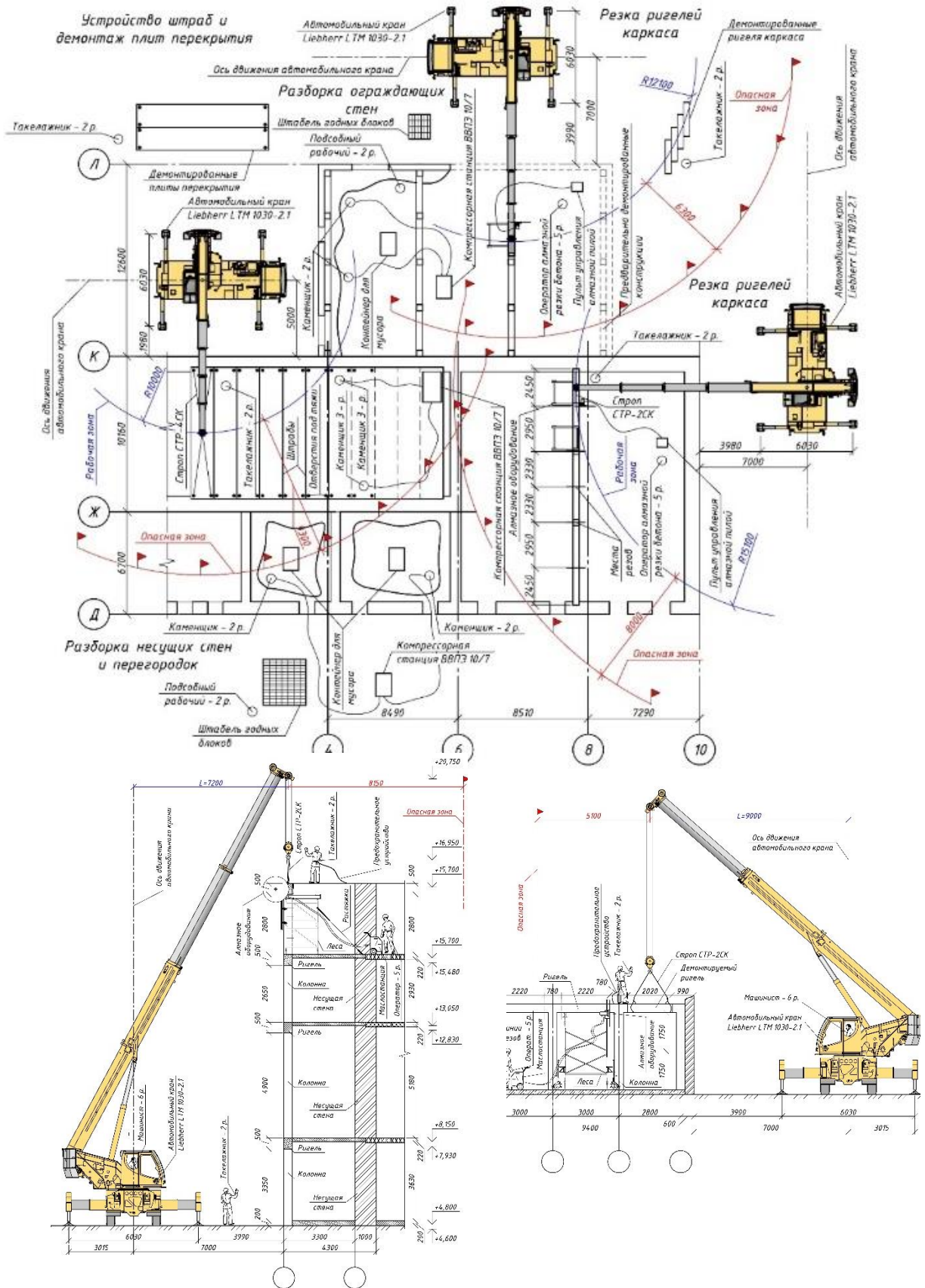


Рис. 12. Фрагменты совмещенных схем производства работ по разработанной технологической карте
 Fig. 12. Fragments of combined schemes of work according to the developed technological map

ВЫВОДЫ

Показано целесообразность использования элементов инвентарных опалубочных систем монолитных перекрытий для создания из них временных поддерживающих конструкций при монтаже и демонтаже железобетонных перекрытий. Представлены примеры такого применения при монтаже перекрытий сборно-монолитных каркасов конкретных гражданских объектов, а также алмазной резке подобных конструкций при их реконструкции или ликвидации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анпилов, С.М. Технология возведения зданий и сооружений из монолитного железобетона / С.М. Анпилов. – Москва: Издательство АСВ, 2010. – 576с. – ISBN 978-5-93093-590-5. – EDN QNOTVB.
2. Анпилов, С.М. Здания с монолитными каркасами / С.М. Анпилов. – Тольятти: Автономная Некоммерческая Организация "Институт судебной строительно-технической экспертизы", 2020. – 48с. – ISBN 978-5-6042900-0-2. – DOI 10.51608/9785604290002. – EDN EBWZIZ.
3. Теличенко, В.И. Технология строительных процессов: Учебник для строительных специальностей вузов / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лapidус. Том Часть 1. – Москва: Издательство "Высшая Школа", 2002. – 406 с. – EDN SDNSVL.
4. Теличенко, В.И., Лapidус, А.А., Слесарев, М.Ю. Анализ и синтез образов экологически ориентированных инновационных технологий строительного производства // Вестник МГСУ. 2023;18(8):1298-1305. <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2023.8.1298-1305>.
5. Лapidус, А.А. Оптимизация строительных потоков путем сокращения сроков производства бетонных работ / А.А. Лapidус, Д.А. Васнева // Технология и организация строительного производства. – 2016. – №1. – С.3-6. – EDN VSZTYX.
6. Олейник, П.П. Возведение монолитных конструкций зданий и сооружений / П.П. Олейник, Б.В. Жадановский, М.Ф. Кужин и др.; под общ. ред. П.П. Олейника. – Москва: Изд-во МИСИ–МГСУ, 2018. – 493с.
7. Олейник, П.П. Научно-технический прогресс в строительном производстве: Монография / П.П. Олейник. – Москва: Издательство АСВ, 2019. – 442с.
8. Олейник, П.П. Концепция повышения уровня проектов производства работ / П.П. Олейник // Промышленное и гражданское строительство. – 2020. – №2. – С. 59-63. – DOI 10.33622/0869-7019.2020.02.59-63. – EDN VGKUQF.
9. Колосков, В.Н., Олейник, П.П., Тихонов, А.Ф. Разборка жилых зданий и переработка их конструкций и материалов для повторного использования. Монография. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 200с.
10. Топчий, Д.В. Технологический процесс устройства монолитных железобетонных перекрытий с вкладышами-пустотообразователями на примере технологии "Собіах" / Д. В. Топчий, А. С. Болотова, Ю. А. Васильева // Перспективы науки. – 2019. – № 2(113). – С.61-67. – EDN ZABRGN.
11. Головнев, С.Г., Беркович, Л.А. Технология ускоренного возведения зданий из монолитного бетона // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2009. – №1.
12. Лысова, Ю.Д. Сравнительный анализ конструктивно-технологических параметров зарубежных сборно-монолитных систем гражданских зданий. Часть II / Ю.Д. Лысова, Н.И. Фомин, А.Х. Байбурун // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2022. – Т. 22, № 3. – С. 53-60. – DOI 10.14529/build220306. – EDN CBFGSU.
13. Фомин, Н.И. Оценка инновационного потенциала сборно-монолитных систем гражданских зданий / Н.И. Фомин, Е.Э. Зотева // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX Всероссийской) конференции НАСКР–2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С.436 – 444.
14. Лысова, Ю.Д. Сравнительный анализ конструктивно-технологических параметров зарубежных сборно-монолитных систем гражданских зданий. Часть II / Ю.Д. Лысова, Н.И. Фомин, А.Х. Байбурун // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2022. – Т. 22, №3. – С.53–60. DOI: 10.14529/build220306.
15. Мосаков, Б.С. Технологические процессы при возведении зданий и сооружений в монолитном исполнении / Б.С. Мосаков, В.Л. Курбатов, С.В. Волкова; Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Северо-Кавказский филиал. – Минеральные Воды: Северо-Кавказский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», 2019. – 430с. – ISBN 978-5-903213-47-4. – EDN YUGOOT.
16. Мосаков, Б.С. Технология возведения зданий и сооружений / Б.С. Мосаков, В.Л. Курбатов, В.В. Молодин. – Новосибирск: Apublish (ООО "Белая стена"), 2013. – 374с. – ISBN 978-5-9904808-1-0. – EDN TVENQH.
17. Югов, А.М. Исследование структуры процесса возведения сборно-монолитных зданий и сооружений / А.М. Югов, Г.Н. Тонкачев, В.В. Таран // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2010. – №5-2(85). – С.366-372. – EDN UBRVGK.
18. Тонкачев, Г.М., Тонкачев, В.Г. Определение длительности процесса монтажа и демонтажа опалубки методом целочисленного

- нормирования //Строительное производство. – 2020. – Т.1. – №67. – С.31-36.
19. Шаленный, В.Т. Технологичность разборно-переставных опалубочных систем /В. Шаленный, О. Капшук. - Saazbrucken, Germany: Lap LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2015. – 208с. EDN: ZUNSET.
20. Шаленный, В.Т. Интенсификация и эргономика строительного производства /В.Т. Шаленный. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2021. – 340 с. – ISBN 978-5-4365-8243-6. – EDN INGYRA.
21. Бунт, А.М. Повышение технологичности опалубочных систем на основе совершенствования конструктивных элементов: специальность 05.23.08 "Технология и организация строительства": диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Бунт Андрей Михайлович, 2017. – 121с. – EDN XOVXAI.
22. Патент № 2775265 С2 Российская Федерация, МПК E04G 11/36, E04G 11/48, E04B 5/32. Способ сооружения монолитных перекрытий (варианты) и подвижное опорное устройство: № 2017116782: заявл. 12.05.2017: опубл. 29.06.2022 / К. А. Матис, А. Х. Байбурин. – EDN KUFHQR.
23. Бадьин, Г.М., Сычев, С.А., Казаков, Ю.Н., Смирнова, Д.В. Технология надстройки здания из высокотехнологичных модульных систем повышенной заводской готовности // Вестник гражданских инженеров. 2018. №4(69). С.78-85.
24. Немова, Д.В., Горшков, А.С., Ватин, Н.И., Кашабин, А.В., Цейтин, Д.Н., Рымкевич, П.П. Техничко-экономическое обоснование по утеплению наружных стен многоквартирного жилого здания с устройством вентилируемого фасада // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014.- №11(26). - С.70-84. DOI: 10.18720/CUBS.26.6.
25. Ресурсный потенциал горной части Чеченской Республики для производства современных ремонтно-реставрационных вяжущих и составов / С.Г. Шеина, К.С. Батаев, А.А. Даукаев [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 9(105). – С.365-378. – EDN IBOVUG.
26. Абрамян, С.Г. Энергоэффективная технология реконструкции существующих зданий на основе надстроек. Часть 1 / С.Г. Абрамян, А.А. Овсепян, Е.В. Сибирский // Инженерный вестник Дона. – 2022. – №9(93). – С.90-102. – EDN CSLNZM.
27. Абрамян, С.Г. Энергоэффективная технология реконструкции существующих зданий на основе надстроек. Часть 2 / С.Г. Абрамян, А.А. Овсепян, Е.В. Сибирский // Инженерный вестник Дона. – 2022. – № 9(93). – С.103-111. – EDN PSAEGS.
28. Снос зданий и использование материалов, образующихся при реновации городских территорий / С.А. Колодяжный, С.Н. Золотухин, А.А. Абраменко, Е.А. Артемова // Вестник МГСУ. – 2020. – Т.15, № . – С. 271-293. – DOI 10.22227/1997-0935.2020.2.271-293. – EDN OFYCLZ.
29. Львов, И.В. Проблемы качества и безопасности в строительстве / И.В. Львов // Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции: материалы III Международной (IX 385 Всероссийской) конференции НАСКР – 2016. Изд-во Чуваш. ун-та, г. Чебоксары. 2016. – С.377 – 385.
30. Жадановский, Б.В. Механическая обработка бетона и железобетона алмазным инструментом / Б.В. Жадановский // Строительное производство. – 2019. – №1. – С.12-17. – DOI 10.54950/26585340_2019_1_12. – EDN WTNCBI.
31. Жадановский, Б.В. Организационно-технологическая подготовка реконструкции гражданских и промышленных зданий и сооружений / Б.В. Жадановский // Промышленное и гражданское строительство. – 2009. – №10. – С.59-60. – EDN JUGTZJ.
32. Жадановский, Б.В. Технология алмазной механической обработки строительных материалов и конструкций / Б.В. Жадановский. – Москва: Стройиздат, 2004. – 175 с. – ISBN 5-274-01928-5. – EDN QNKPOV.
33. Пахомова, Л.А. Способы временного крепления конструкций зданий при усилении и реконструкции фундаментов / Л.А. Пахомова, Б.В. Жадановский, И.Н. Дорошин // Перспективы науки. – 2023. – №6(165). – С.78-83. – EDN OTMLOW.
34. Косолапов, А.В. Основные положения концепции технологии алмазной резки и сверления строительных конструкций / А.В. Косолапов // Промышленное и гражданское строительство. – 2019. – №6. – С.59-63. – DOI 10.33622/0869-7019.2019.06.59-63. – EDN KDRDQZ.
35. Обоснование выбора плоского сборно-монолитного перекрытия ПГАСА / Н.В. Савицкий, Е.Л. Буцкая //Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. науч. трудов. — Днепропетровск: ПГАСА. — 2010. — Вып. 56. — С. 396-402.
36. Шаленный, В. Т. Сборно-монолитное домостроение: Учебник / В. Т. Шаленный, О.Л. Балакчина. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 178с. – ISBN 978-5-4497-0759-8. – EDN PXVBQI.
37. Патент № 2779800 С1 Российская Федерация, МПК E04G 23/08. Способ демонтажа монолитной железобетонной конструкции с утилизацией материалов от разборки: № 2022100733: заявл. 12.01.2022: опубл. 13.09.2022 / А.Н. Бирюков, А.А. Пресняков, В.Н. Денисов [и др.]; заявитель Федеральное государственное казённое военное образовательное учреждение высшего образования "Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева" Министерства обороны Российской Федерации. – EDN XAEAOI.
38. Шаленный, В.Т. Повышение безопасности и экономичности производства реконструкционных и ликвидационных работ алмазным дисковым оборудованием / В.Т. Шаленный, И.В. Головченко, Р.В. Щегула // Строительство и техногенная

безопасность. – 2019. – № 15(67). – С. 77-85. – EDN ROPHXU.

REFERENCES

- Anpilov, S.M. Technology of construction of buildings and structures made of monolithic reinforced concrete / S.M. Anpilov. – Moscow: DIA Publishing House, 2010. – 576с. – ISBN 978-5-93093-590-5. – EDN QNOTVB.
- Anpilov, S.M. Buildings with monolithic frames / S.M. Anpilov. – Tolyatti: Autonomous Non-Profit Organization "Institute of Judicial Construction and Technical Expertise", 2020. – 48 p. – ISBN 978-5-6042900-0-2. – DOI 10.51608/9785604290002. – EDN EBWZIZ.
- Telichenko, V.I. Technology of construction processes: Textbook for construction specialties of universities / V.I. Telichenko, O.M. Terentyev, A.A. Lapidus. Volume Part 1. – Moscow: Publishing House "Higher School", 2002. – 406 p. – EDN SDNSVL.
- Telichenko, V.I., Lapidus, A.A., Slesarev, M.Yu. Analysis and synthesis of images of environmentally oriented innovative technologies of construction production. Bulletin of the MGSU. 2023;18(8):1298-1305. <https://doi.org/10.22227/1997-0935.2023.8.1298-1305>.
- Lapidus, A.A. Optimization of construction flows by reducing the production time of concrete works / A.A. Lapidus, D.A. Vasneva // Technology and organization of construction production. - 2016. – No. 1. – pp. 3-6. – EDN VSZTYX.
- Oleinik, P.P. The construction of monolithic structures of buildings and structures / P.P. Oleinik, B.V. Zhadanovsky, M.F. Kuzhin, etc.; under the general editorship of P.P. Oleinik. – Moscow: Publishing house of MISI–MGSU, 2018. – 493s.
- Oleinik, P.P. Scientific and technical progress in construction production: Monograph / P.P. Oleinik. – Moscow: DIA Publishing House, 2019. – 442 p.
- Oleinik, P.P. The concept of increasing the level of work production projects / P.P. Oleinik // Industrial and civil construction. – 2020. – No. 2. – pp. 59-63. – DOI 10.33622/0869-7019.2020.02.59-63. – EDN VGKUQF.
- Koloskov, V.N., Oleinik, P.P., Tikhonov, A.F. Dismantling of residential buildings and recycling of their structures and materials for reuse. Monograph. – M.: Publishing House of the DIA, 2004. – 200s.,
- Topchy, D.V. Technological process of the device of monolithic reinforced concrete floors with hollow-forming inserts on the example of the Cobiax technology / D. V. Topchy, A. S. Bolotova, Yu. A. Vasilyeva // Prospects of science. – 2019. – № 2(113). – Pp. 61-67. – EDN ZABRGH.
- Golovnev S.G., Berkovich L.A. Technology of accelerated construction of buildings made of monolithic concrete // Academic Bulletin of UralNIIproekt RAASN. – 2009. – No.1.
- Lysova, Yu.D. Comparative analysis of structural and technological parameters of foreign prefabricated monolithic systems of civil buildings. Part II / Y.D. Lysova, N.I. Fomin, A.H. Bayburin // Bulletin of the South Ural State University. Series: Construction and Architecture. - 2022. – vol. 22, No. 3. – pp. 53-60. – DOI 10.14529/build220306. – EDN CBFGSU.
- Fomin N.I. Assessment of the innovative potential of prefabricated monolithic systems of civil buildings / N.I. Fomin, E.E. Zoteeva // New in architecture, design of building structures and reconstruction: materials of the III International (IX All-Russian) conference NASKR-2016. Chuvash Publishing House. un-ta, Cheboksary. 2016. – pp. 436-444.
- Lysova, Yu.D. Comparative analysis of structural and technological parameters of foreign prefabricated monolithic systems of civil buildings. Part II / Y.D. Lysova, N.I. Fomin, A.H. Bayburin // Bulletin of SUSU. The series "Construction and Architecture". - 2022. – vol. 22, No. 3. – pp. 53-60. DOI: 10.14529/build220306.
- Mosakov, B.S. Technological processes in the construction of buildings and structures in monolithic construction / B.S. Mosakov, V.L. Kurbatov, S.V. Volkova; Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, North Caucasus branch. – Mineralnye Vody: North Caucasus branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov", 2019. – 430 p. – ISBN 978-5-903213-47-4. – EDN YYGOOT.
- Mosakov, B.S. Technology of construction of buildings and structures / B.S. Mosakov, V.L. Kurbatov, V.V. Molodin. – Novosibirsk: Apublish (LLC "White Wall"), 2013. – 374 p. – ISBN 978-5-9904808-1-0. – EDN TVEHQH.
- Yugov, A.M. Investigation of the structure of the process of construction of prefabricated monolithic buildings and structures / A.M. Yugov, G.N. Tonkachev, V.V. Taran //Bulletin of the Donbass National Academy of Construction and Architecture. – 2010. – № 5-2(85). – Pp. 366-372. – EDN UBRVGG.
- Tonkachev, G.M., Tonkachev, V.G. Determination of the duration of the formwork installation and dismantling process by the integer normalization method //Construction production. – 2020. – Vol. 1. – No. 67. – pp.31-36.
- Shalenny, V.T. Manufacturability of collapsible formwork systems /V. Shalenny, O. Kapshuk. - Saazbrucken, Germany: Lap LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2015. – 208с. EDN: ZUNSET.
- Shalenny, V.T. Intensification and ergonomics of construction production / V.T. Shalenny. – Moscow: Limited Liability Company "KnoRus Publishing House", 2021. – 340 p. – ISBN 978-5-4365-8243-6. – EDN INGYRA.
- Bunt, A.M. Improving the manufacturability of formwork systems based on the improvement of structural elements: specialty 05.23.08 "Technology and organization of construction": dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences / Bunt Andrey Mikhailovich, 2017. – 121с. – EDN XOYXAI.

22. Patent No. 2775265 C2 Russian Federation, IPC E04G 11/36, E04G 11/48, E04B 5/32. Method of construction of monolithic floors (options) and movable support device: No. 2017116782: application 12.05.2017: publ. 06/29/2022 / K. A. Mathis, A. H. Bayburin. – EDN KUFHQR.
23. Badin G.M., Sychev S.A., Kazakov Yu.N., Smirnova D.V. Technology of building superstructure from high-tech modular systems of increased factory readiness // *Bulletin of Civil Engineers*. 2018. No. 4(69). pp. 78-85.
24. Nemova D.V., Gorshkov A.S., Vatin N.I., Kashabin A.V., Tseytin D.N., Rymkevich P.P. Feasibility study on insulation of exterior walls of an apartment building with a ventilated facade // *Construction of unique buildings and structures*. 2014. No. 11(26). pp. 70-84. DOI: 10.18720/CUBS.26.6.
25. Resource potential of the mountainous part of the Chechen Republic for the production of modern repair and restoration binders and compounds / S.G. Sheina, D.K.S. Bataev, A.A. Daukaev [et al.] // *Engineering Bulletin of the Don*. – 2023. – № 9(105). – Pp. 365-378. – EDN IBOVUG.
26. Abrahamyan, S.G. Energy-efficient technology of reconstruction of existing buildings based on superstructures. Part 1 / S.G. Abrahamyan, A.A. Hovsepyan, E.V. Sibirsky // *Engineering Bulletin of the Don*. – 2022. – № 9(93). – Pp. 90-102. – EDN CSLNZM.
27. Abrahamyan, S.G. Energy-efficient technology of reconstruction of existing buildings based on superstructures. Part 2 / S.G. Abrahamyan, A.A. Hovsepyan, E.V. Sibirsky // *Engineering Bulletin of the Don*. – 2022. – № 9(93). – Pp. 103-111. – EDN PSAEGS.
28. Demolition of buildings and the use of materials formed during the renovation of urban areas / S.A. Kolodyazhny, S.N. Zolotukhin, A.A. Abramenko, E.A. Artemova // *Bulletin of MGSU*. – 2020. – Vol. 15, No. 2. – pp. 271-293. – DOI 10.22227/1997-0935.2020.2.271-293. – EDN OFYCLZ.
29. Lviv, I.V. Problems of quality and safety in construction / I.V. Lviv // *New in architecture, design of building structures and reconstruction: materials of the III International (IX 385 All-Russian) conference NASKR - 2016*. Chuvash Publishing House. un-ta, Cheboksary. 2016. – pp. 377-385.
30. Zhadanovsky, B.V. Mechanical processing of concrete and reinforced concrete with a diamond tool / B.V. Zhadanovsky // *Construction production*. – 2019. – No. 1. – pp. 12-17. – DOI 10.54950/26585340_2019_1_12. – EDN WTHCBI.
31. Zhadanovsky, B.V. Organizational and technological preparation of reconstruction of civil and industrial buildings and structures / B.V. Zhadanovsky // *Industrial and civil engineering*. – 2009. – No. 10. – pp. 59-60. – EDN JUGTZJ.
32. Zhadanovsky, B.V. Technology of diamond machining of building materials and structures / B.V. Zhadanovsky. – Moscow: Stroyizdat, 2004. – 175 p. – ISBN 5-274-01928-5. – EDN QNKPOV.
33. Pakhomova, L.A. Methods of temporary fastening of building structures during reinforcement and reconstruction of foundations / L.A. Pakhomova, B.V. Zhadanovsky, I.N. Doroshin // *Prospects of science*. – 2023. – № 6(165). – Pp.78-83. – EDN OTMLOW.
34. Kosolapov, A.V. The main provisions of the concept of technology of diamond cutting and drilling of building structures / A.V. Kosolapov // *Industrial and civil construction*. – 2019. – No. 6. – pp. 59-63. – DOI 10.33622/0869-7019.2019.06.59-63. – EDN KDRDQZ.
35. Justification of the choice of a flat prefabricated monolithic floor of PGASA / N.V. Savitsky, E.L. Butskaya // *Construction, materials science, mechanical engineering: Collection of scientific works*. — Dnepropetrovsk: PGASA. — 2010. — Issue 56. — pp. 396-402.
36. Shalenny, V. T. Prefabricated monolithic housing construction: Textbook / V. T. Shalenny, O.L. Balakhchina. – Moscow: AI Pi Ar Media, 2021. – 178c. – ISBN 978-5-4497-0759-8. – EDN PXVBQI.
37. Patent No. 2779800 C1 Russian Federation, IPC E04G 23/08. Method of dismantling a monolithic reinforced concrete structure with the disposal of materials from disassembly: No. 2022100733: application 12.01.2022: publ. 13.09.2022 / A.N. Biryukov, A.A. Presnyakov, V.N. Denisov [et al.]; the applicant is the Federal State State-owned Military Educational Institution of Higher Education "Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev" of the Ministry of Defense of the Russian Federation. – EDN XAEAOL.
38. Shalenny, V.T. Improving the safety and efficiency of the production of reconstruction and liquidation works with diamond disc equipment / V.T. Shalenny, I.V. Golovchenko, R.V. Shchegula // *Construction and technogenic safety*. – 2019. – № 15(67). – Pp. 77-85. – EDN ROFXU.

ALTERNATIVE USE OF LOAD-BEARING ELEMENTS OF INVENTORY FORMWORK SYSTEMS DURING INSTALLATION AND DISMANTLING OF REINFORCED CONCRETE FLOORS

Akimov S.F., Shalenny V.T.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University,
Institute «Academy of construction and architecture»,
181, Kievskaya str., Simferopol, 295050, Russian Federation

Abstract. The paper substantiates the expediency of using widespread load-bearing racks, frame systems and beams for the construction of formwork monolithic floors of multi-storey civil construction in other types of construction work in prefabricated monolithic construction and reconstruction of civil facilities. Examples and descriptions of organizational and technological schemes for the construction of prefabricated monolithic frames with the use of inventory spatial frames and racks of adjustable length with glued wooden beams, mainly from well-known Doka and PERI companies, as supporting elements for the organization of alignment and temporary fixing of hollow floor slabs during their installation. Examples of the use of the same bearing elements of formwork systems in projects of reconstruction and liquidation of multi-storey civil facilities are presented. In these cases, they were intended to ensure the stability of the reconstructed parts of buildings during their separation and extraction according to the intended parts. For this purpose, the schemes of using diamond cutting technologies of reinforced concrete structures patented by the authors in reconstruction projects of civil buildings in the Crimea are shown.

Subject of research: technological equipment for the production of construction, installation and reconstruction works to ensure their efficiency and safety using beams, frames and racks of inventory formwork systems of monolithic and prefabricated reinforced concrete floors.

Materials and methods: analysis of the state of the issue according to literary and patent sources, justification of expediency and modeling of technology and organization of construction, installation and reconstruction works at specific civil facilities in Crimea, assessment of economic efficiency, industrial and environmental safety of the proposed innovations.

Results: organizational and technological schemes for the installation of temporary supporting and regulating systems for the installation and dismantling of reinforced concrete floors made up of inventory elements of industrial formwork systems of both domestic and foreign origin are reasonably presented. The technological and economic efficiency, as well as the technical and environmental expediency of innovations for reasons of life safety are shown.

Conclusions. The expediency of using elements of inventory formwork systems of monolithic floors to create temporary supporting structures from them during the installation and dismantling of reinforced concrete floors is shown. Examples of such applications are presented when installing ceilings of prefabricated monolithic frames of specific civil facilities, as well as diamond cutting of similar structures during their reconstruction or liquidation.

Key words: formwork systems, safety, diamond cutting, efficiency, safety, prefabricated monolithic construction, reconstruction.

УДК 666.9.022.3

СТЕНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПОЛУСУХОГО ПРЕССОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ГРАНУЛИРОВАННЫХ ИЗВЕСТНЯКОВЫХ ОТХОДОВ КАМНЕДОБЫЧИ

Макарова Е.С., Елькина И.И., Федоркин С.И., Алимов О.У.

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского»,
Институт «Академия строительства и Архитектуры»,
Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 181,
E-mail: k.makarova11@mail.ru

Аннотация: настоящая статья посвящена исследованию процессов грануляции сырьевых смесей из известняковых отходов камнедобычи и портландцемента и получению на их основе стеновых материалов методом полусухого прессования. Определены оптимальные влажностно-временные параметры изготовления гранул, изготовлены лабораторные образцы стеновых материалов из гранулированных смесей с различным содержанием портландцемента. Установлено, что предел прочности на сжатие образцов из гранулированного сырья на 3-12% превышает прочность образцов из негранулированных сырьевых смесей.

Предмет исследования: стеновые материалы полусухого прессования на основе гранулированных известняковых отходов камнедобычи.

Материалы и методы: Для исследования были применены отходы нуммилитового известняка из месторождения Скалистое (Крым) и портландцемент ПЦ 500 ДО от Новороссийского цементного завода. Физико-механические свойства опытных образцов определяли по стандартным методикам.

Результаты: Эксперименты показали, что прочность при сжатии образцов, изготовленных из гранул с содержанием 5-15% портландцемента и 85-95% отходов камнедобычи, превышает прочность образцов из негранулированного сырья на 3-12%.

Выводы: Применение гранулированных известняковых отходов камнедобычи в качестве основного компонента для производства стеновых материалов методом полусухого прессования позволяет повысить их прочностные характеристики. Добавление портландцемента в определенных пропорциях (5-15%) способствует улучшению прочностных показателей материалов. Дальнейшие исследования могут быть направлены на оптимизацию состава материалов, исследование их долговечности и адаптацию процесса производства к промышленным масштабам.

Ключевые слова: известняковые отходы камнедобычи, портландцемент, гранулирование, полусухое прессование, прочность

ВВЕДЕНИЕ

Особенности геологической истории Крыма определили богатство и разнообразие запасов осадочных пород. Это отложения известняков-ракушечников, нуммилитового, мшанкового, оолитового, рифового, крымбальского и мраморовидного известняка. Все эти породы различаются разнообразием физико-механических свойств. Средняя плотность изменяется от 890 кг/м³ (желтый известняк-ракушечник) до 2700 кг/м³ (мраморовидный известняк), предел прочности при сжатии составляет 0,4 – 182,3 МПа, пористость колеблется от 1,4 до 66%. Все эти разновидности известняков хорошо изучены и описаны [1].

Существующие направления утилизации известняковых отходов достаточно примитивны, неэффективны и не могут заинтересовать предприятия. Поэтому видится иной подход к решению данной проблемы. Необходимо создать технологии, для которых отходы известняка стали бы основным сырьевым материалом, а отвалы – новыми техногенными карьерами.

Одним из эффективных способов многотоннажной утилизации известняковых отходов камнедобычи является получение на их основе стеновых материалов методом полусухого прессования с использованием цементных вяжущих.

Однако полусухое прессование стеновых строительных материалов, таких как кирпич и блоки, из мелкодисперсного сырья является сложной технологической операцией. В процессе полусухого прессования изделий из дисперсного сырья зачастую происходит запрессовка воздуха в материале, что в последующем при снятии нагрузки приводит к возникновению трещин и снижению их прочностных и эксплуатационных свойств. Избежать появления трещин при полусухом прессовании дисперсного сырья можно применяя, например, двухстадийное прессование, но это снижает производительность прессового оборудования.

Повысить качество стеновых материалов и предотвратить появление трещин в материале возможно, также при использовании гранулированного сырья.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРЕДЫДУЩИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Процесс грануляции дисперсных материалов окатыванием используется во многих отраслях промышленности [2].

Известно [3], что на образование и рост гранул большое влияние оказывает соотношение между жидкой и твердой фазами. В зависимости от содержания жидкости и твердых дисперсных частиц

наблюдаются различные механизмы гранулообразования. При недостаточном количестве влаги, когда жидкость находится только в зоне контакта частиц, преобладающим является механизм разрушения частиц с последующим их взаимным наложением. По мере увеличения содержания влаги происходит заполнение пор, образуется жидкостная сетка в агломерате твердых частиц, объединенных в гранулу. В этом случае агломерирование частиц происходит под действием капиллярных сил сцепления, действующих на поверхности гранул. Когда твердые частицы полностью покрываются влагой, преобладающим является механизм агломерации, при котором происходит соединение гранул одного порядка размеров в агломераты. Таким образом, в грануляторах окатывания при обычной температуре гранулообразование определяется одновременным действием капиллярных сил сцепления и сил поверхностного натяжения.

Большое практическое значение для управления технологическим процессом гранулирования имеет изучение его кинетики. К настоящему моменту опубликовано достаточное количество работ, описывающих изменение размера гранул в зависимости от параметров процесса гранулирования [3-6 и др.].

В настоящее время процессы грануляции дисперсных известняковых отходов камнедобычи, на наш взгляд, изучены недостаточно. Данные по получению стеновых материалов из гранулированного сырья на основе дисперсных сырьевых смесей на основе известняковых отходов и вяжущих в литературных источниках не выявлены.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью настоящей работы являлось исследование процессов грануляции окатыванием дисперсных сырьевых смесей на основе известняковых отходов камнедобычи и цемента и изучение возможности получения из гранул прессованных стеновых материалов.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- исследован процесс гранулирования сырьевых смесей и определены оптимальные влажностно-временные параметры;
- изучена зависимость предела прочности образцов из гранулированных и негранулированных сырьевых смесей при различном расходе цемента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ АНАЛИЗ

Анализируя предложенные различными авторами аналитические и эмпирические уравнения кинетики гранулообразования, для дальнейших

расчетов скорости роста гранул нами выбрано аналитическое уравнение, предложенное в работе [4] с уточнениями, приведенными в работе [3]. Это уравнение получено с учетом физико-механических, тепломассообменных свойств материала и конструктивных размеров барабанного гранулятора:

$$D_k = D_{я}k_{я}(2N - 1) - k\tau, \quad (1)$$

где: $N = \{1 + 9 \ln[2 - \exp(-18a_m^2 V/D_{я}^2)]\}^{1/2}$;
 $V = 0,785 D_6^2 L_6 \Phi r_n (1 - I_p) / G_c (1 + I)$;
 k – кинетический коэффициент истирания гранул (м/с), зависящий от свойств гранулируемого материала;

D_6 – диаметр барабана гранулятора;
 L_6 – длина барабана гранулятора;
 Φ – коэффициент заполнения барабана;
 G_c – производительность гранулятора по сухому продукту;
 τ – время пребывания материала в грануляторе;
 I_p – влагосодержание порошка золы или глины;
 a_m – коэффициент диффузии;
 $D_{я}$ – диаметр частиц ядра;
 D_k – конечный диаметр гранулы;
 r_n – насыпная плотность золы или глины.

Для расчета кинетического коэффициента истирания гранул k использована аналитическая зависимость [2]:

$$K = 10^{-5} (\omega G_c / \sigma_r)^{1/2} \quad (2)$$

где:

ω – угловая скорость вращения гранулятора;
 σ_r – прочность гранул готового продукта.

При заданном гранулометрическом составе исходного материала и требуемом размере гранул готового продукта формула (1) позволяет определить основные габариты гранулятора барабанного типа.

В лабораторных условиях была проведена экспериментальная проверка применимости формулы (1) для расчета скорости роста зольных гранул в лабораторном барабанном грануляторе диаметром 0,5 м и длиной 1 м. При этом использованы известняковые отходы камнедобычи нуммитового известняка месторождения Скалистое (Крым) (таблица 1). В качестве вяжущего использовали портландцемент Новороссийского цемзавода ПЦ 500 ДО.

Для получения гранул использовали сырьевые смеси из известняковых отходов фракции менее 2,5 мм с содержанием портландцемента 5,10 и 15% (мас.). Из полученных сырьевых смесей прессовали образцы цилиндры высотой и диаметром 5 см при удельном давлении прессования 20 МПа. Для сравнения прессовали образцы из негранулированных сырьевых смесей тех же составов. В 28 суточном возрасте определяли предел прочности образцов при сжатии.

Таблица 1. Гранулометрический состав известняковых отходов камнедобычи
Table 1. Granulometric composition of limestone waste from stone mining

Место образования отходов	Насыпная плотность, кг/м ³	Влажность, %	Содержание фракций (% по массе) размером (мм)							
			Более 40	20-40	10-20	5-10	2.5-5	0.63-2.5	0.315-0.63	0-0.315
Камнерезная машина в карьере	1550	7,4	—	—	1,0	1,2	3,7	19,1	25,0	50,0
Комбайн в горной выработке	1190	8,7	13,4	27,1	24,3	8,8	8,0	5,2	7,2	6,0
Камнерезная машина в горной выработке	1510	8,1	—	—	0,7	0,5	4,5	17,3	23,0	54,0
В отвале вблизи горной выработки	1200	8,5	12,1	24,4	21,9	7,9	7,7	6,4	8,8	10,8

Результаты сопоставления расчетных и экспериментальных данных зависимости диаметра зольных гранул от времени пребывания в

грануляторе приведены на рис. 1 и свидетельствуют об их достаточной сопоставимости (максимальное отклонение не превышает 9%).

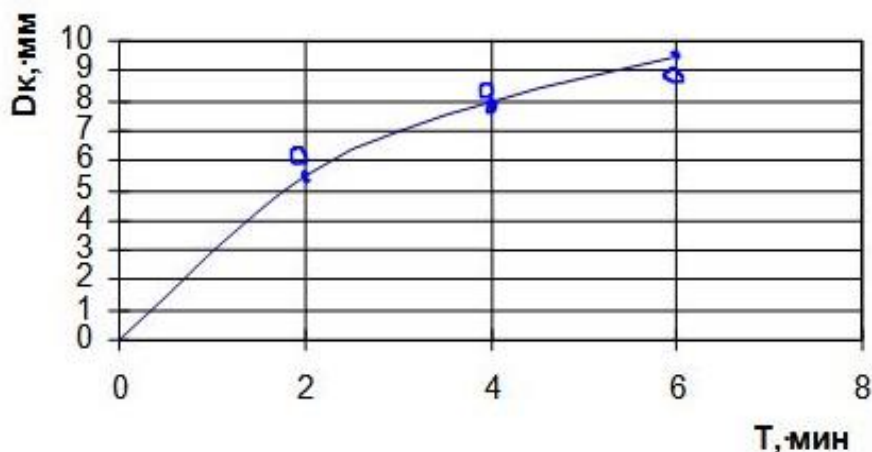


Рис. 1. Зависимость диаметра гранул из известняково-цементных смесей от времени пребывания в грануляторе (• - расчетная зависимость, ° - известняково-цементная смесь)

Fig. 1. Dependence of the diameter of granules from limestone-cement mixtures on the residence time in the granulator (• - calculated dependence, ° - limestone-cement mixture)

Существующий опыт получения гранулированных продуктов, а также анализ уравнения (1) свидетельствуют о том, что основными параметрами, определяющими качество гранул, являются их влагосодержание и длительность пребывания материала в грануляторе. Как известно, для гранулирования методом окатывания характерна очень узкая область оптимальных отношений жидкой и твердой фаз. Влажность материала в грануляторе существенно влияет на выход товарной фракции. Например, при

гранулировании аммофоса, оптимальная влажность материала, соответствующая 75 %-ному выходу товарной фракции, находится в диапазоне от 6 до 7% [3].

Исследование зависимости выхода товарной фракции известняково-цементных гранул (диаметром 5-10 мм) от влажности сырья в грануляторе (рис. 2) показало, что по мере увлажнения сырьевой смеси выход товарной фракции гранул увеличивается.

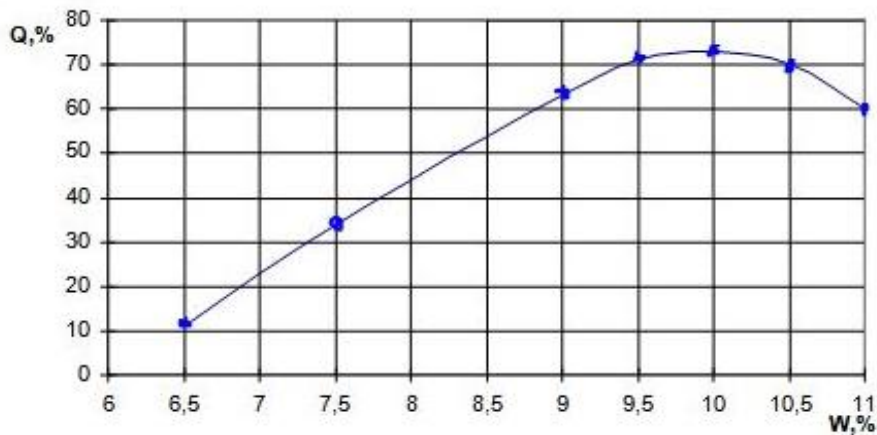


Рис. 2. Зависимость выхода гранул диаметром 5-10 мм (Q) от влажности сырьевой смеси в грануляторе (W).
Fig. 2. Dependence of the yield of granules with a diameter of 5-10 mm (Q) on the moisture content of the raw material mixture in the granulator (W).

Максимальный выход гранул (65-73%) фракции диаметром 5-10 мм соответствует оптимальной влажности материала 9-10%. Таким образом, из свежесформованных гранул можно сразу формовать изделия, исключив операцию сушки. Испытания образцов, изготовленных в

лабораторных условиях из свежесформованных гранул, приведен в таблице 2.

Результаты определения предела прочности при сжатии полученных образцов с различным содержанием цемента в 28-суточном возрасте проведены в таблице 2.

Таблица 2. Зависимость предела прочности при сжатии прессованных образцов из гранулированных и негранулированных известняково-цементных смесей от количества цемента
Table 2. Dependence of the compressive strength of pressed samples from granular and non-granular limestone-cement mixtures on the amount of cement

N п/п	Состав сырьевой смеси, % (мас.)	Вид сырьевой смеси	Предел прочности при сжатии, МПа
1	известняк – 95 портландцемент – 5	негранулированная	10,5
		гранулированная, размер гранул 5 – 10 мм	10,8
2	известняк – 90 портландцемент – 10	негранулированная	15,4
		гранулированная, размер гранул 5 – 10 мм	16,9
3	известняк – 85 портландцемент – 15	негранулированная	21,2
		гранулированная, размер гранул 5 – 10 мм	23,8

Результаты испытаний таблица 2 свидетельствуют о повышении предела прочности при сжатии образцов на основе гранулированных известняковых отходов камнедобычи и портландцемента на 3-12% по сравнению с негранулированными. Причем, с увеличением содержания портландцемента в сырьевой смеси с 5 до 15% прочность образцов из гранулированного сырья возрастает в 2,2 раза.

ВЫВОДЫ

1. Изучен процесс грануляции окатыванием сырьевых смесей на основе известняковых отходов камнедобычи и портландцемента. Установлено, что максимальный выход гранул фракции диаметром 5-10 мм составляет 67 %. При этом влажность гранул

соответствует оптимальной влажности материала 9-10%, необходимой для полусухого прессования изделий.

2. Показано, что предел прочности при сжатии образцов, спрессованных из гранул содержащих 5-15% портландцемента и 85-95% отходов камнедобычи на 3-12% превышает прочность образцов из негранулированного сырья.

3. Использование процесса гранулирования сырья из известняковых отходов камнедобычи и портландцемента позволяет получить стеновой материал методом полусухого прессования с пределом прочности при сжатии 10,8 - 23,8 МПа при расходе цемента в пределах 5-15%, что соответствует марке стеновых материалов М100 – М200. При этом упрощается процесс прессования и формируется бездефектная структура образцов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Любомирский Н.В. Минерально-сырьевая база строительной индустрии Крыма: Справочник/ авт. – сост. Н.В. Любомирский, С.И. Федоркин – Симферополь: ИТ “Ариал”, 2021. – 540с.
- 2 Макарова Е.С., Технология производства золокерамических материалов наполненной каркасно-сотовой структуры// Е.С. Макарова, С.И. Федоркин “Строительство и техногенная безопасность” – Сб.научных трудов НАПКС Вып.9. – Симферополь, НАПКС. 2004. – С. 76-78
3. Классен П.В., Гришаев И.Г. Гранулирование./ П.В. Классен, И.П. Шомин – М.: Химия, 1991. – 240 с.
4. Классен П.В. Основы техники гранулирования./ П.В. Классен, Гришаев И.Г. М.: Химия. 1982.-272 с.
5. Murthu D.V., Ananth M.S.//Chem. Eng. J. 1982.V. 23. № 2. P.177-183.
6. Ouchiyama Norio. Tanaka Tatsuo//J. Soc. Powder Technol. Jap. 1982. V. 19. № 3. P.183-190.

BIBLIOGRAPHY

1. Lyubomirsky N.V. Mineral resource base of the construction industry of the Crimea: Handbook/ author - comp. N.V. Lyubomirsky, S.I. Fedorkin – Simferopol: IT “Arial”, 2021. – 540s.
- 2 Makarova E.S., Technology of production of gold-ceramic materials of a filled frame-honeycomb structure// E.S. Makarova, S.I. Fedorkin “Construction and technogenic safety” - Collection of scientific papers of NAPKS Vol.9. – Simferopol, NAPKS. 2004. – pp. 76-78
3. Klassen P.V., Grishaev I.G. Granulation./ P.V. Klassen, I.P. Shomin – M.: Khimiya, 1991. – 240 p.
4. Klassen P.V. Fundamentals of granulation technique./ P.V. Klassen, Grishaev I.G. M.: Chemistry. 1982.-272 p.
5. Murthu D.V., Ananth M.S.//Chem. Eng. J. 1982.V. 23. № 2. P.177-183.
6. Ouchiyama Norio. Tanaka Tatsuo//J. Soc. Powder Technol. Jap. 1982. V. 19. № 3. P.183-190.

SEMI-DRY PRESSED WALL MATERIALS BASED ON GRANULAR LIMESTONE WASTE FROM STONE MINING

Makarova E.S., Yelkina I.I., Fedorkin S.I., Alimov O.U.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Academy of construction and architecture,
181, Kievskaya str., Simferopol, 295050, Russian Federation

Abstract: this article is devoted to the study of the processes of granulation of raw materials mixtures from limestone waste of stone mining and Portland cement and the production of wall materials based on them by semi-dry pressing. The optimal humidity-time parameters of the manufacture of granules were determined, laboratory samples of wall materials from granular mixtures with different contents of Portland cement were made. It was found that the compressive strength of samples from granulated raw materials exceeds the strength of samples from non-granulated raw materials by 3-12%.

Subject of research: semi-dry pressed wall materials based on granular limestone waste from stone mining.

Materials and methods: Nummilite limestone waste from the Skalistoe deposit (Crimea) and Portland cement PC 500 DO from the Novorossiysk Cement Plant were used for the study. The physical and mechanical properties of the prototypes were determined by standard methods.

Results: Experiments have shown that the compressive strength of samples made from granules containing 5-15% Portland cement and 85-95% of stone mining waste exceeds the strength of samples from non-granulated raw materials by 3-12%.

Conclusions: The use of granular limestone waste from stone mining as the main component for the production of wall materials by semi-dry pressing makes it possible to increase their strength characteristics. The addition of Portland cement in certain proportions (5-15%) improves the strength characteristics of materials. Further research can be aimed at optimizing the composition of materials, studying their durability and adapting the production process to industrial scales.

Key words: limestone waste from stone mining, Portland cement, granulation, semi-dry pressing, strength

Раздел 3. Инженерное обеспечение

УДК 532.5.013.2; 534-143

ГИДРОДИНАМИКА ГАЗОВЫХ ПОЛОСТЕЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫЧемодуров В.Т.¹, Ажермачев С.Г.², Литвинова Э.В.³

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского»,
 Институт «Агротехнологическая академия»,
 295492, Российская Федерация, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное
 e-mail: Chens_mu1@mail.ru¹, SGA.simf@gmail.com², EllaLit@mail.ru³

Аннотация. Изучаются вопросы защиты подводных объектов при помощи воздушных полостей цилиндрической формы. Основная проблема гидродинамики воздушных полостей – определение гидродинамических сил, возникающих на поверхности деформируемой системы и зависящих от ее формы и характера движения. Поэтому необходимо исследование движения самой деформируемой системы. Рассматривается деформируемый цилиндрический объект конечной длины как физическая модель реальной воздушной защиты объекта. Решена прямая задача гидродинамики, связанная с определением полей давления по заданному движению поверхности деформируемой системы. Полученный результат может быть использован для решения обратной задачи, связанной с определением движения поверхности деформируемой цилиндрической системы по заданному полю давления. С этой целью уравнения гидродинамики дополняются уравнениями движения деформируемой системы. Важным в данной задаче является определение присоединенных масс жидкости, которые характеризуют инерционное противодействие среды движению границ деформируемой системы. Причем это противодействие соответствует форме колебания поверхности системы. Выражение для коэффициентов присоединенных масс жидкости при колебании цилиндрической деформируемой системы конечной длины получено впервые.

Предмет исследования. Деформация газовой полости цилиндрической формы под воздействием ударной волны подводного взрыва.

Материалы и методы. Задача деформации газовой полости цилиндрической формы рассматривается впервые. Решение задачи гидродинамики выполнено аналитическими методами. Получены точные зависимости для прогнозирования полей давления в окружающей среде при колебании газовых полостей.

Результаты. Решена прямая задача гидродинамики, связанная с определением полей давления по заданному движению поверхности деформируемой системы. Полученный результат может быть использован для решения обратной задачи, связанной с определением движения поверхности деформируемой цилиндрической системы по заданному полю давления.

Выводы. Изучен случай, имеющий большое практическое значение, при котором граница полости в процессе своего движения сохраняет цилиндрическую форму. Уравнения движения границ выведены в нелинейном виде.

Ключевые слова: воздушные полости цилиндрической формы, присоединенные массы жидкости, инерционное противодействие среды движению границ деформируемой системы.

ВВЕДЕНИЕ

Подводный взрыв является источником ударных волн, параметры которых в чистой воде могут достигать значительных размеров, нанося ущерб подводным объектам [1–7]. Феномен ударной волны, представляющей собой поверхность разрыва, которая движется внутри среды, при этом давление, плотность, температура и гидродинамическая скорость испытывают значительные конечные скачки на поверхности разрыва (фронте волны), что может приводить как к негативным, так и к полезным результатам [8]. Большой вклад в изучение физики ударных волн в жидких средах внесли как отечественные, так и зарубежные ученые [1, 9–15].

В ударной волне на расстояниях порядка 10–4 см могут возникать ускорения порядка 1000 м/с², а ускорения в Лагранжевой системе измеряются миллиардами *g*. Ударная волна представляет собой пример сильного разрыва гидродинамических параметров, когда функции, их описывающие, претерпевают конечные разрывы. К сильным

разрывам относятся также тангенциальные (контактные) разрывы [15].

Интенсивность ударной волны обычно характеризуется относительным скачком давления $(p_2 - p_1)/p_1$ или числом Маха $M_1 = D/c_1$, где c_1 – скорость звука в веществе перед ударной волной. Фактически ударная волна – это слой ненулевой толщины, в котором очень велики градиенты гидродинамических параметров – давления, плотности, температуры и скорости частиц. Поэтому необходимо нахождение как скорости, так и значений гидродинамических параметров на разных сторонах разрыва, т. е. перед и после ударной волны. Состояния вещества по обе стороны ударной волны – давления p , плотности ρ , скорости течения v и удельной внутренней энергии E – связаны соотношениями Ранкина–Гюгонио, которые выражают законы сохранения массы, импульса и энергии [15]. Также применяется формальный способ вычисления полей в условиях наличия ударных волн с помощью решений дифференциальных уравнений [16].

Однако, как показано в работах [17–20], ударная волна, распространяясь в воде с газовыми

включениями, претерпевает значительную деформацию. Предварительные исследования показали возможность управления пиками давления и, следовательно, создания условий для безопасной эксплуатации подводных объектов. В статье будут рассмотрены вопросы защиты подводных объектов при помощи воздушных полостей цилиндрической формы.

Основная проблема гидродинамики воздушных полостей состоит в определении гидродинамических сил, возникающих на поверхности деформируемой системы и зависящих от ее формы и характера движения. Вторая проблема заключается в исследовании движения самой деформируемой системы [21–23]. Динамические процессы в механических системах подразделяют на стационарные и нестационарные. Нестационарные процессы возникают в гидроупругих системах при внешнем воздействии импульсных, кратковременных или переменных во времени, нагрузок, а также при смене режимов движения системы. Изучение неустановившихся движений актуально для решения различных практических вопросов, так как именно в самом неустановившемся характере явления заключается его сущность.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Развитие теории переходных процессов в системах гидроупругости неразрывно связано с исследованием критических ситуаций, которые возникают в процессе организации защиты подводных объектов от взрывных воздействий. Постановка задачи гидроупругости начинается с определения физической модели, схематизирующей реальный объект [15, 24–26]. В данном случае рассматривается деформируемый цилиндрический объект конечной длины как физическая модель реальной воздушной защиты объекта (рис. 1).

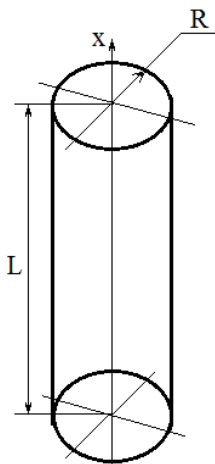


Рис. 1. Элемент противовзрывной защиты
Fig. 1. Anti-explosion protection element

Следует подчеркнуть, что, несмотря на интенсивное развитие в настоящее время вычислительной техники и численных методов

решения задач динамики сложных сред, дальнейший научный прогресс продолжает быть в значительной степени связанным с успехами в области аналитических исследований проблем механики. Эти исследования направлены на введение новых теоретических понятий и моделей, на выявление существенных механизмов в изучаемых процессах, на схематизацию и постановку новых проблем, на математическую постановку новых задач и разработку алгоритмов их решения [10–11, 27].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При определении гидродинамических сил в жидкости обычно полагают, что при отсутствии колебания деформируемой системы жидкость неподвижна. В этом случае давление в жидкости можно определить с помощью линеаризованного интеграла Коши-Лагранжа

$$p = -\rho \frac{\partial \varphi}{\partial t}, \quad (1)$$

где ρ – плотность жидкости; t – время. При определении потенциальной функции скорости акустической среды φ используют волновое уравнение

$$\nabla^2 \varphi - \frac{1}{c_0} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = 0. \quad (2)$$

Здесь ∇^2 – оператор Лапласа в принятой системе координат; c_0 – скорость звука в жидкости; потенциал φ и вектор скорости \vec{v} связаны зависимостью

$$\vec{v} = \text{grad}(\varphi). \quad (3)$$

При условии безотрывного обтекания граничные условия для φ заключаются в том, что всюду на поверхности контакта с деформируемой системой $\partial \varphi / \partial n$, перпендикулярной этой поверхности, определяется ее движением w . На неподвижных стенках $\partial \varphi / \partial n = 0$. На поверхности контакта s

$$\left(\frac{\partial \varphi}{\partial n} \right)_s = -\frac{\partial \varphi}{\partial t} = -\dot{w}, \quad (4)$$

где s – поверхность контакта; n – направление внутренней нормали. Если деформируемая система окружена безграничной жидкостью, то все вызванные ею возмущения при удалении от нее должны затухать. Поэтому потенциал скорости возмущенного движения должен подчиняться условию

$$\varphi \rightarrow 0 \quad \text{при} \quad r \rightarrow \infty. \quad (5)$$

Уравнения (1)–(5) представляют собой в общем виде линейную постановку задачи определения гидродинамических сил. В этом случае перемещение w считается малым по сравнению с размерами деформируемой системы. Линейная постановка гидродинамической задачи не

исключает использования нелинейных уравнений движения оболочек деформируемых систем.

Реальные цилиндрические объекты имеют конечные размеры. В этом случае задача определения гидродинамических сил значительно усложняется. Во многих работах, посвященных колебаниям оболочек с жидкостью, авторы считают жидкость несжимаемой, сводя задачу к плоской. В этом случае движение жидкости описывается уже не волновым уравнением (2), а уравнением Лапласа

$$\nabla^2 \varphi = 0. \quad (6)$$

Представим реальную цилиндрическую деформируемую систему конечной длины в виде бесконечно длинного цилиндра, у которого за пределами изучаемого объекта поверхность является абсолютно жесткой (рис. 2). Этим самым влияние жидкости на концах деформируемого объекта заменяется влиянием полу бесконечных жестких цилиндров. В рамках такой постановки удастся получить строгое решение задачи. Введем цилиндрическую систему координат (x, r, θ) .

Потенциал скоростей φ при осесимметричных колебаниях деформируемой системы удовлетворяет уравнению Лапласа

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial r} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} = 0. \quad (7)$$

Решение уравнения Лапласа. Выражение для потенциала скорости жидкости ищется с помощью интегрального преобразования Фурье

$$\varphi^F(\omega r) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(xr) e^{-i\omega x} dx. \quad (11)$$

Уравнение (7) примет вид

$$\frac{\partial^2 \varphi^F}{\partial \bar{r}^2} + \frac{1}{\bar{r}} \frac{\partial \varphi^F}{\partial \bar{r}} - \omega^2 \varphi^F = 0. \quad (12)$$

Здесь $\bar{r} = r/R$ – относительная радиальная координата.

Зададим производную дифференциала скорости жидкости по радиальной координате на поверхности цилиндрической системы ($\bar{r} = 1$) разложением в тригонометрический ряд Фурье

$$\frac{\partial \varphi}{\partial \bar{r}} = \begin{cases} \sum_{s=0}^{\infty} \dot{a}_s \text{Cos} \frac{s\pi \bar{x}}{l} + \sum_{s=1}^{\infty} \dot{b}_s \text{Sin} \frac{s\pi \bar{x}}{l} & \text{при } \bar{x} \in [-l, l], \\ 0 & \text{при } \bar{x} \notin [-l, l]. \end{cases} \quad (13)$$

Здесь коэффициенты $\dot{a}_s, s = \overline{0, \infty}$ и $\dot{b}_s, s = \overline{1, \infty}$ – функции времени. К разложению (13) применим косинус- и синус преобразования Фурье для четных и нечетных функций:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_c^F(\omega \bar{r}) &= \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_0^{\infty} \varphi(\bar{x}, \bar{r}) \text{Cos}(\omega \bar{x}) d\bar{x}, \\ \varphi_s^F(\omega \bar{r}) &= \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_0^{\infty} \varphi(\bar{x}, \bar{r}) \text{Sin}(\omega \bar{x}) d\bar{x}. \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Получим для ($\bar{r} = 1$)

Потенциал φ , являющийся решением уравнения (7), на бесконечности удовлетворяет условию затухания

$$\varphi \rightarrow 0 \quad \text{при } r \rightarrow \infty. \quad (8)$$

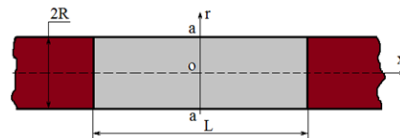


Рис. 2. Модель цилиндрического деформируемого объекта

Fig. 2. Model of a cylindrical deformable object

На жестких концах системы выполняется условие непроницаемости

$$\frac{\partial \varphi}{\partial r} = 0 \quad \text{при } \bar{x} \notin [-l, l], \quad r = R. \quad (9)$$

На деформируемой части системы

$$\frac{\partial \varphi}{\partial r} = -\dot{w} \quad \text{при } \bar{x} \in [-l, l], \quad r = R. \quad (10)$$

Здесь $l = L/(2R)$ – относительная длина деформируемого объекта, $\bar{x} = x/R$ – ее относительная координата.

$$\begin{aligned} \frac{\partial \varphi^F}{\partial \bar{r}} = & \sum_{s=0}^{\infty} (-1)^{s+1} \dot{a}_s \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot \frac{\omega \cdot \text{Sin}(\omega l)}{\left(\frac{s\pi}{l}\right)^2 - \omega^2} - \\ & - i \sum_{s=1}^{\infty} (-1)^{s+1} \dot{b}_s \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot \frac{\frac{s\pi}{l} \cdot \text{Sin}(\omega l)}{\left(\frac{s\pi}{l}\right)^2 - \omega^2}. \end{aligned} \quad (15)$$

Уравнение (12) представим в виде

$$\bar{r}^2 \frac{\partial^2 \varphi^F}{\partial \bar{r}^2} + \bar{r} \frac{\partial \varphi^F}{\partial \bar{r}} - (\bar{r}^2 \omega^2 + 0^2) \varphi^F = 0, \quad (16)$$

решением которого является линейная комбинация модифицированных функций Бесселя первого и второго рода чисто мнимого аргумента

$$\varphi^F = C_1 I_0(\omega \bar{r}) + C_2 K_0(\omega \bar{r}). \quad (17)$$

С учетом граничного условия (8) получим

$$\varphi^F = C_2 K_0(\omega \bar{r}). \quad (18)$$

Уравнение (18) дифференцируем по радиальной координате при $\bar{r} = 1$

$$\frac{\partial \varphi^F}{\partial \bar{r}} = -C_2 \omega K_1(\omega).$$

Откуда

$$C_2 = -\frac{1}{\omega K_1(\omega)} \cdot \frac{\partial \varphi^F}{\partial \bar{r}}. \quad (19)$$

Полученный результат подставляем в (18), и с учетом выражения (15), получим

$$\begin{aligned} \varphi^F = & -\frac{K_0(\omega \bar{r})}{\omega K_1(\omega)} \sum_{s=0}^{\infty} (-1)^{s+1} \dot{a}_s \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot \frac{\omega \cdot \text{Sin}(\omega l)}{\left(\frac{s\pi}{l}\right)^2 - \omega^2} + \\ & + i \frac{K_0(\omega \bar{r})}{\omega K_1(\omega)} \sum_{s=1}^{\infty} (-1)^{s+1} \dot{b}_s \sqrt{\frac{2}{\pi}} \cdot \frac{\frac{s\pi}{l} \cdot \text{Sin}(\omega l)}{\left(\frac{s\pi}{l}\right)^2 - \omega^2} \end{aligned} \quad (20)$$

Далее, переходя к обратному преобразованию Фурье, будем иметь

$$\begin{aligned} \varphi = & -\sum_{s=0}^{\infty} (-1)^{s+1} \dot{a}_s \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{K_0(\omega \bar{r})}{K_1(\omega)} \cdot \frac{\text{Sin}(\omega l) \text{Cos}(\omega \bar{x})}{\left(\frac{s\pi}{l}\right)^2 - \omega^2} d\omega - \\ & - \sum_{s=1}^{\infty} (-1)^{s+1} \dot{b}_s \frac{2s}{l} \int_0^{\infty} \frac{K_0(\omega \bar{r})}{\omega K_1(\omega)} \cdot \frac{\text{Sin}(\omega l) \text{Sin}(\omega \bar{x})}{\left(\frac{s\pi}{l}\right)^2 - \omega^2} d\omega. \end{aligned} \quad (21)$$

Получено выражение для потенциала скорости жидкости по всей длине модели, позволяющее определить поле давлений в пространстве.

Для нахождения гидродинамических сил, действующих на деформируемую систему \bar{F} , в уравнение (21) подставляется значение $\bar{r} = 1$.

К расчету присоединенной массы жидкости при колебании в ней цилиндрической системы конечной длины. Решена прямая задача гидродинамики, связанная с определением полей давления по заданному движению поверхности деформируемой системы. Полученный результат

может быть использован для решения обратной задачи, связанной с определением движения поверхности деформируемой цилиндрической системы по заданному полю давления. С этой целью уравнения гидродинамики дополняются уравнениями движения деформируемой системы. Важным в данной задаче является определение присоединенных масс жидкости, которые характеризуют инерционное противодействие среды движению границ деформируемой системы. Причем это противодействие соответствует форме колебания поверхности системы.

Определим присоединенные массы жидкости, используя известное выражение для кинетической энергии жидкости

$$T = -\frac{\rho}{2} \iint \varphi \frac{\partial \varphi}{\partial n} ds. \quad (22)$$

В (22) интегрирование производится по поверхности цилиндра от 0 до 2π и от $-l$ до l , где элемент площади $ds = R d\theta dx$. Для φ используется полученное выражение (21). На границе деформируемой системы ($\bar{r} = 1$)

$$\begin{aligned} \varphi = & -\sum_{s=0}^{\infty} (-1)^{s+1} \dot{a}_s \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{K_0(\omega)}{K_1(\omega)} \cdot \frac{\text{Sin}(\omega l) \text{Cos}(\omega \bar{x})}{\left(\frac{s\pi}{l}\right)^2 - \omega^2} d\omega - \\ & -\sum_{s=1}^{\infty} (-1)^{s+1} \dot{b}_s \frac{2s}{l} \int_0^{\infty} \frac{K_0(\omega \bar{r})}{\omega K_1(\omega)} \cdot \frac{\text{Sin}(\omega l) \text{Sin}(\omega \bar{x})}{\left(\frac{s\pi}{l}\right)^2 - \omega^2} d\omega. \end{aligned} \quad (23)$$

Для $\partial\varphi/\partial n$ используется разложение (13). После подстановки правых частей уравнений (13) и (23) в (22), интегрирования и ряда преобразований получим

$$T = 2\pi R^2 L \rho \left[\sum_{s=0}^{\infty} \sum_{m=0}^{\infty} \frac{\dot{a}_s \dot{a}_m}{2} \alpha_{sm}^* + \sum_{s=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{\dot{b}_s \dot{b}_m}{2} \beta_{sm}^* \right], \quad (24)$$

где:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_{sm}^* &= (-1)^{s+m} \frac{2}{\pi l} \times \int_0^{\infty} \frac{K_0(\omega)}{K_1(\omega)} \cdot \frac{\omega \text{Sin}^2(\omega l) d\omega}{\left[\left(\frac{s\pi}{l}\right)^2 - \omega^2\right] \left[\left(\frac{m\pi}{l}\right)^2 - \omega^2\right]}, \\ \beta_{sm}^* &= (-1)^{s+m} \frac{2\pi s m}{l^3} \times \int_0^{\infty} \frac{K_0(\omega)}{\omega K_1(\omega)} \cdot \frac{\text{Sin}^2(\omega l) d\omega}{\left[\left(\frac{s\pi}{l}\right)^2 - \omega^2\right] \left[\left(\frac{m\pi}{l}\right)^2 - \omega^2\right]}. \end{aligned} \right\} \quad (25)$$

Формулы (25) являются коэффициентами присоединенных масс жидкости.

Наиболее важное значение для практики приложений имеет форма колебания, соответствующая случаю, когда граница деформируемой системы в процессе движения остается цилиндрической ($s = m = 0$). В этом случае выражение для кинетической энергии жидкости имеет вид

$$T = 2\pi R^2 L \rho \frac{\dot{a}_0^2}{2} \alpha_{00}^*. \quad (26)$$

Введем обозначение $\alpha_{00}^* = \bar{m}^*$. Из выражения (26) видно, что величина присоединенной массы жидкости на единицу площади цилиндрической поверхности определяется по формуле

$$m^* = \bar{m}^* \rho R, \quad (27)$$

где

$$\bar{m}^* = \frac{2}{\pi l} \int_0^{\infty} \frac{K_0(\omega)}{K_1(\omega)} \cdot \frac{\text{Sin}^2(\omega l)}{\omega^3} d\omega. \quad (28)$$

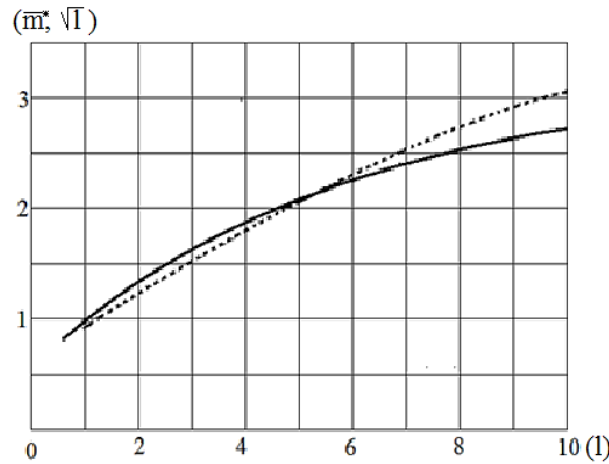


Рис. 3. Коэффициенты присоединенных масс жидкости
Fig. 3. Coefficients of the attached liquid masses

Таблица 1. Значения для \bar{m}^* в зависимости от удлинения цилиндрической системы (рис. 3)
Table 2. Values for \bar{m}^* depending on the extension of the cylindrical system (Fig. 3)

l	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	10,0
\bar{m}^*	0,68	1,02	1,46	1,75	1,98	2,15	2,77

Выражение для коэффициентов присоединенных масс жидкости при колебании цилиндрической деформируемой системы конечной длины получено впервые.

Как видно из таблицы, при $l < 10$ величина $\bar{m}^* \approx \sqrt{l}$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Подводя предварительные итоги, необходимо отметить, что аппроксимация границы, движущейся цилиндрической деформируемой системы, показанная на рис.4, позволяет получить эффективное решение целого ряда практических задач.

Аппроксимация границы газонаполненной полости цилиндрической поверхностью позволяет относительно без особых затруднений составить уравнения колебаний деформируемой системы в жидкости в нелинейной постановке, что особенно важно при больших перемещениях (скоростях) этой поверхности [28–34]. При этом уравнения движения получаются аналогичными известной задаче [24] о движении границ сферической полости в жидкости.

Нелинейные уравнения колебаний цилиндрической деформируемой системы конечной длины в жидкости. Рассмотрим деформируемую систему в жидкости в виде цилиндрической газовой полости конечной длины (рис. 4) [35–36].

Как и ранее продолжим деформируемую полость длиной $2L$ в оба конца полу бесконечными жесткими цилиндрами. Уравнение движения границ газовой (как границы деформируемой системы) получим с помощью уравнения Лагранжа второго рода

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{R}} - \frac{\partial T}{\partial R} + \frac{\partial V}{\partial R} = Q(t). \quad (29)$$

Здесь R – радиус цилиндрической полости; \dot{R} – скорость движения ее поверхности.

Применим приближение, в котором предполагается, что (в общем случае) при переменном параметре L расширение (сжатие) границы газовой полости возбуждают радиальное движение окружающей жидкости. Кинетическую энергию жидкости определим из выражения

$$T = -\frac{\rho}{2} \iint \varphi \frac{\partial \varphi}{\partial n} ds. \quad (30)$$

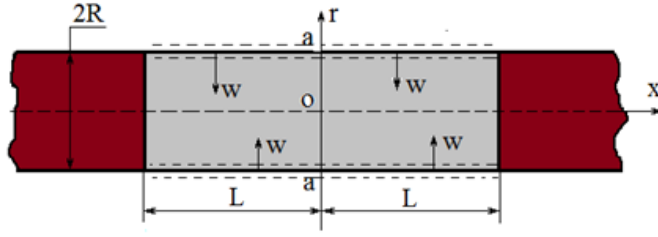


Рис. 4. Модель для вывода нелинейных уравнений колебаний цилиндрической поверхности

Fig. 4. A model for the derivation of nonlinear equations of vibrations of a cylindrical surface

Учитываем только нормальные силы инерции при осесимметричном движении границы деформируемой системы. При этом используются решения, полученные ранее:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \varphi}{\partial n} &= \dot{R}; \quad \varphi = -R\dot{R}\bar{m}^*; \quad ds = R d\theta dx; \\ \bar{m}^* &= \frac{2}{\pi l} \int_0^\infty \frac{K_0(\omega)}{K_1(\omega)} \cdot \frac{\text{Sin}^2(\omega l)}{\omega^3} d\omega; \quad l = \frac{L}{R}. \end{aligned} \right\} \quad (31)$$

После подстановки выражений (31) в уравнение для кинетической энергии (30) и интегрирования по поверхности цилиндра будем иметь

$$T = \pi \rho \bar{m}^* R^2 \dot{R}^2 L. \quad (32)$$

Потенциальная энергия газов в цилиндрической полости представляет собой сумму энергий гидростатических сил давления и работы расширения (сжатия). Если газ рассматривается как идеальный с постоянным отношением удельных теплоемкостей (κ) и изменение его состояния происходит по адиабате, то разность давлений в газовой полости (p) и в окружающей среде (p_0) можно выразить через геометрические параметры деформируемой системы

$$\Delta p = p_g - p_0 = p_0 \left[\left(\frac{R_0}{R} \right)^{2\kappa} - 1 \right]. \quad (33)$$

Потенциальную энергию газа найдем из выражения

$$V = - \int_{W_0}^W \Delta p dW. \quad (34)$$

После интегрирования (34) с учетом (33) будем иметь

$$V = \frac{p_0 \pi R_0^2 L}{\kappa - 1} \left[\left(\frac{R_0}{R} \right)^{2(\kappa-1)} - 1 \right] + p_0 \pi R_0^2 L \left[\left(\frac{R}{R_0} \right)^2 - 1 \right]. \quad (35)$$

Выражения (32) и (35) подставляем в уравнение Лагранжа (29). Предварительно предполагаем, что отсутствует внешний источник возмущения $Q(t) = 0$. После ряда преобразований получим

$$\left(\ddot{R} + \frac{\dot{R}^2}{R} + \frac{\dot{R}v}{L} \right) \bar{m}^* + \dot{R} \frac{\partial \bar{m}^*}{\partial t} - \frac{\dot{R}^2}{2} \frac{\partial \bar{m}^*}{\partial R} = \frac{\Delta p}{\rho R}. \quad (36)$$

Здесь $v = \partial L / \partial t$.

При наличии внешнего воздействия (например, при подводном взрыве) обобщенная сила в (29) может быть определена как $Q(t) = 2\pi R L p^+$, где p^+ – давление в падающей волне.

Выразим производную коэффициента присоединенных масс жидкости по времени через параметры деформируемой системы

$$\frac{\partial \bar{m}^*}{\partial t} \cdot \frac{\partial l}{\partial l} = \frac{\partial \bar{m}^*}{\partial l} \cdot \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{L}{R} \right). \quad (37)$$

Далее выполнены следующие преобразования:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{L}{R} \right) &= \frac{vR - L\dot{R}}{R^2}, \\ \frac{\partial \bar{m}^*}{\partial l} &= -\frac{R^2}{L} \cdot \frac{\partial \bar{m}^*}{\partial R}. \end{aligned} \right\} \quad (38)$$

Следовательно

$$\frac{\partial \bar{m}^*}{\partial t} = -\frac{\partial \bar{m}^*}{\partial R} \left(\frac{vR}{L} - \dot{R} \right). \quad (39)$$

Результат (39) подставляем в уравнение (36)

$$\left(\ddot{R} + \frac{\dot{R}^2}{R} + \frac{\dot{R}v}{L} \right) \bar{m}^* - \left(\frac{vR\dot{R}}{L} - \frac{\dot{R}^2}{2} \right) \frac{\partial \bar{m}^*}{\partial R} = \frac{\Delta p}{\rho R}. \quad (40)$$

Из второго уравнения (38) имеем

$$\frac{\partial \bar{m}^*}{\partial R} = -\frac{L}{R^2} \frac{\partial \bar{m}^*}{\partial l} = -\frac{l}{R} \frac{\partial \bar{m}^*}{\partial l}. \quad (41)$$

$\partial \bar{m}^* / \partial l$ находится из уравнения (31)

$$\begin{aligned} \frac{\partial \bar{m}^*}{\partial l} &= -\frac{2}{\pi l^2} \int_0^\infty \frac{K_0(\omega)}{K_1(\omega)} \cdot \frac{\text{Sin}^2(\omega l)}{\omega^3} d\omega + \\ &+ \frac{2}{\pi l} \int_0^\infty \frac{K_0(\omega)}{K_1(\omega)} \cdot \frac{2\text{Sin}(\omega l)}{\omega^2} d\omega. \end{aligned} \quad (42)$$

Обозначим

$$B = \frac{1}{\pi} \int_0^\infty \frac{K_0(\omega)}{K_1(\omega)} \cdot \frac{2\text{Sin}(\omega l)}{\omega^2} d\omega. \quad (43)$$

В этом случае

$$\frac{\partial \bar{m}^*}{\partial R} = \frac{\bar{m}^*}{R} - \frac{2B}{R}. \quad (44)$$

В окончательном виде нелинейное уравнение движения границы газовой цилиндрической полости переменной длины в несжимаемой жидкости запишется следующим образом

$$\bar{m}^* \left(\ddot{R} + \frac{3\dot{R}^2}{2R} \right) + \left(\frac{2v\dot{R}}{L} - \frac{\dot{R}^2}{R} \right) B = \frac{\Delta p}{\rho R}. \quad (45)$$

Здесь $\dot{R} = dR/dt$; $\ddot{R} = d^2R/dt^2$; $v = dL/dt$.

Колебание границы цилиндрической полости генерирует движение жидкости, создавая избыточное давление Δp^- , которое определяется с помощью уравнения Коши-Лагранжа

$$\Delta p^- = -\rho \left(\frac{\partial \varphi}{\partial t} + \frac{v^2}{2} \right). \quad (46)$$

Здесь v – скорость жидкости на границе деформируемой системы.

Потенциал скорости жидкости $\varphi(\bar{r}, t)$ находится с помощью уравнения (21). Вводится предположение: граница газовой полости в любой момент времени является цилиндрической. Такая аппроксимация представляется привлекательной с целью получения простых задач колебания газовых полостей в нелинейной постановке. Наибольший интерес имеет распределение поля давления, генерируемое цилиндрической поверхностью в плоскости $x = 0$ (рис. 4), то есть в среднем сечении полости. Из сказанного следует

$$\varphi(\bar{r}, t) = -\dot{R}R \frac{2}{\pi} \int_0^\infty \frac{K_0(\omega \bar{r})}{K_1(\omega)} \cdot \frac{\text{Sin}(\omega l)}{\omega^2} d\omega. \quad (47)$$

Производная потенциала скорости жидкости по времени берется с учетом того, что параметры цилиндрической полости (R и L) переменны во времени

$$\begin{aligned} \frac{\partial \varphi}{\partial t} = & -\ddot{R}R \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{K_0(\omega \bar{r})}{K_1(\omega)} \cdot \frac{\text{Sin}(\omega l)}{\omega^2} d\omega - \\ & -\dot{R}^2 \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{K_0(\omega \bar{r})}{K_1(\omega)} \cdot \frac{\text{Sin}(\omega l)}{\omega^2} d\omega - \dot{R}v \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{K_0(\omega \bar{r})}{K_1(\omega)} \cdot \frac{\text{Cos}(\omega l)}{\omega} d\omega + \\ & + \frac{\dot{R}^2 L}{R} \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{K_0(\omega \bar{r})}{K_1(\omega)} \cdot \frac{\text{Cos}(\omega l)}{\omega} d\omega - \frac{\dot{R}^2 r}{R} \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{K_0(\omega \bar{r})}{K_1(\omega)} \cdot \frac{\text{Sin}(\omega l)}{\omega} d\omega. \end{aligned} \quad (48)$$

Введем обозначение

$$A = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{K_0(\omega \bar{r})}{K_1(\omega)} \cdot \frac{\text{Sin}(\omega l)}{\omega^2} d\omega. \quad (49)$$

Тогда:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial A}{\partial l} &= \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{K_0(\omega \bar{r})}{K_1(\omega)} \cdot \frac{\text{Cos}(\omega l)}{\omega} d\omega, \\ \frac{\partial A}{\partial \bar{r}} &= \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \frac{K_1(\omega \bar{r})}{K_1(\omega)} \cdot \frac{\text{Sin}(\omega l)}{\omega} d\omega. \end{aligned} \right\} \quad (50)$$

С учетом проведенных преобразований и введенных обозначений следует

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = -(\ddot{R}R + \dot{R}^2)A - \left(\dot{R}v - \frac{\dot{R}^2 L}{R} \right) \frac{\partial A}{\partial l} + \frac{\dot{R}^2 r}{R} \cdot \frac{\partial A}{\partial \bar{r}}. \quad (51)$$

Второй член в скобках уравнения (46) получим путем дифференцирования выражения (48) по радиальной координате

$$\frac{\partial \varphi}{\partial \bar{r}} = v = -\dot{R} \frac{\partial A}{\partial \bar{r}}. \quad (52)$$

Далее выражения (51) и (52) подставляем в уравнение (46). Окончательно будем иметь

$$\frac{\Delta p^-}{\rho} = (\ddot{R}R + \dot{R}^2)A + \left(\dot{R}v - \frac{\dot{R}^2 L}{R} \right) \frac{\partial A}{\partial l} - \frac{\dot{R}^2 r}{R} \frac{\partial A}{\partial \bar{r}} + \frac{1}{2} \left(\frac{\partial A}{\partial \bar{r}} \right)^2. \quad (53)$$

Полученные нелинейные уравнения динамики цилиндрической газовой полости (45) и (53) позволяют определить движение ее границ и поля давления, вызванные течением жидкости.

ВЫВОДЫ

1. Решена гидродинамическая задача и получено аналитическое выражение для потенциала скорости жидкости (21) возмущенного движения границ раздела цилиндрической полости конечной длины. Решение гидродинамической задачи выполнено в линейной постановке, при этом начальные условия принимаются для недеформируемой системы. С целью изучения движения самих границ полости в жидкости к уравнениям гидродинамики необходимо добавить граничные условия контакта полости с жидкостью.

2. Получено выражение для кинетической энергии жидкости в зависимости от параметров, описывающих движение границ цилиндрической полости конечной длины. Выражение найдено в виде суммы квадратичных функций, в которые входят обобщенные присоединенные массы

жидкости. Выведены формулы для расчета коэффициентов присоединенных масс в виде несобственных интегралов.

3. Изучен случай, имеющий большое практическое значение, при котором граница полости в процессе своего движения сохраняет цилиндрическую форму. В рамках принятого допущения получено точное решение задачи гидродинамики в предположении больших перемещений границ цилиндрической полости. При этом уравнения движения границ выведены в нелинейном виде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коул Р. Подводные взрывы. М.: Иностранная литература, 1950. – 495 с.
2. Коробейников В.П., Христофоров Б.Д. Подводный взрыв // Итоги науки и техники. Сер. Гидромеханика. 1976. Т. 9. С. 54–119.

3. Фортов В.Е. Мощные ударные волны и экстремальное состояние вещества // УФН. 2007. Т. 177. № 4. С. 347–368.
4. Сидняев Н.И. Теоретические исследования гидродинамики при подводном взрыве точечного источника // Инженерный журнал: наука и инновации. 2013. Вып. 2. С. 1–21. <http://engjournal.ru/catalog/appmath/hidden/614.html>.
5. Igolkin Sergey I., Melker Alexander I. Structure of shock waves arising in underwater explosion // *Materials Physics and Mechanics*. 2014. Vol. 20. Pp. 142-147.
6. Igolkin Sergey I., Melker Alexander I. Molecular hydrodynamics of deep-water explosions // *Materials Physics and Mechanics*. 2014. Vol. 20. Pp. 159-174.
7. Сидняев Н.И., Шипилова О.А. Воздействие подводного взрыва на гидродинамику и характер распространения возмущений // Инженерный журнал: наука и инновации. 2017. Вып. 11. 9 с. <http://dx.doi.org/10.18698/2308-6033-2017-11-1705>.
8. Шарфарец Б.П. О динамике ударных волн в жидкости. Обзор // Научное приборостроение. 2016. Том 26. № 4. С. 43–54.
9. Федоров А.В., Федорова Н.Н., Фомин П.А., Вальгер С.А. Распространение взрывных процессов в неоднородных средах. Новосибирск: Параллель, 2016. 258 с.
10. Кобылкин И.Ф., Селиванов В.В., Соловьев В.С., Сысоев Н.Н. Ударные и детонационные волны. Методы исследования. М.: Физматлит, 2004. 376 с.
11. Кедринский В.К. Гидродинамика взрыва. Эксперимент и модели. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. 435 с.
12. Физика взрыва. Т. 1 / Под ред. Л.П. Орленко. М.: Наука, 2004. 832 с.
13. Коробейников В.П., Христофоров Б.Д. Подводный взрыв // Итоги науки и техники. Сер. Гидромеханика. 1976. Т. 9. С. 54–119.
14. Роуч П. Вычислительная гидродинамика. М.: Мир, 1980. 616 с.
15. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т. 6. Гидродинамика. М.: Наука, 1986. 736 с.
16. Крайнов В.П. Нелинейные задачи гидродинамики. М.: МФТИ, 1996. 92 с.
17. Яковлев Ю.С. Гидродинамика взрыва. Ленинград: Судпромгиз, 1961. 313 с.
18. Замышляев Б.В., Яковлев Ю.С. Динамические нагрузки при подводном взрыве. Ленинград: Судостроение, 1967. 194 с.
19. Сычев А.И. Сильные ударные волны в пузырьковых средах // Журнал технической физики. 2010. Том 80. Вып. 6. С. 31–35.
20. Кузнецов В.В., Сафонов С.А. Особенности взаимодействия ударных волн с пузырьковыми экранами в жидкости // Динамика многофазных сред. Под редакцией В.М. Фомина, А.В. Федорова. 2015. Издательство: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук (Новосибирск). С. 200–201.
21. Аганин А.А., Гусева Т.С. Удар струи по тонкому слою жидкости на стенке // Вестник Башкирского университета. 2016. Т. 21. № 2. С. 245-250.
22. Аганин А.А., Гусева Т.С. Удар жидкого конуса по плоской твердой стенке // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. физ.-матем. науки. 2016. Т. 158. Кн. 1. С. 117–128.
23. Khakimov A.G. Flow around a circular cylindrical shell // *Fluid Dynamics*. 2020. Vol. 55. № 2. P. 154-161.
24. Ламб Г. Гидродинамика. М: ОГИЗ, 1947. 929 с.
25. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Часть 1. Под ред. И.А. Кибеля. М.: Физматлит, 1963. 583 с.
26. Зубрилов С.П. Гидромеханика быстротекущих процессов. Л.: ЛИВТ, 1991. 60 с.
27. Аганин А.А., Гусева Т.С. Численное моделирование удара струи по стенке // Математическое моделирование. 2017. Т. 29, № 3. С. 123–138.
28. Кедринский В.К. Ударные волны в жидкости с пузырьками газа // Физика горения и взрыва. 1980. № 5. С. 14–25.
29. Hawker N. A., Ventikos Y. Interaction of a strong shockwave with a gas bubble in a liquid medium: a numerical study // *J. Fluid Mech*. 2012. Vol. 701. Pp. 59–97.
30. Аганин А.А., Гусева Т.С., Косолапова Л.А., Малахов В.Г. Ударные волны в жидкости при импульсном воздействии кавитационного пузырька на жесткую стенку // Ученые записки Казанского университета. Серия физ.-матем. науки. 2015. Том 157. Кн. 2. С. 5–18.
31. Aganin A.A., Guseva T.S., Kosolapova L.A., Khismatullina N.A. The calculation of weakly nonspherical cavitation bubble impact on a solid // *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng*. 2016. V. 158. Art. 012003, Pp. 1–6.
32. Garen W. Experimental investigation of shock-bubble properties at the liquid–air phase boundary / W. Garen, B. Meyerer, Y. Kai, W. Neu, S. Koch, U. Teubner // *30th International Symposium on Shock Waves 2*. Springer, Cham, 2017. Pp. 1153–1157.
33. Аганин А.А., Косолапова Л.А., Малахов В.Г. Динамика пузырька газа в жидкости вблизи твердой поверхности // Ученые записки Казанского университета. Серия физ.-матем. науки. 2018. Т. 160. Кн. 1. С. 154-164.
34. Vlasova O.A., Kozlov V.G., Kozlov N.V. Lift Force Acting on a Heavy Solid in a Rotating Liquid-Filled Cavity with a Time-Varying Rotation Rate // *Journal of Applied Mechanics and Technical Physics*. 2018. Vol. 59. № 2. P. 219-228.
35. Слепян Л.И., Яковлев Ю.С. Интегральные преобразования в нестационарных задачах механики. Ленинград: Судостроение, 1980. 343 с.

REFERENCES

1. Cole R. Underwater explosions. Moscow: Foreign Literature Publ.; 1950. (In Russ.)
2. Korobejnikov V.P., Hristoforov B.D. Underwater explosion // *ItoGINAUKIITEKHNIKI. Ser. Gidromekhanika*. 1976;9: 54–119. (In Russ.)
3. Fortov V.E. Powerful shock waves and extreme state of matter // *UFN*. 2007; 177 (4): 347–368. (In Russ.)
4. Sidnyaev N.I. Theoretical studies of hydrodynamics in the underwater explosion of a point source // *Inzhenernyj zhurnal: nauka i innovacii*. 2013; 2:1–21. <http://engjournal.ru/catalog/appmath/hidden/614.html> (In Russ.)
5. Igolkin Sergey I., Melker Alexander I. Structure of shock waves arising in underwater explosion // *Materials Physics and Mechanics*. 2014; 20: 142–147.
6. Igolkin Sergey I., Melker Alexander I. Molecular hydrodynamics of deep-water explosions // *Materials Physics and Mechanics*. 2014; 20: 159–174.
7. Sidnyaev N.I., Shipilova O.A. Effect of underwater explosions on hydrodynamics and the nature of perturbation propagation // *Inzhenernyj zhurnal: nauka i innovacii*. 2017; 11: 9. <http://dx.doi.org/10.18698/2308-6033-2017-11-1705> (In Russ.)
8. Sharfaret B.P. On the dynamics of shock waves in the liquid. Overview // *Nauchnoe prirodoostroenie*. 2016; 26 (4): 43–54. (In Russ.)
9. Fedorov A.V., Fedorova N.N., Fomin P.A., Val'ger S.A. Propagation of explosive processes in inhomogeneous media. Novosibirsk: Parallel Publ.; 2016. (In Russ.)
10. Kobylkin I.F., Selivanov V.V., Solov'ev V.S., Sysoev N.N. Shock and detonation waves. Research methods. M.: Fizmatlit Publ.; 2004. (In Russ.)
11. Kedrinskij V.K. Hydrodynamics of explosion. Experiment and models. Novosibirsk: Izdatel'stvo SO RAN Publ.; 2000. (In Russ.)
12. Orlenko L.P. Physics of explosion. Vol. 1. M.: Nauka Publ.; 2004. (In Russ.)
13. Korobejnikov V.P., Hristoforov B.D. Underwater explosion // *ItoGINAUKIITEKHNIKI. Ser. Gidromekhanika*. 1976; 9: 54–119. (In Russ.)
14. Rouch P. Computational hydrodynamics. M.: Mir Publ.; 1980. (In Russ.)
15. Landau L.D., Lifshic E.M. Theoretical physics. Vol. 6. Hydrodynamics. M.: Nauka Publ.; 1986. (In Russ.)
16. Krajinov V.P. Nonlinear problems of hydrodynamics. M.: MFTI Publ.; 1996. (In Russ.)
17. YAKOVLEV YU.S. Hydrodynamics of explosion. Leningrad: Sudpromgiz Publ.; 1961. (In Russ.)
18. Zamyshlyayev B.V., YAKOVLEV YU.S. Dynamic loads during underwater explosion. Leningrad: Sudostroenie Publ.; 1967. (In Russ.)
19. Sychev A.I. Strong shock waves in bubble environments // *Zhurnal tekhnicheskoy fiziki*. 2010; 80 (6): 31–35. (In Russ.)
20. Kuznecov V.V., Safonov S.A. Features of the interaction of shock waves with bubble screens in a liquid // *Dinamikamnogofaznyhsred*. 2015: 200–201. Publ.: Federal'no gosudarstvennoe byudzhethnoe uchrezhdenie nauki Institut teoreticheskoy prikladnoy mekhaniki. S.A. Hristianovicha Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii nauk (Novosibirsk). (In Russ.)
21. Aganin A.A., Guseva T.S. Collision of high-speed water jet with a thin liquid layer on a rigid wall // *Vestnik Bashkirskogo universiteta*. 2016; 21 (2): 245–250. (In Russ.)
22. Aganin A.A., Guseva T.S. Impact of a liquid cone on a flat solid wall // *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriyafiziko-matematicheskienauki (Proceedings of Kazan University. Physics and Mathematics Series)*. 2016; 158 (1): 117–128. (In Russ.)
23. Khakimov A.G. Flow around a circular cylindrical shell // *Fluid Dynamics*. 2020; 55 (2): 154–161.
24. Lamb G. Hydromechanics. Moscow: OGIZ Publ.; 1947. (In Russ.)
25. Kochin N.E., Kibel' I.A., Roze N.V. Theoretical hydromechanics. Part 1. Moscow: Fizmatlit Publ.; 1963. (In Russ.)
26. Zubrilov S.P. *Gidromekhanika bistroteka yushchikh protsessov*. Leningrad: LIVT Publ.; 1991. (In Russ.)
27. Aganin A.A., Guseva T.S. Numerical simulation of a jet impact on a wall // *Mathematical modeling*. 2017; 29 (3): 123–138. (In Russ.)
28. Kedrinskij V.K. Shock waves in a liquid with gas bubbles // *Fizikagoreniya i vzryva [Physics of gorenje and explosion]*. 1980; 5: 14–25. (In Russ.)
29. Hawker N. A., Ventikos Y. Interaction of a strong shockwave with a gas bubble in a liquid medium: a numerical study // *J. Fluid Mech*. 2012; 701: 59–97.
30. Aganin A.A., Guseva T.S., Kosolapova L.A., Malakhov V.G. Shock Waves in Liquid under the Pulsed Action of a Cavitation Bubble on a Rigid Wall // *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriyafiziko-matematicheskienauki (Proceedings of Kazan University. Physics and Mathematics Series)*. 2015; 157 (2): 5–18. (In Russ.)
31. Aganin A.A., Guseva T.S., Kosolapova L.A., Khismatullina N.A. The calculation of weakly nonspherical cavitation bubble impact on a solid // *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng*. 2016; 158: 1–6.
32. Garen W. Experimental investigation of shock-bubble properties at the liquid–air phase boundary / W. Garen, B. Meyerer, Y. Kai, W. Neu, S. Koch, U. Teubner // *30th International Symposium on Shock Waves 2*. Springer, Cham. 2017: 1153–1157.
33. Aganin A.A., Kosolapova L.A., Malakhov V.G. The dynamics of a gas bubble in liquid near a rigid surface // *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriyafiziko-matematicheskienauki (Proceedings of Kazan University. Physics and Mathematics Series)*. 2018; 160 (1): 154–164. (In Russ.)
34. Vlasova O.A., Kozlov V.G., Kozlov N.V. Lift

Force Acting on a Heavy Solid in a Rotating Liquid-Filled Cavity with a Time-Varying Rotation Rate // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics. 2018; 59 (2): 219-228.

35. Slepyan L.I., YAKovlev YU.S. Integral

transformations in nonstationary problems of mechanics. Leningrad: SudostroeniePubl.; 1980. (InRuss.)

HYDRODYNAMICS OF CYLINDRICAL GAS CAVITIES

Chemodurov V.T.¹, Azhernachev S.G.², Litvinova E.V.³

V.I. Vernadsky Crimean Federal University,
Institute «Agrotechnological academy»
Simferopol, Republic of Crimea, Russian Federation
e-mail: Chens_mu1@mail.ru¹, SGA.simf@gmail.com², EllaLit@mail.ru³

Abstract. The issues of protection of underwater objects with the help of cylindrical air cavities are studied. The main problem of the hydrodynamics of air cavities is the determination of the hydrodynamic forces arising on the surface of the deformable system and depending on its shape and nature of movement. Therefore, it is necessary to study the motion of the deformable system itself. A deformable cylindrical object of finite length is considered as a physical model of real air protection of the object. The direct problem of hydrodynamics associated with the determination of pressure fields by a given motion of the surface of a deformable system is solved. The obtained result can be used to solve the inverse problem associated with determining the motion of the surface of a deformable cylindrical system according to a given pressure field. For this purpose, the equations of hydrodynamics are supplemented by the equations of motion of the deformable system. It is important in this task to determine the attached fluid masses that characterize the inertial counteraction of the medium to the movement of the boundaries of the deformable system. Moreover, this counter-action corresponds to the shape of the oscillation of the surface of the system. The expression for the coefficients of the attached masses of the liquid during the oscillation of a cylindrical deformable system of finite length is obtained for the first time.

Subject of research: Deformation of a cylindrical gas cavity under the influence of an underwater explosion shock wave.

Materials and methods. The problem of deformation of a cylindrical gas cavity is considered for the first time. The solution of the problem of hydrodynamics is performed by analytical methods. Exact dependences have been obtained for predicting pressure fields in the environment when gas cavities fluctuate.

Results. The direct problem of hydrodynamics related to the determination of pressure fields by a given motion of the surface of a deformable system has been solved. The obtained result can be used to solve the inverse problem related to determining the movement of the surface of a deformable cylindrical system according to a given pressure field.

Conclusions. A case of great practical importance has been studied in which the boundary of the cavity retains a cylindrical shape during its movement. The equations of motion of the boundaries are derived in a non-linear form.

Key words: cylindrical air cavities, attached masses of liquid, inertial counteraction of the medium to the movement of the boundaries of the deformable system.

УДК 628.1+612.0

АНАЛИЗ ТИПОВ И РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ РЕЗЕРВУАРОВ (РЧВ), ПРИМЕНЯЕМЫХ В СИСТЕМАХ ПОДАЧИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ

Николенко¹ И.В., Котовская¹ Е.Е., Котовская² Е.В., Высоцкий¹ А.А.

¹ ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского»,
Институт «Академия строительства и Архитектуры»,
г. Симферополь, ул. Киевская, 181
² ООО инженерный центр «КРЫМТЕХКОМ»
e-mail: nikoshi@mail.ru¹, Kalganovae@inbox.ru²

Аннотация. В работе представлен перечень и анализ конструктивного исполнения резервуаров чистой питьевой воды, получивших значительное распространение в системах хозяйственно-питьевого, производственного, противопожарного водопровода.

Предмет исследования: Резервуары чистой питьевой воды, возводимых различными способами и изготавливаемые из различных материалов.

Материалы и методы: В работе обобщены справочные данные, данные сайтов современного оборудования, реализующих резервуары различного конструктивного исполнения, представлен материал по стадиям возведения емкости различного назначения.

Результаты: Составлена таблица сводных данных охвата диапазонов емкостей резервуаров чистой питьевой воды, с определением необходимой площади под каждый из них. Данные, представленные в работе в результате обобщения, позволяет на этапе предварительных расчетов определить необходимые параметры при размещении резервуаров чистой воды: (площадь срезки растительного слоя, глубина разработки котлована, объем выемки грунта и т.д.).

Выводы: Результаты исследований позволяют получить сводную таблицу данных РЧВ, позволяющих определить тип и конструктивные элементы накопительного оборудования, представленный материал полезен студентам, специалистам проектных и эксплуатационных организаций.

Ключевые слова. Резервуары чистой воды, номинальный объем, полезный объем, площадь и габариты РЧВ, конструктивное исполнение РЧВ, оборудование РЧВ, наименование объемов воды, хранящихся в РЧВ, РЧВ из сборных железобетонных элементов, монолитные РЧВ, стальные вертикальные РЧВ, стальные горизонтальные РЧВ.

ВВЕДЕНИЕ

Для возникновения, существования и развития жизни на Земле необходима вода, которая также критически важна для цивилизации, так как обеспечение жизни человека и его хозяйственной деятельности основано на водных ресурсах. С древних времен люди учились аккумулировать воду, и возводить сооружения для ее хранения, что являлось важнейшей составляющей выживания. Сбор и сохранение воды являлись главными функциями водохранилищ, которые человечество начинало строить уже более 3 тысяч лет назад в Древнем Египте, Месопотамии и Китае. Роль водохранилищ во все времена для человека была существенно значимой и охватывает большой диапазон области народного хозяйства: от накопления воды для бытовых нужд, орошения сельхозугодий, борьбы с наводнениями в древности до получения электроэнергии и решения экологических проблем водных объектов в наши дни. Главная функция водохранилищ заключалась в сборе и сохранении воды, которая может быть использована в местах, где ее недостаток был бы чрезвычайно критичным. Большинство водохранилищ являются водными объектами комплексного использования для решения различных проблем регионов, основные из которых – водоснабжение населения, сельское

хозяйство, промышленное производство, энергетика, ирригация, водный транспорт и т. д. Благодаря водохранилищам вода сохраняется в них настолько долго, насколько это необходимо, чтобы удовлетворить жизненные потребности общества и его хозяйственной деятельности в течение длительного периода времени. В настоящее время построено и эксплуатируется более десятка тысяч водохранилищ, полные проектные объемы которых находятся в широком диапазоне значений от одного миллиона кубометра до сотен миллионов. В Российской Федерации и большинстве стран мира водохранилищами, в отличие от прудов, считаются искусственные водоёмы ёмкостью более 1 млн м³.

Сначала сооружали водохранилища естественного стока. В регионах, где они отсутствовали аккумуляция и хранение воды осуществлялось в наполняемых водохранилищах и резервуарах различных месторасположений и объемов, наполнение которых и возможность их использования была ограничена, в первую очередь, природными факторами. Способом выживания и этапом развития водопользования явилось создание искусственных каналов, систем водоводов, которые позволяли соединять естественные водотоки с резервуарами и наполняемыми водохранилищами. Подземный резервуар для воды с объемом в 80...100 тыс. м³ -

Цистерна Базилика [1] является уникальной достопримечательностью Стамбула, которая была предназначена для подачи воды из природных источников, находящихся на расстоянии почти 20 км от самого города. Необычное сооружение византийских зодчих начали строить в 306 году по приказу римского императора Константина, который решил обеспечить запасом питьевой воды Константинополь. Сооружение цистерны продолжалось более двухсот лет и завершилось подземным резервуаром для воды гигантских размеров и уникальной красоты, который позволял

обеспечить город питьевой водой в засушливый год или во время длительной осады. Размеры цистерны - подземного гидротехнического сооружения — 145 × 65 м, его сводчатый потолок поддерживают 336 колонн (12 рядов по 28 колонн) 8-метровой высоты, колонны стоят на расстоянии 4,80 м друг от друга, а стены толщиной 4 м сделаны из огнеупорного кирпича и покрыты специальным водоизоляционным раствором. В настоящее время Цистерна не эксплуатируется, а является музеем.



Рис. 1. Цистерна Базилика [1]
Fig. 1. Basilica Cistern [1]

В систему водоснабжения любого населенного пункта включены аккумулирующие емкости чистой воды, которые могут быть воплощены в виде водонапорных башен, напорных резервуаров или резервуаров чистой воды, работающие совместно с насосными станциями или самостоятельно (напорные РЧВ), все перечисленное оборудование исполняется в виде резервуаров выполненных из различным материалов, а также обладающие различными

конструктивными особенностями [2-3]. На территории г. Симферополь на площадке водопроводных очистных сооружений Симферопольского гидроузла «Петровские скалы», хорошо сохранились и эксплуатируются резервуары чистой питьевой воды 1928 года постройки (95 лет эксплуатации). Резервуары имеют арочный верхний свод и соответствуют емкости 3100 м³ каждый (рисунк 2а-б) [3].



а



б

Рис. 2. Фотографии резервуара, размещенного на ВОС «Петровские скалы», 1928 года постройки
а- входной портал РЧВ с указанием года постройки; б – арочный свод РЧВ [3]

Fig. 2. Photos of the clean water tank placed on the Petrovskie Skaly VOS, built in 1928 a - the entrance portal of the RFV with the year of construction; b – the arched arch of the RFV [3]

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Определение объема РЧВ, удовлетворяющего требованиям системы подачи и распределения воды (СПРВ), является одной из значимых задач системы водоснабжения любого производственного или селитебного комплекса. РЧВ по своему назначению могут подразделяться на активные (напорные) и пассивные (безнапорные) или комбинированные [1]. По назначению РЧВ могут быть регулирующими, запасными, противопожарными или объединенными [1, 4-6]. На территории РК в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения наибольшее распространение получили РЧВ, объединенного назначения, в которых хранится регулирующей, противопожарный, аварийный запас воды. Так как большая часть территории РК находится в зоне повышенной сейсмоактивности (сейсмичность 8 баллов), то согласно п. 16.3 СП 31.1330.2021 [4] в РЧВ предусматривается двойной противопожарный объем. Цель данной работы – выполнить классификацию типов и конструктивных особенностей резервуаров чистой воды, оценить их

преимущества и недостатки, которые позволят корректно осуществлять подбор РЧВ в зависимости от необходимых эксплуатационных параметров.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Резервуары чистой воды – являются одним из значимых элементов в системе водоснабжения населенных пунктов, от них зависит стабильность и бесперебойность подачи воды населению, аккумулирование запаса воды на случай выполнения аварийно-восстановительных работ на системе подачи трубопроводов на заполнения РЧВ (водоводов), в них содержится неприкосновенный противопожарный запас.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Резервуары из сборных железобетонных элементов. В таблице 1, представлен перечень типовых проектов РЧВ, выполняемых из сборных железобетонных элементов, получивших значительное распространение в практике водоснабжения [7].

Таблица 1. Габариты, объем и номер типового проекта РЧВ
Table 1. Dimensions, volume and number of a typical project of a clean water tank

№ типового проекта	Марка РЧВ	Габариты резервуаров в плане (в осях), м			Емкость, м ³	
		ширина	длина	высота	Полезная	Номинальная
901-4-57,83	РЕ - -0.5	6	3	3,6	42	50
901-4-58,83	РЕ - -1	6	6	3,6	99	100
	РЕ - -1.5		9		135	150
	РЕ - -2.0		12		213	200
	РЕ - -2.5		15		267	250
901-4-59,83	РЕ - -5	12	12	3,6	451	500
	РЕ - -7		18		692	700
	РЕ - -10		24		932	1000
	РЕ - -12		30		1172	1200
901-4-60,83	РЕ - -14	18	18	4,8	1413	1400
	РЕ - -19		24		1900	1900
	РЕ - -24		30		2430	2400
901-4-61,83	РЕ - -25	24	24	4,8	2542	2500
	РЕ - -32		30		3223	3200
	РЕ - -39		36		3884	3900
901-4-62,83	РЕ - -50	36	30	4,8	4879	5000
	РЕ - -60		36		5875	6000
	РЕ - -70		42		6872	7000
	РЕ - -80		48		7810	8000
	РЕ - -90		54		8748	9000
	РЕ - -100		60		9864	10000
	РЕ - -110		66		10863	11000
901-4-63,83	РЕ - -120	54	48	4,8	11900	12000
	РЕ - -130		54		13122	13000
	РЕ - -150		60		14917	15000
	РЕ - -160		66		16427	16000
	РЕ - -180		72		17932	18000
	РЕ - -200		78		19443	20000

РЧВ из сборных железобетонных элементов могут быть представлены не только прямоугольной формой в плане, что является достаточно удобным для компоновки водопроводных очистных сооружений, но могут быть выполнены круглыми в плане. Перечень типовых проектов данных РЧВ представлен в таблице 2.

Монолитные резервуары. В последние 3-4 десятилетия значительное распространение получила технология возведение РЧВ монолитным

способом, при которой осуществляется вязка арматуры, устройство опалубки и заливка бетоном последовательно: днища, колонн, наружных ограждений и плиты перекрытия, с последующим обвалованием РЧВ. На рисунке 2 представлены фотографии процесса возведения резервуара чистой воды в г. Алушта «Миндальная Роща», предназначенного для обеспечения стабильного водоснабжения пансионата «Море», объемом 500 м³.

Таблица 2. Габариты, объем и номер типового проекта РЧВ, обладающих круглой формой в плане (из типовых проектов)

Table 2. Dimensions, volume and number of a typical tank project having a round shape in plan (from standard projects)

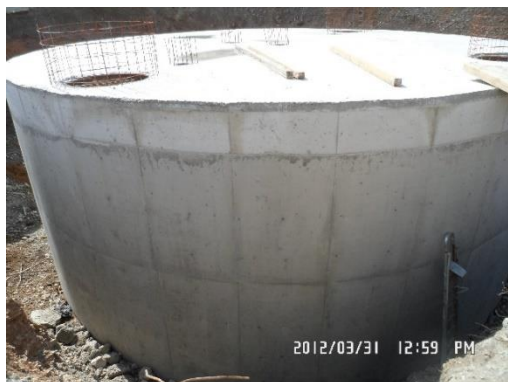
Емкость, м ³	Диаметр, м	Высота, м
500	12	4,8
1000	18	4,8
2000	24	4,8
3000	30	4,8



А)



Б)



В)



Г)

Рис. 2. Процесс технологии возведения РЧВ, объемом 500 м³ монолитным способом по этапам а) – забетонированное днище и арматурой для колонн, и армирование стены для последующей бетонной заливке; б) закладные детали для подачи и забора воды из РЧВ; в) – забетонированный каркас РЧВ, г) – выход закладных элементов для присоединения трубопроводов

Fig. 2. The process of technology for the construction of a tank with a volume of 500 m³ in a monolithic way in stages а) – concreted bottom and reinforcement for columns, and reinforcement of the wall for subsequent concrete pouring; б) embedded parts for the supply and intake of water from the tank; в) – concreted tank frame, д) – the output of embedded elements for connecting the pipelines of the tank

Резервуары следует не только корректно рассчитать, подобрать типовой проект или разработать индивидуально, осуществить корректную привязку на местности; выполнить поэтапно все строительные работы, а также, ввести в эксплуатацию, но и правильно эксплуатировать, с периодическими профилактическими осмотрами и техническим обслуживанием (чистка, дезинфекция) [8].

Стальные вертикальные резервуары. По конструктивным особенностям вертикальные стальные резервуары подразделяют на три типа:

резервуар со стационарной крышей без понтона (РВС); резервуар со стационарной крышей с понтоном (РВСП); резервуар с плавающей крышей (РВСПК) [9]. На рис. 3 представлена фотография вертикальных стальных резервуаров (РВС), которые можно использовать как для хранения воды, так и для хранения нефтепродуктов. В таблице 3 представлен перечень типовых вертикальных резервуаров со стационарной крышей, емкостью от 100...2 000 м³, в таблице 4 перечислены стальные резервуары со стационарной крышей емкостью от 3 000...120 000 м³.



Рис. 3. Группа стальных вертикальных резервуаров
Fig. 3. Group of steel vertical tanks

Таблица 3. Резервуары вертикальные стальные со стационарной крышей для воды и нефтепродуктов емкостью от 100 до 2000 м³ [10]

Table 3. Vertical steel tanks with a fixed roof for water and petroleum products with a capacity from 100 to 2000 m³ [10]

Наименование	Объем, м ³	Высота, м	Диаметр, м	Масса, тонн
РВС-100	100	6,000	4,730	8,200
РВС-200	200	6,000	6,630	12,000
РВС-300	300	7,500	7,580	15,000
РВС-400	400	7,500	8,530	18,800
РВС-700	700	9,000	10,430	26,500
РВС-1000	1000	12,000	10,430	33,700
РВС-2000	2000	12,000	15,180	58,924

Таблица 4. Резервуары вертикальные стальные со стационарной крышей для воды и нефтепродуктов емкостью от 3 000 до 120 000 м³ [11]

Table 4. Vertical steel tanks with a fixed roof for water and petroleum products with a capacity from 3 000 to 120 000 m³ [11]

Наименование	Объем, м ³	Высота, м	Диаметр, м	Масса, тонн
РВС-3 000	3 000	12,000	18,980	83,875
РВС-5 000	5 000	12,000	22,800	117,653
РВС-5 000	5 000	15,000	20,920	116,277
РВС-10 000	10 000	12,000	34,200	225,975
РВС-10 000	10 000	17,880	28,500	222,803
РВС-20 000	20 000	17,880	39,900	402,036
	20 000	12,000	47,400	
РВС-30 000	30 000	18,000	45,600	525,287
РВС-40 000	40 000	18	56,90	
РВС-50 000	50 000	18	60,700	
РВС-100 000...120 000	100 000...120 000	18	95,400	

Стальные горизонтальные резервуары. Также широкое распространение в практике водоснабжения получили резервуары стальные цилиндрического горизонтального исполнения (РГС) [11] емкостью 5...200 м³ представлены в таблице 6, а горизонтальные стальные резервуары (РГС), емкостью 3...100 м³ в таблице 7. На рисунке

5 представлено фото горизонтального стального резервуара, применяемого для водоснабжения кооператива «Нептун», коса «Южная» Республики Крым. Также резервуары данного типа широко используются для сбор дренажных вод, применяются для хранения противопожарного запаса воды и т.д.

Таблица 6. Резервуары горизонтальные стальные для воды емкостью от 5 до 200 м³ [11]

Table 6. Horizontal steel tanks for water with a capacity from 5 to 200 m³ [11]

Объем, $V, \text{ м}^3$	Внутренний диаметр, $Dв, \text{ м}$	Длина, $L, \text{ м}$
5	1,600	2,785
10	2,200	3,335
25	2,760	4,990
50	2,760	10,100
75	3,000	10,100
100	3,000	14,030
200	3,424	22,800

Таблица 7. Технические характеристики типовых одностенных горизонтальных резервуаров [11]

Table 7. Technical characteristics of typical single-walled horizontal tanks [11]

Обозначение	Объем, м^3	Диаметр, м	Длина, м	Количество опор, шт	Масса резервуара, тонн
РГС-3	3	1,400	2,060	2	0,530
РГС-5	5	1,900	2,000	2	0,700
РГС-10	10	2,068	3,400	2	0,990
РГС-15	15	2,068	4,900	2	1,400
РГС-20	20	2,400	4,900	2	1,700
РГС-25	25	2,400	6,600	2	2,150
РГС-30	30	2,400	7,600	2	2,650
РГС-40	40	2,400	9,600	2	3,100
РГС-50	50	2,800	9,600	2	3,700
РГС-60	60	2,800	10,600	2	4,000
РГС-75	75	3,240	9,600	2	4,500
РГС-100	100	3,240	12,600	2	5,400



Рис. 5. Горизонтальный стальной резервуар на территории товарищества (кооператива) «Нептун», коса Южная

Fig. 5. Horizontal steel tank on the territory of the partnership (cooperative) "Neptune", South Spit

Широкое применение получили разнообразные резервуары, выполненные из полиэтиленовых материалов, производимые различными заводами Российской Федерации. В таблицах 8-10 представлены данные выборки объемов пластиковых емкостей, предлагаемых различными производителями: горизонтальные, вертикальные, квадратного или прямоугольного исполнения в

плане, изготавливаемые из полиэтилена и предназначенные для установки в зданиях различного назначения или на открытых площадках производственного значения. Разнообразные конструкции пластиковых резервуаров позволяют подбирать размеры емкости, исходя из пространственных возможностей помещения и условий эксплуатации.

Таблица 8. Сводные данные объемов емкостных сооружений, выполненных из полиэтилена – горизонтального исполнения [12]

Table 8. Summary data of volumes of tank structures made of polyethylene – horizontal design


Обозначение	Объем, м ³	Ширина, м	Длина, м	Высота, м	Диаметр крышки, м	Толщина стенки, мм
Горизонтальные пластиковые бочки для воды (полиэтилен) 	0,1	0,68	0,43	0,47	0,24	до 12
	0,25	0,635	0,92	0,695	0,35	до 12
	0,5	0,725	1,33	0,847	0,35	до 12
	1	1,02	1,48	1,05	0,35	до 12
	2	1,18	1,985	1,3	0,45	до 12
	2	1,280	1,85	1,310	0,45	до 12
	3	1,36	1,95	1,550	0,45	до 12
	5	1,73	2,350	1,720	0,45	до 12

Таблица 9. Сводные данные объемов емкостных сооружений, выполненных из полиэтилена – вертикального исполнения [12]

Table 9. Summary data of volumes of tank structures made of polyethylene – vertical execution



Обозначение	Объем, м ³	Диаметр, м	Высота, м	Диаметр крышки, м	Толщина стенки, мм
Вертикальные пластиковые бочки для воды (полиэтилен) 	0,1	0,53	0,49	0,35	до 12
	0,2	0,53	1,05	0,35	до 12
	0,3	0,58	1,24	0,35	до 12
	0,3	0,71	0,84	0,35	до 12
	0,4	0,55	1,85	0,35	до 12
	0,5	0,64	1,76	0,35	до 12
	0,78	0,94	1,29	0,35	до 12
	0,8	0,78	1,72	0,35	до 12
	1	0,78	2,3	0,35	до 12
	1,6	1,09	1,88	0,35	до 12
	2	1,6	1,2	0,45	до 12
	3	1,510	1,83	0,45	до 12
	4,5	2,0	1,77	0,45	до 12
	5	1,975	1,81	0,45	до 12
	6	1,975	2,2	0,45	до 12
10	2,25	2,55	0,45	до 12	

Таблица 10. Сводные данные объемов емкостных сооружений, выполненных из полиэтилена – квадратные или прямоугольные в плане [12]

Table 10. Summary data of the volumes of tank structures made of polyethylene – square or rectangular in plan [12]

Обозначение	Объем, м ³	Ширина, м	Длина, м	Высота, м	Диаметр крышки, м	Толщина стенки, мм
Квадратные или прямоугольные в плане пластиковые бочки для воды (полиэтилен) 	0,3	0,88	0,88	0,57	0,35	до 12
	0,5	1,485	0,65	0,63	0,35	до 12
	0,75	0,75	0,75	1,68	0,35	до 12
	0,8	1,23	1,23	0,74	0,35	до 12
	1	1,53	0,68	1,46	0,35	до 12
	1	1,85	1	0,73	0,35	до 12
	5	1,53	2	1,8	0,45	до 12
	6	1,84	2	1,8	0,45	до 12

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Для удобства выбора типа РЧВ заданного объема составим таблицу сводных данных типовых

проектов и заводских конструкций с определением охвата диапазонов объемов РЧВ, высоты РЧВ и занимаемой площади под размещение РЧВ, позволяющие осуществить необходимый тип РЧВ по указанным параметрам.

Таблица 11. Перечень типовых и заводских конструкций резервуаров чистой воды

Table 11. List of standard and factory designs of clean water tanks

Тип РЧВ	Охват диапазонов объемов РЧВ, м ³	Занимаемая площадь под РЧВ, м ²	Высота РЧВ, м	Назначение
Железобетонные				
Сборные железобетонные элементы	50...20 000	18...4212	3,6...4,8	Объединенный водопровод
Монолитные железобетонные				
Стальные				
Стальные вертикальные	100...2 000	17,6...180,9	6...12	Объединенный хозяйственно-питьевой, производственный, противопожарный водопровод
	3 000...30 000	282,8...1632,3	12...18	
Стальные горизонтальные	3...200	2,9...78,1	1,4...3,42	
Полиэтиленовые				
Горизонтальные	0,1...5	0,3...4	0,47...1,72	Хозяйственно-питьевой, производственный, водопровод, производственный водопровод
Вертикальные	0,1...10	0,22...3,97	0,49...2,55	
Квадратные или прямоугольные в плане	0,3...6	0,56...3,68	0,57...1,8	

Представленные обобщенные данные позволяют осуществить корректный выбор типа РЧВ, в зависимости от необходимого объема и назначения, исходя из существующих строительных реалий объекта (выделяемая

площадка, ограничение по высоте, или глубине, тип грунта, наличие грунтовых вод, температура наружного воздуха, условия эксплуатации, прочие внешние параметры). Следует отметить, что в системах водоснабжения Республики Крым

широкое распространение получили не только железобетонные резервуары, заглубляемые и выполняемые в обваловке, но и стальные вертикальные, применение которых обусловлено сложностью разработки грунта населенных пунктов ЮБК.

ВЫВОДЫ

1. Представлены сводные данные обобщения типовых проектов емкостей из сборных железобетонных элементов.

2. Приведен перечень наименований стальных емкостей, выполненных как в вертикальном, так и в горизонтальном исполнении.

3. Составлена сводная таблица охвата диапазонов емкостей различного конструктивного исполнения, при помощи которой предварительно можно определить занимаемую площадь под РЧВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Абрамов Н.Н. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1982. – 480 с.

2. Хангильдин Р.И. Состояние резервуарного парка системы водоснабжения в городе Уфа / Р. И. Хангильдин, И. В. Лапшакова, Ю. С. Райзер, Я. К. Силова // Водоснабжение, водоотведение и системы защиты окружающей среды, Уфа, 24–25 июня 2020 года. – Уфа: Уфа: ЦИТО+, 2020. – С. 98-100. – EDN KTZGWR.

3. Крымова Юлия. «Как очищают воду в Крыму». Электронный ресурс: режим доступа <https://crimea.vgorode.ua/news/kommunalka/172132kak-ochyschaut-vodu-dlia-sevastopolia-reportazh-yszsevastopolskoho-vodokanala>. (дата обращения: 06.02.2024).

4. СП 31.13330.2021. Свод правил. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения [Текст]. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*. – Введ. 2022-28-01. – М.: Минстрой России, 2021. – 155 с.

5. Николенко И.В. Методика и анализ подбора насосных агрегатов для насосных станций подкачки систем водоснабжения [Текст] / И.В. Николенко, Е.Е. Котовская// Строительство и техногенная безопасность. — Симферополь: Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского – 2014. – № 51. – С. 112-121.

6. Николенко, И. В. Анализ методик определения регулирующей емкости резервуаров чистой воды / И.В. Николенко, Е. Е. Котовская // Строительство и техногенная безопасность. – 2021. – № 23(75). – С. 79-88. – EDN QFRLAT.

7. Каталог типовых проектов зданий и сооружений водоснабжения, 1979. Том 3. Резервуары, водонапорные башни, градирни, прочие здания и сооружения.

8. Хоружий П.Д., Ткачук А.А., Батрак П.И. Эксплуатация систем водоснабжения и канализации. Справочник – К.: Будивэльник, 1993. – 232 с.

9. ГОСТ 31385- 2016. Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов.

10. Стальные вертикальные резервуары. Электронный ресурс: режим доступа: <https://gazovikoil.ru/>(дата обращения: 20.02.2024).

11. Стальные горизонтальные резервуары. Электронный ресурс: режим доступа: <https://glavrossnab.ru/product/gorizontalnye-rezervuary/>(дата обращения: 27.02.2024).

12. Пластиковые емкости STERN. Электронный ресурс: режим доступа https://sterh-pf.ru/sterh_gor_3000.php/ (дата обращения: 06.03.2024).

REFERENCES

1. Abramov N.N. Water supply. – М.: Stroyizdat, 1982.

2. Hangildin R.I. The state of the reservoir park of the water supply system in Ufa / R. I. Hangildin, I. V. Lapshakova, Yu. S. Raiser, Ya. K. Silova // Water supply, sanitation and environmental protection systems, Ufa, June 24-25, 2020. – Ufa: Ufa: CITO+, 2020. – PP. 98-100. – EDN KTZGWR.

3. Yulia Krymova. "How to purify water in the Crimea." Electronic resource: access mode <https://crimea.vgorode.ua/news/kommunalka/172132kak-ochyschaut-vodu-dlia-sevastopolia-reportazh-yszsevastopolskoho-vodokanala>. (date of application: 06.02.2024).

4. SP 31.13330.2021. A set of rules. Water supply. Outdoor networks and structures [Text]. Updated version of SNiP 2.04.02-84*. – Introduction. 2022-28-01. – Moscow: Ministry of Construction of Russia, 2021. – 155 p.

5. Nikolenko I.V. Methodology and analysis of the selection of pumping units for pumping stations pumping water supply systems [Text] / I.V. Nikolenko, E.E. Kotovskaya// Construction and technogenic safety. — Simferopol: V.I. Vernadsky Crimean Federal University – 2014. – No. 51. – pp. 112-121.

6. Nikolenko, I. V. Analysis of methods for determining the regulating capacity of clean water reservoirs / I.V. Nikolenko, E. E. Kotovskaya // Construction and technogenic safety. – 2021. – № 23(75). – Pp. 79-88. – EDN QFRLAT.

7. Catalog of typical projects of buildings and water supply facilities, 1979. Volume 3. Reservoirs, water towers, cooling towers, other buildings and structures.

8. Khoruzhiy P.D., Tkachuk A.A., Batrak P. And Operation of water supply and sewerage systems. Directory – К.: Budivelnik, 1993. – 232 p.

9. GOST 31385- 2016. Vertical cylindrical tanks.

10. Steel vertical tanks. Electronic resource: access mode: <https://gazovikoil.ru/>(date of application: 20.02.2024).

11. Steel horizontal tanks. Electronic resource: access mode:

<https://glavrossnab.ru/product/gorizontalnye-rezervuary/>(date of application: 27.02.2024).

12. Plastic containers STERH. Electronic resource: access mode https://sterh-pf.ru/sterh_gor_3000.php (date of application: 06.03.2024).

ANALYSIS OF TYPES AND VARIOUS DESIGN FEATURES OF RESERVOIRS (RFV) USED IN WATER SUPPLY AND DISTRIBUTION SYSTEMS

Nikolenko¹ I.V., Kotovskay¹ E.E., Kotovskay² E.V., Vysotsky A.A.¹

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Academy of construction and architecture, 181, Kievskaya str., Simferopol, 295050, Russian Federation, e-mail: nikoshi@mail.ru
KRYMTECHCOM Engineering Center e-mail: Kalganovae@inbox.ru

Abstract. The paper presents a list and analysis of the design of clean drinking water tanks, which have become widespread in the systems of household drinking, industrial, fire-fighting water supply.

Subject of research: Reservoirs of clean drinking water, erected in various ways and made of various materials. Materials and methods: The work summarizes reference data, data from sites of modern equipment that implement tanks of various design designs, presents material on the stage

Materials and methods: The paper summarizes reference data, data from sites of modern equipment that implement tanks of various design designs, presents material on the stages of construction of tanks for various purposes

Results: A table of summary data covering the ranges of capacities of clean drinking water tanks has been compiled, with the definition of the required area for each of them. The data presented in the work as a result of generalization, allows at the stage of preliminary calculations to determine the necessary parameters for the placement of clean water reservoirs: (the area of the cutting of the vegetation layer, the depth of the excavation, the volume of excavation, etc.).

Conclusions: The research results allow us to obtain a summary table of RFV data that allows us to determine the type and structural elements of storage equipment, the presented material is useful for students, specialists of design and operational organizations.

Key words. Clean water tanks, nominal volume, useful volume, area and dimensions of the RFV, the design of the RFV, RFV equipment, the name of the volumes of water stored in the RFV, RFV from precast reinforced concrete elements, monolithic RFV, steel vertical RFV, steel horizontal RFV.

Раздел 4. Экологическая безопасность

УДК 628.33; 628.477.6

РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ПОЛУЧЕНИЕМ СТРОИТЕЛЬНЫХ И СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, КАК ЭЛЕМЕНТ РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПОВ ESG

Дубровская О.Г.¹, Дубровская С. Д.², Бобрик А.Г.³^{1,2,3} ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

Российская федерация, 660074, г. Красноярск, пр. Свободный, 79,

e-mail: ODubrovskaya@sfu-kras.ru ¹, SDubrovskaya@sfu-kras.ru ², ABobrik@sfu-kras.ru ³

Аннотация. В статье рассматривается практическая трансформация современного металлургического предприятия в части обращения с накопленными промышленными отходами, переход на рециклинговые технологии, направленные на решение экологических задач предприятия, достижения целей устойчивого развития, в том числе через принятие ESG-принципов, находящих отражение в ESG-рейтинге металлургического предприятия. Рассматривается конкретный пример получения продукции в виде стабилизирующего минерального порошка и сорбентов из отходов металлургического предприятия, как реальный этап участия российских организаций в реализации целей устойчивого развития и ESG-принципов.

Предмет исследования: технические приемы оценки отходов предприятия металлургической промышленности

Материалы и методы: анализ состояния вопроса с обоснованием и детализацией сущности предложенной технологии, организационно-технологическое проектирование производства работ на конкретном объекте, локальные сметные расчеты конкурирующих технологий и оценка простого срока окупаемости энергосбережения по этим технологиям

Результаты: получены дорожно-строительные и сорбционные материалы, исследованы оптимальные технологические режимы рециклинга отходов, определены эколого-экономические показатели предприятия с установлением предотвращенного экологического ущерба.

Выводы: Делается вывод о том, что несмотря на определенные затраты, имеет место положительное влияние следования ESG-принципам для развития металлургического предприятия, в том числе и возможность диверсификации выпускаемой продукции

Ключевые слова: ESG-принципы, организация, устойчивое развитие, цели, рециклинг, сорбенты, безотходные технологии

ВВЕДЕНИЕ

Аббревиатура ESG расшифровывается как «экология, социальная политика и корпоративное управление». Она обозначает устойчивое развитие компаний, строящееся на следующих принципах: ответственное отношение к окружающей среде (англ., E — environment); высокая социальная ответственность (англ., S — social); высокое качество корпоративного управления (англ., G — governance). Тесным образом принципы ESG связаны с Целями устойчивого развития. Можно видеть, что ESG-принципы перекликаются, дополняют, адаптируют и способствуют претворению в жизнь всех семнадцати целей устойчивого развития, а также существуют на основе взаимного дополнения со Стандартами устойчивого развития

Основной задачей, направленной на реализацию ESG принципов является снижение экологического воздействия на природную окружающую среду предприятий металлургической промышленности в регионе присутствия. С точки зрения одного из технических решений вышеуказанной задачи является утилизация и переработка всех видов отходов основного производства.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

В данной работе проанализирована научно-исследовательская литература. Для исследования принципов формирования индекса и параметров ESG были изучены зарубежные и отечественные работы следующих авторов: Вогинова М.А., Зазули В.С., Мошковой М. Ю., Захаровой Е.Е., Гейла Я. , Кадырова Т.Э. , Панчиной Е.Г., Баландина В.А. , Юдиной М.В. Авторами рассматриваются принципы ESG как факторы экономической перспективности предприятий и как элемент устойчивого развития регионов присутствия крупных промышленных объектов и комплексов. В основном, как отмечают авторы, индексы ESG присваиваются крупным промышленным предприятиям и комплексам и являются одной из важнейших тенденций развития мировой экономики. В статьях ряда авторов, а именно – Соболевой Г.В. [8], Баторшиной Г.Д. [9], Андреевой О.В. [10], Захаровой А.А. [11], Цыгаловым Ю.М. [12], показано, что в современных условиях учет ESG-принципов в деятельности компаний и банков необходим для устойчивого долгосрочного роста их стоимости, снижения экономических, экологических и прочих рисков их деятельности, обеспечения устойчивого

развития национальных экономик и мировой экономики в целом. Авторами предложены направления внедрения ESG-принципов в российскую экономику и обоснована практика успешного внедрения ESG-принципов в российской экономике на основе анализа, оценки и учета тенденций, особенностей и перспектив развития российской и мировой экономики, правового регулирования внедрения ESG-принципов в России и за рубежом, учет национальных интересов и особенностей России. Авторы делают уточнение понятийного и методологического аппарата, анализ сильных, слабых сторон, возможностей и угроз, связанных с внедрением принципов ESG (SWOT-анализ), использование накопленного мирового опыта. Различные аспекты ESG-повестки, а также тенденции ее развития рассмотрены в работах Соболевой Г.В. [8], Андреевой О.В. [10], Баторшиной Г.Д. [9], и других.

В работе автора Кудряшова Александра Леонидовича [4], исследована концепция ESG и ее значение для устойчивого развития. Автор проанализировал тенденции ESG, согласование ESG и целей устойчивого развития (ЦУР) в деятельности компаний, рассмотрел примеры успешного внедрения ESG компаниями в различных странах, теоретическую основу ESG, связь между ESG и корпоративной эффективностью, а также экологические, социальные и управленческие факторы, влияющие на ESG. Также, было исследовано ESG в странах с развивающейся экономикой, в частности в России, рассмотрено влияние санкционного давления на ESG в 2022 году и практику ESG в российских организациях. ESG стала важным фактором для компаний, стремящихся привести свою деятельность в соответствие с целями устойчивого развития. Компании, применяющие методы ESG, часто имеют больше возможностей для привлечения и удержания клиентов, инвесторов и сотрудников. В работе исследуются ключевые тенденции и проблемы в текущей бизнес-среде, такие как распространение форм отчетности, потребность в более стандартизированных и сопоставимых данных о факторах ESG, а также важность участия стейкхолдеров в принятии решений по реализации политик ESG. Автор подчеркивает соответствие между целями устойчивого развития и ESG факторов в деятельности компаний. Исследуется теоретическая основа концепции ESG с изложением ключевых принципов, а также связь с корпоративной эффективностью. На основании

анализа публикаций следует отметить, что принципы ESG не исследуются с технологической точки зрения, или конкретные исследования и технические решения направленные на улучшение экологической составляющей конкретных производств не соотносят напрямую к индексам ESG, хотя это важнейший фактор практических принципов ESG, позволяющий компаниям и корпорациям управлять рисками и повышать свою устойчивость к экономическим и экологическим деструктивным событиям.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При исследовании использовались стандартные, аттестованные методики оценки качества материалов, воды, методы анализа сорбционных свойств материалов. Методы термографического анализа состава футеровочного кирпича, методы математического моделирования и интерпретации результатов исследования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

При анализе исходных данных предприятия металлургического промышленного комплекса АО РУСАЛ-Красноярск, были классифицированы 45 видов отходов, определены их классы опасности и оценены годовые массы подлежащие хранению и утилизации. Так определено, что в строительные материалы различного назначения и сорбенты для очистки промышленных сточных вод могут быть переработаны 14 видов отходов общей массой до 100 тыс. тонн в год. Преимущественно это следующие типы отходов:

- Шлак печей переплава АП – 7500 т/год – класс опасности III
- Лом футеровки разливочных и вакуумных ковшей АП – 770 т/год – класс опасности IV
- Лом кирпичной футеровки алюминиевых электролизеров – 14286 т/год – класс опасности IV
- Лом футеровки миксеров АП – 850 т/год – класс опасности IV
- Лом футеровки пламенных печей и печей переплава АП – 1100 т/год – класс опасности IV

При анализе возможных потребителей рециклинговых материалов составлена динамическая диаграмма по основным отраслям, представленная на рисунке 1.

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ПО ОТРАСЛЯМ

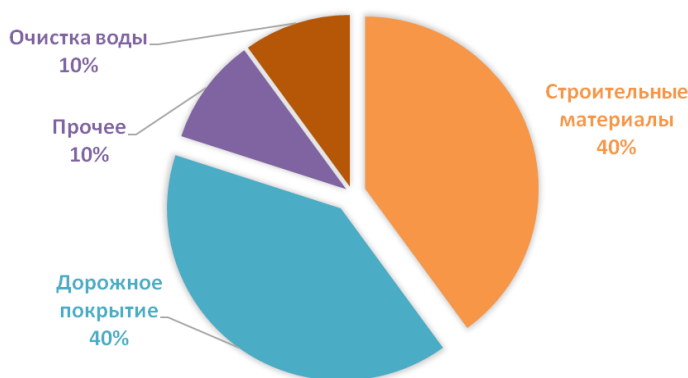


Рис. 1 - Возможные отраслевые потребители рециклинговых материалов
 Fig. 1 - Possible industry consumers of recycling materials

В данном исследовании полному физико-химическому анализу был подвержен лом футеровок различного местообразования, с целью определения модифицирования и обработки отхода, а конкретно – лома футеровочного кирпича – в Испытательной лаборатории строительных материалов и химического анализа воды Сибирского Федерального Университета, установлен химический состав данного отхода

методом РФА (рис. 2, рис. 3). Выявлены следующие вещества, подходящие для модификации сорбента – оксиды алюминия, железа, кремния и титана, в оптимальном процентном соотношении, что позволило при невысоких затратах на механическое измельчение и активацию получить функционально-активный сорбент с высокими техническими и эксплуатационными характеристиками.

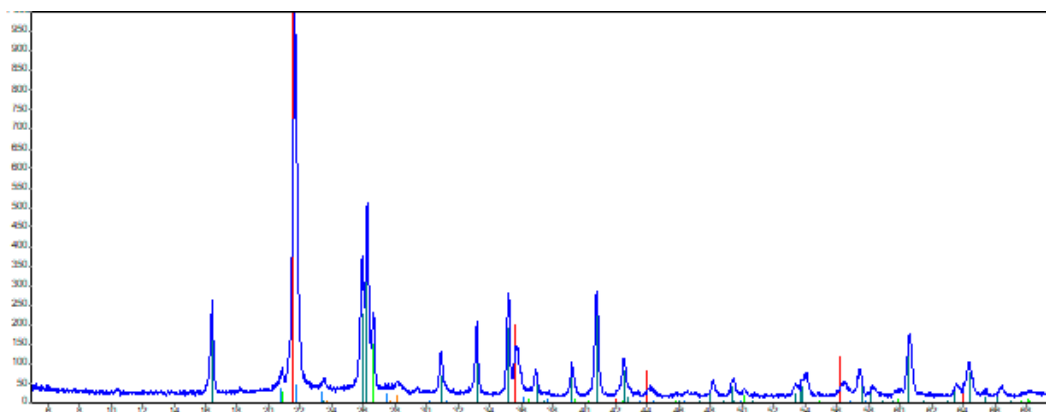


Рис. 2 - Рентгенофазовый анализ твердого образца отхода Лом кирпичной футеровки алюминиевых электролизеров
 Fig. 2 - X-ray phase analysis of a solid waste sample Scrap brick lining of aluminum electrolyzers

Преобладающие оксидные группы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основной химический состав лома кирпичной футеровки алюминиевых электролизеров
 Table 1 – Main chemical composition of scrap brick lining of aluminum electrolyzers

Химический элемент/соединение	Содержание в %
SiO ₂	56.2138%
Al ₂ O ₃	36.7439%
Fe ₂ O ₃	3.2014%

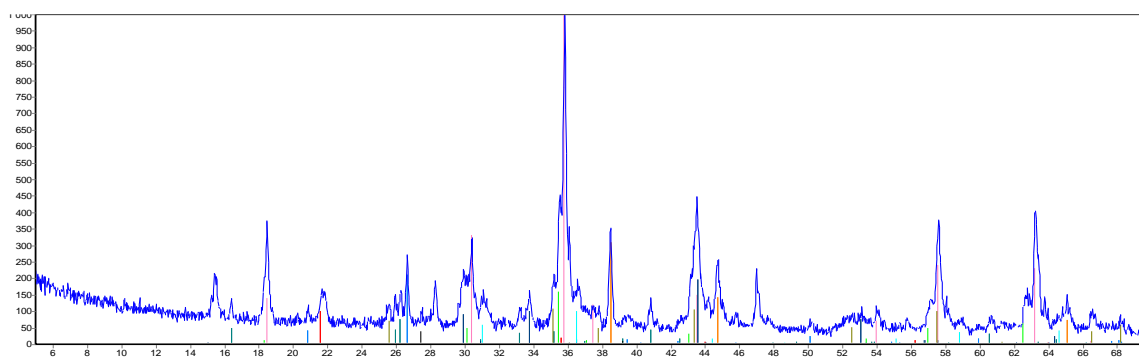


Рис. 3 - Рентгенофазовый анализ твердого образца отхода Лом кирпичной футеровки АЭ и миксеров АП
Fig. 3 - X-ray phase analysis of a solid waste sample Scrap brick lining AE and AP mixers

Преобладающие оксидные группы представлены в таблице 2.

Таблица 2. Основной химический состав лома кирпичной футеровки АЭ и миксеров АП
Table 2. The main chemical composition of scrap brick lining AE and AP mixers

Formula	Mineral Name	1	Shamot_110419
Si O ₂	Cristobalite beta high	1,66	19,4
Al (Al.69 Si1.22 O4.85)	Mullite, syn	11	65,4
Si O ₂	Quartz	7,95	6,65
Al	Aluminum, syn	8,67	0
Fe (Cr ₂ O ₄)	Chromite, syn	26,5	0
Fe ₁₁ S ₁₂	Pyrrhotite-6C	16,1	0
Fe +2 Fe ₂ +3 O ₄	Magnetite, syn	3,74	0
Fe +2 Al ₂ O ₄	Hercynite, syn	11,4	0
Al ₂ O ₃		12,2	0
Ti O ₂	Rutile, syn	0,46	0
Si O ₂	Tridymite-O	0	5,77
Na (Si ₃ Al) O ₈	Albite, disordered	0	2,68

При переработке данного типа отходов были получены следующие виды продукции:

- Стабилизирующая добавка к дорожным материалам

Стабилизирующая добавка – компонент оказывающее стабилизирующее влияние на ЦМАС и обеспечивающее ее устойчивость к расслоению и снижение колебания, повышающее качество и безопасность дорожного покрытия.

- Минеральный порошок

Важная структурная составная часть асфальтобетона, придающая покрытию механическую прочность, существенно повышающая качество дорожного покрытия и срок его службы. Соответствует ГОСТ 32761-2014

- Сорбент

Гранулированный минеральный комплекс с микро, мезо, макро порами, аккумулирующий в себе нефтепродукты и тяжелые металлы. Основная сфера использования: очистка производственных и бытовых стоков.

Для подтверждения высокого класса полученных материалов были проведены исследования и испытания на соответствие ГОСТ и сравнительные испытания с аналогичными продуктами. Установлено, что минеральный порошок, полученный при модифицировании отхода РУСАЛ-Красноярск соответствует ГОСТ 32761-2014, а полученный минеральный сорбент превосходит ряд аналогов (например цеолитовые

сорбенты) по селективной и сорбционной эффективности.

Получены дорожно-строительные и сорбционные материалы, исследованы оптимальные технологические режимы рециклинга отходов, определены эколого-экономические показатели предприятия с установлением предотвращенного экологического ущерба.

Результаты данного исследования могут быть тиражированы на аналогичные предприятия металлургического комплекса, а полученные продукты внедрены в дорожное строительство, применены в фильтрационных установках для очистки промышленных сточных вод предприятий различных отраслей.

Получение высокоэффективных сорбентов и применение их в очистке производственных сточных вод этого же предприятия является перспективным направлением и отвечает требованиям ESG-концепции и повышает ESG-индекс предприятия в том числе и точки зрения формирования замкнутых оборотных систем водопользования. Данный подход целесообразен и с экономической и с экологической точки зрения.

Применение разработанного сорбента на основе рециклинговых технологий переработки отходов обеспечивает требуемое качество очистки промышленного стока в соответствие с требованиями СанНиП 3685-2021 и с требованиями к технической воде.

Полученный комплекс материалов имеет ряд преимуществ с точки зрения технологических подходов и инвестиционной привлекательности данного проекта. Так например, при сравнении стандартной технологии производства минерального порошка, стабилизирующей дорожной добавки и минеральных сорбентов основанных на применении природных сырьевых ресурсов в технологии рециклнга исключается часть разработки (нарушения) природных компонентов – добыча и переработка природных ресурсов, исключаются сложные логистические схемы перемещения сырья и продукции. С точки зрения инвестиционной привлекательности в разрезе ESG-концепции, рассмотрены положительные экологические аспекты, такие как: уменьшение объемов отходов, уменьшение площади полигонов хранения отходов, снижение экологического ущерба территории – исключение штрафов, санкций. Помимо этого для предприятия рассмотрено и спрогнозировано:

- Снижение эксплуатационных затрат АО «РУСАЛ Красноярск»
- Возможность создания 10 производственных линий с интеграцией АО «РУСАЛ Красноярск»;
- Возможность создания около 100 рабочих мест;
- Объем выручки от попутных продуктов производства прогнозируется более 250 млн. рублей в год;
- Включение в комплексный инвестиционный проект «Енисейская Сибирь»;
- Возможность привлечения инвестиций посредством реализации федерального проекта «Отходы» в рамках национального проекта «Экология»
- Возможность создания инвестиционного кластера с такими структурами как ФГАОУ ВО СФУ, НОЦ «Енисейская Сибирь», МИП ООО «Центр Экологических Технологий» и др.

Таблица 3. Техничко-Экономические показатели предотвращения экологического ущерба
Table 3. Technical and economic indicators for preventing environmental damage

Предотвращение негативного воздействия на:	Таксы, руб	С учетом коэффициентов экологической ситуации региона, руб	Итог*
1. атмосферный воздух	801 650,4	6 268 906,128	36 641 668,83 руб.
2. подземные водные объекты	356 4418	27 873 748,76	
3. почва, включая стоимость землеотвода на 1 год	319 567	2 499 013,94	
* предотвращенный ущерб			

ВЫВОДЫ

Реализация ESG-принципов, направленных, в том числе, на обеспечение экологической безопасности региона присутствия АО «РУСАЛ Красноярск» обеспечит следующие преимущества предприятия:

- энерго- ресурсосбережение;
- снижения экологических рисков от отходов алюминиевого производства;
- снижение эксплуатационных затрат АО «РУСАЛ Красноярск» за счет исключения экологических платежей на сбор, хранение и утилизацию отходов;
- диверсификация деятельности компании по выпуску новой продукции с возможностью интеграции с научными и производственными центрами региона и выход на новый сегмент рынка;
- повышение общей доходности предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляева И.Ю., Козлова Н.П. ESG-факторы как инструмент формирования деловой репутации // Экономика и бизнес. 2021. № 4. С.15-21.
2. Бобылев С.Н., Соловьева С.В. Цели устойчивого развития для будущего России // Научный журнал «Экономика. Социология. Право», 2022, №3(27) 32 Проблемы прогнозирования. 2017. №3. С. 56-62.
3. Дунаева О.И., Нагорнов В.А. Гармонизация практики корпоративной социальной ответственности для достижения целей устойчивого развития // Государственно-частное партнерство. 2017. №2. С.12-20.
4. Кудряшов А.Л. Глобальная ESG-трансформация и тенденции устойчивого развития российских компаний в условиях санкционного давления// Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling 2022, Том 9, № 4 2022, С. 1-49.

5. Марьганова Е.А., Дмитриевская Н.А. Человеческий капитал как фактор устойчивого развития // Статистика и экономика. 2013. № 6. С.62-70.
6. Рязанова Н.Е. Цели устойчивого развития ООН и модернизация профессионального экологического образования: практико-ориентированный подход // Знание. Понимание. Умение. 2018. №2. С.5-11. 7. Цели в области устойчивого развития. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals>.
7. Makedon V. Human resource management for secure and sustainable development // The Journal of security and sustainability issues. 2019. March. P. 23-33.
8. Соболева, Г.В., Зуга Е.И. Вовлеченность российских компаний в реализацию ESG повестки: социальный и корпоративный аспект в контексте нефинансовой отчетности // Вестник Санкт-Петербургского университета. Экономика. — 2022. — Т. 38, № 3. — С. 365–384.
9. Андреева, О.В., Солина А.О. ESG-стратегия российских компаний в период санкций // Социальное предпринимательство и корпоративная социальная ответственность. — 2022. — Т. 3, № 2. — С. 103–112.
10. Баторшина, Г.Д. ESG — стратегии российских компаний в современных условиях // Экономика образования. — 2022. — № 3(130). — С. 81–90.
11. Захарова Т.И., Иванов А.А., Посвольский Н.К. Актуальность внедрения ESG-повестки в российских компаниях // Транспортное дело России. — 2022. — № 5. — С. 37–40.
12. Цыгалов, Ю.М. Проблемы ESG-реорганизации российских металлургических корпораций // Управленческое консультирование. — 2022. — № 5(161). — С. 40–50.
13. Дубровская, О.Г., Приймак Л. В., Андруняк И. В. Ресурсосберегающие технологии обезвреживания и утилизации отходов предприятий теплоэнергетического комплекса Красноярского края: монография // Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. — 164 с.
14. Дубровская, О.Г., Евстигнеев В.В., Кулагин В.А. Кондиционирование сточных вод энергетических систем и комплексов // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies, 6 (2011 4). P 665–675.
15. Эльдарзаде, Э. А. Разработка замкнутых систем водоочистки предприятий нефтегазодобычи как основа экологической безопасности региона // Современное состояние науки и техники. - Сочи, 2017. — С.73-79.
16. Зыкова И.В., Лысенко И.В., Панов В.П. Адсорбция ионов меди керамической крошкой из бинарных и многокомпонентных растворов // Известия вузов. Химия и химическая технология. 2004. Т. 47. №9. С. 151-167
17. Цветкова А.Д., Акаев О.П. Исследование процесса адсорбции ионов меди на модифицированном диоксиде кремния // Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова. 2011. №2. С. 27-30.
18. Ji-Zhong Wang, Sheng-Rong Li, Bao-Lin Liu, Jing-Gui Tong Удаление из сточных вод тяжелых металлов с использованием природных минералов // Bull Mineral Petrol Geochem. 2005. V. 24. №2. P. 159-164.
19. Svilovi´c S., Ruši´c D., Stipiši´c R. Modeling batch kinetics of copper ions sorption using synthetic // Journal of Hazardous Materials. 2009. V. №170. P. 941-947.
20. Demirbas Ayhan. Heavy metal adsorption onto agrobased waste materials // Journal of Hazardous Materials. 2008. V. 157. №2-3. P. 220-229.
21. Thakur Lokendra S., Parmar Mukesh Adsorption of heavy metal from synthetic waste water by tea waste adsorbent // International Journal of Chemical and Physical Sciences. 2013. V. 2. №6. P. 6-19.
22. Tumin Najua D., A. Luqman Chuah, Zawani Z., Abdul Rashid S. Adsorption of copper from aqueous solution by Elais Guineensis kernel activated carbon // Journal of Engineering Science and Technology. 2008. V. 3. №2. P. 180-189.

REFERENCES

1. Belyaeva I. Yu, Kozlova N. P. ESG factors as a tool for building business reputation // Economics and business. 2021. No. 4. pp.15-21. (In Russian)
2. Bobylev S. N., Solovyova S. V. Sustainable development goals for the future of Russia // Scientific journal "Economics. Sociology. Pravo.", 2022, No. 3(27) 32 Problems of forecasting. 2017. No. 3. pp. 56-62. (In Russian)
3. Dunaeva O. I., Nagornov V. A. Harmonization of corporate social responsibility practices to achieve sustainable development goals // Public-private partnership. 2017. №2. pp.12-20. (In Russian)
4. Kudryashov A. L. Global ESG transformation and trends in sustainable development of Russian companies under sanctions pressure // Internet magazine "Waste and Resources" Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling 2022, Volume 9, No. 4 2022, pp. 1-49. (In Russian)
5. Maryganova E. A., Dmitrievskaya N. A. Human capital as a factor of sustainable development // Statistics and Economics. 2013. No. 6. pp.62-70. (In Russian)
6. Ryazanova N. E. UN Sustainable Development Goals and modernization of professional environmental education: a practice-oriented approach // Knowledge. Understanding. Skill. 2018. №2. P.5-11. 7. Sustainable Development Goals. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals>.
7. Makedon V. Human resource management for secure and sustainable development // The Journal of security and sustainability issues. 2019. March. pp. 23-33. (In Russian)
8. Soboleva, G. V., Zuga E. I. Involvement of Russian companies in the implementation of the ESG agenda: social and corporate aspects in the context of non-

- financial reporting // Bulletin of St. Petersburg University. Economy. - 2022. - Т. 38, No. 3. - pp. 365–384. (In Russian)
9. Andreeva, O.V., Sonina A.O. ESG strategy of Russian companies during the period of sanctions // Social entrepreneurship and corporate social responsibility. - 2022. - Т. 3, No. 2. - pp. 103–112. (In Russian)
10. Batorshina, G.D. ESG - strategies of Russian companies in modern conditions // Economics of Education. — 2022. — No. 3(130). — pp. 81–90. (In Russian)
11. Zakharova T.I., Ivanov A.A., Posvolsky N.K. Relevance of implementing the ESG agenda in Russian companies // Transport business of Russia. - 2022. - No. 5. - P. 37–40.
12. Tsygalov, Yu.M. Problems of ESG reorganization of Russian metallurgical corporations // Management consulting. — 2022. — No. 5(161). — pp. 40–50. (In Russian)
13. Dubrovskaya, O.G., Priymak L.V., Andrunyak I.V. Resource-saving technologies for the neutralization and disposal of waste from enterprises of the heat and power complex of the Krasnoyarsk Territory: monograph // Krasnoyarsk: Sib. federal univ., 2014. – P.164. (In Russian)
14. Dubrovskaya, O.G., Evstigneev V.V., Kulagin V.A. Conditioning of wastewater of energy systems and complexes // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies, 6 (2011 4). pp 665–675. (In Russian)
15. Eldarzade, E. A. Development of closed water treatment systems for oil and gas production enterprises as the basis for the environmental safety of the region // Current state of science and technology. - Sochi, 2017. – pp.73-79. (In Russian)
16. Zykova I.V., Lysenko I.V., Panov V.P. Adsorption of copper ions by ceramic chips from binary and multicomponent solutions // News of universities. Chemistry and chemical technology. 2004. Т. 47. No. 9. pp. 151-167. (In Russian)
17. Tsvetkova A.D., Akaev O.P. Study of the adsorption process of copper ions on modified silicon dioxide // Bulletin of KSU im. N.A. Nekrasova. 2011. No. 2. pp. 27-30. (In Russian)
18. Ji-Zhong Wang, Sheng-Rong Li, Bao-Lin Liu, Jing-Gui Tong Удаление из сточных вод тяжелых металлов с использованием природных минералов // Bull Mineral Petrol Geochem. 2005. V. 24. №2. pp. 159-164.
19. Svilović S., Rušić D., Stipišić R. Modeling batch kinetics of copper ions sorption using synthetic // Journal of Hazardous Materials. 2009. V. №170. P. 941-947.
20. Demirbas Ayhan. Heavy metal adsorption onto agrobased waste materials //Journal of Hazardous Materials. 2008. V. 157. №2-3. P. 220-229.
21. Thakur Lokendra S., Parmar Mukesh Adsorption of heavy metal from synthetic waste water by tea waste adsorbent // International Journal of Chemical and Physical Sciences. 2013. V. 2. №6. P. 6-19.
22. Tumin Najua D., A. Luqman Chuah, Zawani Z., Abdul Rashid S. Adsorption of copper from aqueous solution by Elais Guineensis kernel activated carbon // Journal of Engineering Science and Technology. 2008. V. 3. №2. P. 180-189.

RECYCLING OF METALLURGICAL INDUSTRY WASTE
WITH OBTAINING CONSTRUCTION AND SORPTION MATERIALS,
AS AN ELEMENT OF IMPLEMENTATION OF ESG PRINCIPLES

Dubrovskaya O. G.¹, Dubrovskaya S. D.², Bobrik A.G.³

^{1,2,3} Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Siberian Federal University"
pr. Svobodny, 79, Krasnoyarsk, 660041, Russian Federation,
e-mail: ODubrovskaya@sfu-kras.ru ¹, SDubrovskaya@sfu-kras.ru ², ABobrik@sfu-kras.ru ³

Abstract. The article examines the practical transformation of a modern metallurgical enterprise in terms of handling accumulated industrial waste, the transition to recycling technologies aimed at solving the environmental problems of the enterprise, achieving sustainable development goals, including through the adoption of ESG principles, which are reflected in the ESG rating of the metallurgical enterprise. A specific example of obtaining products in the form of stabilizing mineral powder and sorbents from waste from a metallurgical enterprise is considered, as a real stage in the participation of Russian organizations in the implementation of sustainable development goals and ESG principles.

Subject: technical methods for assessing waste from the metallurgical industry

Materials and methods: proposed technology, organizational and technological design of work at a specific facility, local cost estimates of competing technologies and assessment of the simple payback period for energy saving for these technologies

Results: road-building and sorption materials were obtained, optimal technological regimes for waste recycling were studied, environmental and economic indicators of the enterprise were determined, and the environmental damage prevented was determined.

Conclusions: It is concluded that despite certain costs, there is a positive impact of following ESG principles for the development of a metallurgical enterprise, including the possibility of diversifying products

Key words: ESG principles, organization, sustainable development, goals, recycling, sorbents, waste-free technologies

УДК 504.06:627.41

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫБОРА БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПЛЯЖЕЙ КРЫМСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ

Ветрова¹ Н.М., Меннанов² Э.Э., Иваненко³ Т.А., Гайсарова⁴ А.А

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского»,
Институт «Академия строительства и архитектуры»,
295493, Республика Крым, г. Симферополь, улица Киевская, 181.
e-mail: ¹xaoc.vetrova.03@mail.ru; ²mennanov.emran@mail.ru; ³sapronovat@mail.ru; ⁴vip.gaysarova@mail.ru.

Аннотация. Актуальность совершенствования методов инженерно-экологического обследования объектов берегоукрепления определяется имеющимися их нарушениями, снижающими экологическую безопасность в целом и создающими опасность для организации туризма на побережье. Цель исследования - обоснование выбора берегоукрепительных сооружений при реконструкции пляжей крымского побережья в условиях рекреационной специализации региона. Описаны характер и степень деформаций береговой зоны моря и берегоукрепительных сооружений на побережье Каламитского залива Черного моря. Авторами предложена конструкция и расположение волнолома, которая позволит более эффективно справляться с гашением волн в штормовой период по сравнению с классическими волноломами.

Материалы и методы. Исследования состояния приморских территорий и решения проблем берегозащитных сооружений базируется на теории геоморфологии надводной и подводной частей побережья, закономерностях гидрофизических параметров моря в прибрежной зоне, климатических и сейсмических условиях. Применялись методы натурных наблюдений и экспериментальных исследований в волновом бассейне для учета влияния природных и антропогенных факторов на экологические параметры прибрежной зоны крымского побережья.

Результаты. В 2022 г. коллективом авторов произведено визуальное обследование побережья на территории Бахчисарайского района Республики Крым общей протяженностью 11,5 км. от с. Береговое до с. Угловое. В результате осмотра выявлены потенциально опасные для здоровья и жизни людей участки побережья, не пригодные к нормальной эксплуатации в рекреационных целях.

Выводы. Многолетние натурные наблюдения показывают, что создание берегозащиты на отдельных локальных участках, дав лишь временный положительный эффект для этих участков, может оказать весьма негативные воздействия на соседние и даже удалённые участки; именно поэтому вопрос защиты побережья должен решаться как минимум в масштабах побережья населённых пунктов, с учётом условий единой системы. Предложенная авторами форма берегозащитного сооружения может позволить более эффективно гасить волны по сравнению с классическими волноломами прямоугольного вида. Однако, при проектировании берегозащитных мероприятий необходимо учитывать, что отдельная защита небольших участков размываемых приморских территорий внутри большой зоны размываемого побережья малоэффективна, поскольку прилегающие незащищенные берега в условиях действия системы природных факторов будут отступать.

Ключевые слова: берегоукрепление, обследование, экологическое состояние, волнолом, Крым, рекреационные территории

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития человечества, приморские зоны крымского полуострова рекреационного назначения подвержены повышенному отрицательному воздействию антропогенных факторов, которые влияют на уровень экологической безопасности в данном регионе: высокий рост строительных работ на прибрежных территориях, износ конструкций берегозащиты, некорректная организация стока поверхностных вод в море, выбросы от автомобилей, переполнение полигонов ТБО, из-за чего возрастает динамика загрязнения окружающей среды. Учитывая, что прибрежная зона относится к высокодинамичным территориям, рекреационная деятельность способствует интенсификации изменений ее природных комплексов.

Важной комплексной научно-практической задачей является обеспечение экологической безопасности прибрежных зон моря, которые объединяют элементы природы и техногенные

объекты жизнедеятельности. Проявляется проблема роста антропогенных нагрузок на природу, что связано с загрязнением атмосферного воздуха, почв и водных ресурсов и проявляется через активизацию опасных геологических процессов на берегах и подводном склоне моря. Происходит нарушение устойчивости экосистемы «суша-море» в прибрежной зоне и создаются экологические угрозы для населения и использования территорий в рекреационных целях.

Целью статьи является обоснование выбора берегоукрепительных сооружений при реконструкции пляжей крымского побережья в условиях рекреационной специализации региона с учетом принципов экологичности конструкций.

ПОЛНОТА ЛИТЕРАТУРНОГО ОБЗОРА

Учет современной динамики и процессов формирования берегов, пляжных полос, сохранения целостности прибрежных территорий в условиях развития рекреационной деятельности актуален при решении задач экологической безопасности

территории побережья Крыма. При этом важно использовать современные инструменты инженерно-экологического обследования, как территории, так и берегозащитных конструкций.

В конце XIX века положено начало формированию системы сведений по береговой зоне крымского полуострова, которому поспособствовали такие ученые, как Левандовский И.Ф., Вутечич В.И., Мушкетов И.В., Слуцкий А.Ф. и др. Но только к 30-м годам XX века началось более глубокое изучение закономерностей трансформации берегов, включая пляжные зоны (Божич П.К., Белов Н.А., Добрынин В.Р. и др.). С 1945 года в Крыму работали экспедиции АН СССР под руководством В.П. Зенковича в составе А.А. Аксенова, В.Л. Бонгинова, Е.И. Невесского. Результаты этих работ были опубликованы в книгах «Берега Черного и Азовского морей» [1], «Морфология и динамика советских берегов Черного моря» [2], «Основы учения о развитии морских берегов» [3], «Динамика береговой зоны бесприливных морей». Также вклад в исследования морских берегов в части динамики шельфовой зоны внесли Горячкин Ю.Н. [4-6], Романюк О. С. [7], Рыжий М. Н. [8], Сапронова З.Д. [9], Глявлиня Г.В. [10].

Отметим, что в условиях роста урбанизации для обеспечения экологической безопасности вопросы обследования береговых территорий и состояния берегозащитных сооружений выходят на первый план представителей различных научных направлений – географических (Багров Н.В., Боков В.А. [11, 12]), экологических (Тарасенко В.С., Лущик А.В. [13], Сигора Г.А., Хоменко Т.Ю., Ничкова Л.А. [14], и многие другие [15-17]). При этом исследованиями разрушающего влияния волн в прибрежной зоне занимались Жданов А.М., Хирои И., Логвинович Г.В., Шулейкин В.В., Джунковский Н.Н., Петрашень В.И., Биркгоф Дж. К., Жданов А.М., Загрядская Н.Н., Зенкович В.П., Косьян Р.Д., Кузнецов С.Ю., Лаппо Д.Д., Леонтьев И.О., Макаров К.Н., Горячкин Ю.Н., Глявлин Р.М., Мищенко С.М., Зуев Н.Д., Шунько А.С., Шунько Н.В. [18], Шахин В.М. [19], Куклев С.Б., Радионов А.Е. и другие ученые, работы которых в результате сформировали теоретическую базу гидрофизики прибрежной зоны.

Однако решение проблем строительства и/или модернизации берегозащитных сооружений в соответствии с принципами экологичности конструкций все еще требует исследования, что и выступало целью статьи.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования состояния приморских территорий и решения проблем берегозащитных сооружений базируется на теории геоморфологии надводной и подводной частей побережья, закономерностях гидрофизических параметров моря в прибрежной зоне, климатических и сейсмических условиях. Применялись методы

натурных наблюдений и экспериментальных исследований в волновом бассейне для учета влияния природных и антропогенных факторов на экологические параметры прибрежной зоны крымского побережья.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На кафедре природообустройства и водопользования Академии строительства и архитектуры (в настоящее время структурное подразделение КФУ им. В.И. Вернадского) исследования проблем берегозащиты на крымском полуострове проводились с 2010 года [20-22]. В развитие исследований в 2022 году произведены натурные обследования побережья на локальной территории Республики Крым – в Бахчисарайском районе в части оценки экологического состояния пляжной зоны и технического состояния берегозащитных сооружений. Общая протяженность исследуемой территории 11,5 км – от с. Береговое до с. Угловое.

На обследуемом участке берег - абразионно-обвальный, с активно-отступающим клифом высотой до 25 м. Береговой склон сложен легко размываемыми грунтами. В геоструктурном отношении данная территория расположена в пределах восточного центриклинального замыкания альминской синеклизы. В геологическом строении территории принимают участие отложения неогена и четвертичного возраста в пределах застройки, почти повсеместно перекрытые техногенными образованиями (t Q4), за пределами застройки почвенным элювием (e Q4). Эти породы хорошо видны в отвесном береговом уступе, где вскрываются сверху-вниз насыпные образования и почвенно-растительный грунт мощностью до 0,2-1,0м, ниже бурые макропористые суглинки (d-p Q4) мощностью до 0,4-2,0м которые подстилаются желто-бурыми и красно-бурыми глинами с «белоглазкой» и алевритами плиоценового возраста (N2) с прослоями, и линзами гравийно-галечниковых грунтов, песчаников и конгломератов. В разрезе гравийно-галечниковые грунты часто доминируют, а глины и алевриты играют подчинённое значение, либо встречаются в виде отдельных прослоев. В пределах оползней эти грунты вовлечены в смещение и представляют собой современные оползневые грунты (dpQ4).

Сейсмическая интенсивность территории, согласно приложению А* и карте ОСР-2015-А, СП 14.13330.2018, для грунтовых условий II категории составляет 8 баллов [23].

В результате натурального наблюдения на северной части участка (в районе с. Береговое) выявлены экологические проблемы – потенциально опасные для здоровья и жизни людей участки побережья, на которых произошли серьёзные нарушения целостности откосов и пляжной полосы, нарушившие экологически безопасные условия их нормальной эксплуатации в рекреационных целях. На абразионных участках незакреплённого берега

серьезную и реальную угрозу представляют клифы, существует опасность обвалов, осыпей и сходов селевых потоков (рис. 1). При этом на участках существующих берегоукрепительных сооружений имеются аварийные разрушения. Имеются

разрушения участка подъездной дороги на территории; абразия берега реки Западный Булганак вызвал оползень и дальнейшее разрушение дороги. Необходимо выполнить ремонт дороги для ее дальнейшей эксплуатации.



Рис. 1. Абразионно-оползневой берег севернее участка реконструкции
Fig. 1. Abrasion-landslide coast to the north of the reconstruction

Южнее берег не закреплен (рис. 2) и имеет выраженный абразионный характер с обвалами и оползнями. Активно отступающий клиф высотой до 25 м, сложен суглинками. Присутствуют следы недавних обрушений, а также имеются заколы и

трещины в 1-3 м от бровки обрыва. Немногочисленные балки заполнены мелким обломочным материалом и образуют небольшие пляжи до 9 м шириной.



Рис. 2 Абразионно-оползневой берег южнее участка реконструкции
Fig. 2. Abrasion-landslide coast to the south of the reconstruction

В границах с. Песчаное Бахчисарайского района на территории пансионата «Радуга» ширина надводной части пляжа составляет 12 м. Берегоукрепительные сооружения разрушены и

демонтированы; естественный отступающий клиф на этом участке имеет высоту до 6 м, а кромка клифа вплотную приблизилась к ограждению пансионата, существует угроза обрушения масс грунта (рис. 3).



Рис. 3. Естественный клиф на месте разрушенных берегоукрепительных сооружений в районе пансионата «Радуга».
Fig. 3. Natural cliff at the site of the destroyed bank protection structures in the area of the Raduga boarding house.

На участке базы отдыха «У Лукоморья» (рис. 4) пляж размывает, пляжный материал смыт полностью. Берегоукрепительные сооружения разрушены: для

укрепления берега маршевые плиты были сложены в виде волноотбойной стенки; в настоящее время стенки из маршевых плит и набережная разрушены,

происходит размыв фундамента здания. Причал разрушен. В южной части участка происходит

размывание берега, частично разрушен участок дороги (рис. 5).



Рис. 4. Естественный клиф на месте разрушенных берегоукрепительных сооружений в районе базы отдыха «У Лукоморья».

Fig. 4. Natural cliff at the site of the destroyed coastal protection structures in the area of the recreation center "At Lukomorye".



Рис. 5. Берегоукрепительные сооружения базы отдыха «У Лукоморья». Южнее разрушенного причала.

Fig. 5. Coastal protection structures of the recreation center "At Lukomorye". South of the destroyed pier.

На территории пионерского лагеря «Лукоморье» участок пляжа шириной в надводной части — 17 м огорожен (рис. 6). Основной объем пляжного материала смещен к северу и подпорной стене 1-го яруса. В северной части вдоль уреза – клиф высотой до 0,3 м. Поверхность пляжа частично загрязнена

морской растительностью. На пляже имеется площадка-эстакада из металлического каркаса с деревянным настилом на бетонных опорах-сваях зарытыми в пляж, а также тентовые навесы. Подпорная стена 1-го яруса наклонена в сторону моря.



Рис. 6. Пляж на территории пионерского лагеря «Лукоморье».

Fig. 6. The beach on the territory of the pioneer camp "Lukomorye".

На территории пионерского лагеря «Альбатрос» подпорная стенка без существенных повреждений. Пляж шириной в надводной части — 18 м.

Далее на юг исследуемого участка пляжной зоны в районе пионерского лагеря «Магарач» побережье не защищено. Береговой склон в северной части

участка подвержен абразионным процессам, имеется клиф высотой 2-2,5 м, а также разрушение подъездной дороги (рис. 7). В южной части участка береговой склон относительно пологий. Ширина пляжа в надводной части — 15 м.



Рис. 7. Активный клиф в районе пионерского лагеря «Магарач».
Fig. 7. Active cliff in the area of the pioneer camp "Magarach".

На территории пляжей общего пользования, пансионата «Искра», пансионата «Стройиндустрия», пансионата «Минмонтажспецстрой», пансионата «Волна» (рис. 8) на протяжении 835 метров конструкции берегоукрепительных сооружений разрушены. Обрушенные в море элементы откосно-ступенчатой набережной (маршевые плиты, блоки покрытия набережной) и подпорной стены у берегового

откоса образовали «наброску» (шириной 5-7 м). В настоящее время берег в условиях полного разрушения берегозащиты не закреплён; в основании клифа – множество абразионных ниш, происходит дальнейшее разрушение берега, элементов благоустройства, осыпание и обвалы грунта. В рекреационных целях данный участок побережья не пригоден, пребывания на нем людей травмоопасно.



Рис. 8. Разрушенная берегозащита в районе пансионатов «Искра» ООО «Укртелеком», пионерского лагеря «Стройиндустрия», берегоукрепительные сооружения пляжа общего пользования, панс. «Минмонтажспецстрой», пансионата «Волна».

Fig. 8. Destroyed bank protection of the Iskra boarding houses, Ukrtelecom LLC, the Stroyindustriya pioneer camp, bank protection structures of the public beach, pans. "Minmontazhspsstroy", boarding house "Volna".

В районе пансионатов «Уют», «Мар Ле Мар» Эстейт», «Чембало», «Наука» (рис. 9) ширина искусственного пляжа в надводной части в межбунном пространстве 15 - 18 метров.

Конструкция поперечного камненабросного берегоукрепительного сооружения в морской части частично разрушена.



Рис. 9. Берегоукрепительные сооружения в районе ООО «Мар Ле Мар», ООО «Чембало».
Fig. 9. Bank protection structures in the area of Mar Le Mar LLC, Chembalo LLC.



Рис. 10. Общий вид берегозащиты в районе пионерского лагеря «Бригантина» и «Дельфин».
Fig. 10. General view of the coast protection in the area of the pioneer camp "Brigantine" and "Dolphin".

На участке пионерского лагеря «Дельфин» (рис.10) берегоукрепительные сооружения в виде откосного ступенчатого сооружения и двух бун из каменной наброски. Маршевые плиты откосно-ступенчатой волногасящей набережной просели. Ширина надводной части пляжа от 5 до 15 м, объем пляжного материала не обеспечивает полного гашения от волнового воздействия моря от 2 баллов и более, что требует модернизации.

Южнее в районе пансионата «Песчаное», детский оздоровительный лагерь «Южный», детский оздоровительный лагерь «Песчаное» (рис.11) пляж шириной в надводной части от 6 до 16 метров. Объем пляжа недостаточен для полного гашения волнового воздействия. В корневой части

буны № 5 имеются глубокие промоины, отсутствует заполнитель в камерах, происходит коррозия металлических конструкций буны. Существенных деформаций в берегоукрепительных сооружениях не обнаружено, однако имеются поверхностные дефекты. Основание лестниц на пляж подмыто, на боковой грани раскрыты трещины.

В юго-западной части, в сторону мыса Тюбек, береговой откос не закреплён и подвержен абразионным процессам, высота естественного клифа достигает 5 м. Вследствие волновой абразии происходит размыв основания берегового откоса. Участок является не безопасным для нахождения на нем людей, существует вероятность осыпей и обвала грунта.



Рис. 11. Берегозащита пансионата «Песчаное» и детского оздоровительного лагеря «Южный».
Fig. 11. Coastal protection of the boarding house "Peschanoe" and the children's health camp "Southern".

На участке рекреационной зоны с. Угловое берегозащита представляет собой подпорные стены с контрфорсами, выполненные из монолитного железобетона. Ширина надводной части пляжа на некоторых участках достигает 20 метров. При этом ранее выявлено наличие в подводной части моря у с. Угловое известковых монолитов. Образование подводных поднятий на 1-3 м приводит к трансформации берега и волн – изменению их внутренней структуры и внешней формы на пути следования [26] и по результатам обследования данных участков можно сделать вывод, что выявленный процесс образования подводных поднятий приводит к сохранению ширины пляжа в данном месте.

По результатам выполненных натурных исследований состояния береговой зоны Бахчисарайского района выявлена тенденция размыва берега: абразия незакрепленного берега и

разрушение существующих берегоукрепительных сооружений, устойчивая деградация аккумулятивных пляжей. Это подтверждает вывод, что реализация ранее локальных берегоукрепительных мер, не позволила решить проблемы в комплексе. Многолетние натурные наблюдения показывают, что создание берегозащиты на отдельных локальных участках дают лишь временный положительный эффект и может оказать весьма негативные воздействия на соседние участки территории пляжа, не учитывая схемы направлений вдольбереговых наносов и волновых нагрузок. Следовательно, вопрос защиты побережья должен решаться в границах морфологических единиц территорий, с учётом условий единой системы.

Рассматривая научный подход к обоснованию конструкций берегозащитных сооружений, учитывалось, что в Российской Федерации и за

рубежом применяют различные берегозащитные и берегоукрепительные методы и технологии.

При выборе метода защиты берега и типа берегозащитных сооружений должны быть учтены как благоприятные, так и неблагоприятные факторы, особенно в отношении сохранения уровня экологического состояния защищаемого участка побережья с дополнительной оценкой степени воздействия данных факторов на окружающую среду. Кроме того, снижение волновых воздействий на береговую зону обязано происходить за счет повышения волногасящей способности берегозащитных сооружений, при проектировании которых, необходимо учитывать естественно-природные закономерности каждой территории.

Одновременно с этим, подход к модернизации берегозащитных сооружений должен учитывать применение биопозитивных технологий. Согласно [24], под сущностью биопозитивности конструкций различных сооружений понимается интегральное понятие, основывающееся на основных требованиях к природосберегающим и природо восстанавливающим объектам. В строительстве под биопозитивностью подразумевается особая характеристика возводимых объектов, которая обеспечивает максимально возможную адаптацию к природным комплексам.

В последние годы наряду с традиционными железобетонными волноломами гравитационного типа [25] находят широкое применение волноломы сквозного (проницаемого для воды) типа. Основными преимуществами сквозных волноломов по сравнению с традиционными конструкциями являются меньшая стоимость сооружения, меньшая

материалоемкость, более высокая степень гашения волновой энергии, лучшие экологические свойства благодаря большей полезной площади для обживания микроорганизмами по сравнению с железобетонными гравитационными волноломами при одинаковых удельных объемах данных сооружений, а также оказывают меньшее влияние на деформации рельефа дна. В основе выбора конструкций сквозного типа лежит наличие в природных прибрежных системах естественных волногасящих образований, которые были выявлены в том числе на данном участке крымского побережья. Как отмечено выше, в районе с. Угловое были выявлены природные особенности - особые известняковые формирования в прибойной зоне берега, которые способствовали стабилизации параметров пляжей [26].

На основе полученных данных, авторами разработана и предложена конструкция волногасящего сооружения, реализующая принципы биопозитивности [27]. В отличие от ранее предложенных конструкций [28–30], данное берегозащитное сооружение представляет собой конструкцию классического волнолома гравитационного типа, изогнутого в середине под 120 градусов (рисунки 12-14), который относится к проницаемым волногасящим гидротехническим сооружениям. Данные волноломы располагаются в шахматном порядке вдоль берега в зоне последнего обрушения волн. Данная форма и расположение позволяет охватить весь диапазон зоны последнего обрушения волн и более эффективно гасить волны по сравнению с классическими волноломами прямоугольного вида.

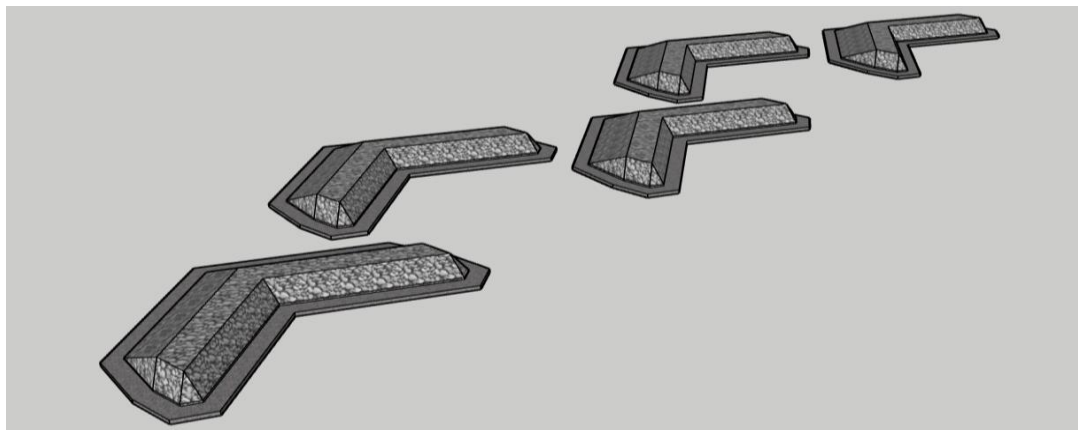


Рис. 12. Схема расположения системы гравитационных волноломов «Чайка» по аналогии естественно-природных образований в зоне побережья Бахчисарайского района (разработано авторами)

Fig. 12. Gravity breakwater "Seagull". General layout (drawing by the authors)

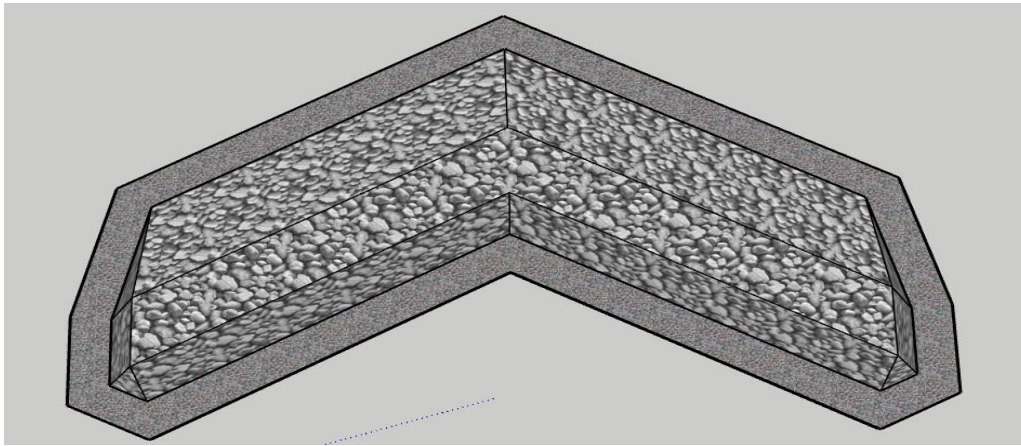


Рис. 13. Гравитационный волнолом «Чайка». Вид сверху (рисунок авторов)
Fig. 13. Gravity breakwater "Seagull". Top view (drawing by the authors)

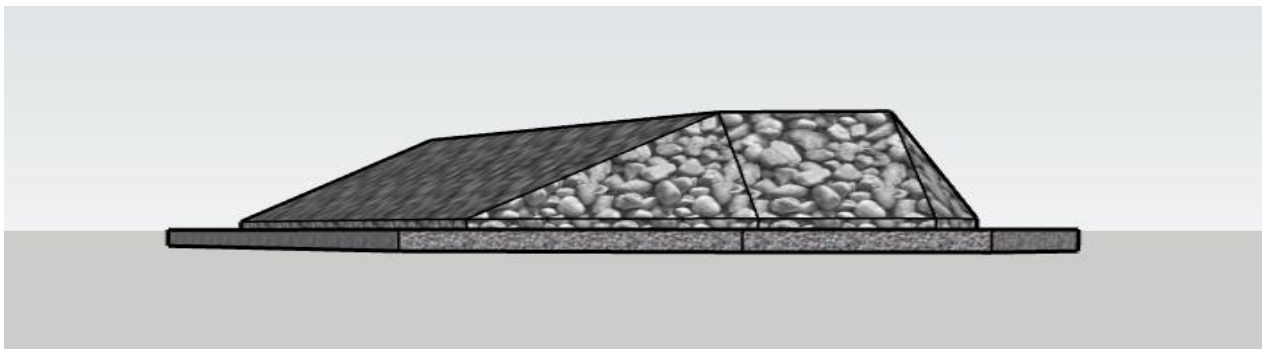


Рис. 14. Гравитационный волнолом «Чайка». Вид сбоку (рисунок авторов)
Fig. 14. Gravity breakwater "Seagull". Side view (authors drawing)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам выполненных наблюдений Западного Крыма подтверждена установившаяся в последние годы тенденция развития берега: абразия незакрепленного берега и разрушение уже построенных берегоукрепительных сооружений, устойчивая деградация аккумулятивных пляжей. Исключение составляют лишь несколько отдельных участков, примыкающих к устьям рек.

Также выявлены потенциально опасные участки побережья и нарушенные берегоукрепительные сооружения. Так, к настоящему времени разрушена большая часть берегоукрепительных сооружений в пгт. Песчаное: разрушены 1390 м железобетонных конструкций берегозащиты из участка длиной 1407 м, а оставшиеся сооружения находятся в аварийном состоянии.

В местах разрушения берегоукрепительных сооружений происходит формирование естественного пляжа, материалом для которого служат грунты размываемого берегового склона, что означает неизбежную и довольно значительную потерю территорий и разрушение всех сооружений и построек на этих территориях.

Предложенная авторами форма берегозащитного сооружения по результатам экспериментов в волновом бассейне может

позволить более эффективно гасить волны по сравнению с классическими волноломами прямоугольного вида. Однако, при проектировании берегозащитных систем необходимо учитывать, что отдельная защита небольших участков размываемых приморских территорий внутри большой зоны трансформируемого побережья малоэффективна, поскольку прилегающие незащищенные берега в условиях действия системы природных факторов будут отступать.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РНФ. Грант № 22-28-20193, <https://rscf.ru/project/22-28-20193/>

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Зенкович, В. П. Берега Черного и Азовского морей [Текст] / В.П. Зенкович. — М.: Гос. изд-во геогр. лит-ры. —1958. — 373 с.
2. Бабак, В. И. Геоморфология Крымского полуострова [Текст] // Геология СССР. — Т.8. — Крым. Под ред. М.В. Муратова. — М.: Изд-во «Недра», 1969. — С. 460—473.
3. Зенкович, В.П. Основы учения о развитии морских берегов [Текст] / В.П. Зенкович. —М.: Изд. АН СССР. —1962. —С. 20—250.
4. Горячкин, Ю.Н. Берегозащитные сооружения Крыма: Западное побережье. Часть 2

[Текст] / Ю.Н. Горячкин // Гидротехника. – 2016. – № 2. – С. 38–43.

5. Современное состояние береговой зоны Крыма / под ред. Ю.Н. Горячкина. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2015. – 252 с.

6. Goryachkin, Y.N. Coastal erosion and protection in Ukraine // Coastal erosion and protection in Europe / Editing A. Williams and E. Pranzini. London: Earthscan, 2012. P. 413–426.

7. Романюк, О. С. Состояние изученности крымского побережья и задачи его восстановления / О. С. Романюк // Пути решения проблемы сохранения и восстановления пляжей Крымского полуострова / Тезисы докладов научно-практической конференции, г. Севастополь, 16 - 18 сентября 2015 г. – Севастополь: 2015. – С. 14–16.

8. Рыжий, М. Н. Проблемы инженерной защиты морских берегов Крыма и пути их решений в современных условиях / М. Н. Рыжий // Пути решения проблемы сохранения и восстановления пляжей Крымского полуострова / Тезисы докладов научно-практической конференции, г. Севастополь, 16 - 18 сентября 2015 г. – Севастополь: 2015. – С. 13–14.

9. Сапронова, З.Д. Опыт проектирования и строительства берегозащитных сооружений в Крыму и оценка их эффективности / З.Д. Сапронова, В.С. Снегирев // Строительство и техногенная безопасность. – 2013. – Вып. 45. – С. 108–114.

10. Тлявлиня, Г.В. Проблемы и перспективы строительства берегоукрепительных сооружений и рекреационных пляжей на черноморском побережье Крыма / Г.В. Тлявлиня, Р.М. Тлявлин, Н.А. Ярославцев // Гидротехника. – 2014. – № 3. – С. –28–39.

11. Экология Крыма. Справочное пособие / Под ред. Н.В. Багрова и В.А. Бокова. – Симферополь: Крымское учебно-педагогическое государственное издательство, 2003. – 360 с.

12. Экологическая безопасность территорий и акваторий: региональные и глобальные проблемы [Электронный ресурс]: Сборник трудов региональной научно-практической конференции (Керчь, 24-28 октября 2016 г.) / под общ. ред. проф. Масюткина Е.П. - Керчь: ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2016. – 264 с. - Режим доступа: http://kgmtu.ru/documents/nauka/environmental_safety_2016.pdf.

13. Доклад о состоянии и охране окружающей среды на территории Республики Крым в 2020 году. – КРЫМСТАТ, СМ РК – 359 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://meco.rk.gov.ru/uploads/txtditor/meco/attachments/d4/1d/8c/d98f00b204e9800998ecf8427e/phpCCpsTg_1.pdf.

14. Сигора, Г.А. Проблемы обеспечения экологически безопасного состояния в рекреационных зонах г. Севастополя / Г.А. Сигора, Т.Ю. Хоменко, Л.А. Ничкова // Экономика строительства и природопользования. –2020. – №2(75). – С.123–131.

15. Иваненко, Т.А. Комплекс экологически безопасных технических решений застройки прибрежных рекреационных зон // Т.А. Иваненко, Н.М. Ветрова // Проблемы экологии. – 2013. – № 1(31). – С. 89–97.

16. Peichev, V. Beach Protection and Long-Term Stabilizing of Black Sea Coastal Slopes. Sofia, Prof. M. Drinov Publ. House, 1998, 139–142.

17. Stanev, E.V. Regional sea level response to global climatic change: Black Sea examples / E.V. Stanev, E.L. Peneva // Global and Planetary Changes. – 2002. – 32. – P. 33–47.

18. Зуев, Н.Д. Исследование коэффициента отражения волн от гидротехнического сооружения сквозного типа с подпричальным откосом [Текст] / Н.Д. Зуев, А.С. Шунько, Н.В. Шунько // Экономика строительства и природопользования. —2021. — № 3. — С.139—149.

19. Шахин, В.М. Транзитный массоперенос, формируемый волнами на поверхности жидкости [Текст] / В.М. Шахин // Экономика строительства и природопользования. —2020. — № 3. — С.148—151.

20. Иваненко, Т. А. Геоморфология и динамика берегов Западного Крыма / Т. А. Иваненко, З. Д. Сапронова // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – 2011. – № 25-1. – С. 19-25.

21. Ветрова, Н. М. О подходах к исследованию экологических проблем прибрежных территорий / Н. М. Ветрова, Т. А. Иваненко // Строительство и техногенная безопасность. – 2016. – № 5(57). – С. 104-112.

22. Иваненко, Т. А. Оценка уровня нарушенности экологического состояния при застройке прибрежных рекреационных зон / Т. А. Иваненко, Н. М. Ветрова // Строительство и техногенная безопасность. – 2014. – № 50. – С. 85-93.

23. СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 24 мая 2018 г. N 309/пр и введен в действие с 25 ноября 2018 г. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/550565571> (дата обращения: 25.05.2023). – Текст: электронный.

24. Исходжанова, Г.Р. Озеленение городских пространств как принцип устойчивой архитектуры / Исходжанова Г.Р., Трунова Д.И. // Вестник КРСУ. – Т.13. – №7. – 2013. – С. 148-151.

25. Ветрова, Н. М. Практика применения берегозащитных сооружений в приморских районах / Н. М. Ветрова, Э. Э. Меннанов // Экономика строительства и природопользования. – 2017. – № 3(64). – С. 16-21.

26. Иваненко, Т. А. Инженерно-геологические особенности побережья Западного Крыма / Т. А. Иваненко // Строительство и техногенная безопасность. – 2012. – № 43. – С. 85-92.

27. Меннанов, Э.Э. Сущность и характеристики биопозитивности конструкций при реконструировании берегозащитных сооружений [Текст] / Э.Э. Меннанов, Н.М. Ветрова // Экономика строительства и природопользования. Сб. науч. трудов. — 2019. — № 1. — С.96—101.

28. Пат. 178884 Российская Федерация, МПК Е 02 В 3/06. Блок берегозащитного сооружения [Текст] / Зайцев О.Н., Федоркин С.И., Макарова Е.С., Меннанов Э.Э.; автор и правообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского». — № 2017128588; заявл. 10.08.2017; опубл. 23.04.2018, Бюл. № 12. — 5 с.

29. Пат. 178886 Российская Федерация, МПК Е 02 В 3/06. Подводный волнолом [Текст] / Зайцев О.Н., Федоркин С.И., Макарова Е.С., Меннанов Э.Э.; автор и правообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского». — № 2017128607; заявл. 10.08.2017; опубл. 23.04.2018, Бюл. № 12. — 5 с.

30. Пат. 186225 Российская Федерация, МПК Е 02 В 3/04, Е 02 В 3/12. Цилиндрический габион [Текст] / Федоркин С.И., Макарова Е.С., Меннанов Э.Э.; автор и правообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского». — № 2017128587; заявл. 10.08.2017; опубл. 11.01.2019, Бюл. № 2. — 5 с.

REFERENCES

- Zenkovich, V. P. Berega Chernogo i Azovskogo morej [Tekst] / V.P. Zenkovich. — M.: Gos. izd-vo geogr. lit-ry. — 1958. — 373 s.
- Babak, V. I. Geomorfologiya Krymskogo poluostrova [Tekst] // Geologiya SSSR. — T.8. — Krym. Pod red. M.V. Muratova. — M.: Izd-vo «Nedra», 1969. — S. 460—473.
- Zenkovich, V.P. Osnovy ucheniya o razvitiy morskikh beregov [Tekst] / V.P. Zenkovich. — M.: Izd. AN SSSR. — 1962. — S. 20—250.
- Goryachkin, YU.N. Beregozashchitnye sooruzheniya Kryma: Zapadnoe poberezh'e. CHast' 2 [Tekst] / YU.N. Goryachkin // Gidrotekhnika. — 2016. — № 2. — S. 38—43.
- Sovremennoe sostoyanie beregovoy zony Kryma / pod red. YU.N. Goryachkina. — Sevastopol': EKOSI-Gidrofizika, 2015. — 252 s.
- Goryachkin, Y.N. Coastal erosion and protection in Ukraine // Coastal erosion and protection in Europe / Editing A. Williams and E. Pranzini. London: Earthscan, 2012. - P. 413—426.
- Romanyuk, O. S. Sostoyanie izuchennosti krymskogo poberezh'ya i zadachi ego vosstanovleniya / O. S. Romanyuk // Puti resheniya problemy sohraneniya i vosstanovleniya plyazhej Krymskogo poluostrova / Tezisy dokladov nauchno-prakticheskoy konferencii, g.

Sevastopol', 16 - 18 sentyabrya 2015 g. — Sevastopol': 2015. — P. 14—16.

8. Ryzhij, M. N. Problemy inzhenernoj zashchity morskikh beregov Kryma i puti ih reshenij v sovremennykh usloviyah / M. N. Ryzhij // Puti resheniya problemy sohraneniya i vosstanovleniya plyazhej Krymskogo poluostrova / Tezisy dokladov nauchno-prakticheskoy konferencii, g. Sevastopol', 16 - 18 sentyabrya 2015 g. — Sevastopol': 2015. — P. 13—14.

9. Sapronova, Z.D. Opyt proektirovaniya i stroitel'stva beregozashchitnykh sooruzhenij v Krymu i ochenka ih effektivnosti / Z.D. Sapronova, V.S. Snegirev // Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost'. — 2013. — Vyp. 45. — P. 108—114.

10. Tlyavlina, G.V. Problemy i perspektivy stroitel'stva beregoukrepitel'nykh sooruzhenij i rekreacionnykh plyazhej na chernomorskom poberezh'e Kryma / G.V. Tlyavlina, R.M. Tlyavlin, N.A. YAroslavcev // Gidrotekhnika. — 2014. — № 3. — P. 28—39.

11. Ekologiya Kryma. Spravochnoe posobie / Pod red. N.V. Bagrova i V.A. Bokova. — Simferopol': Krymskoe uchebno-pedagogicheskoe gosudarstvennoe izdatel'stvo, 2003. — 360 p.

12. Ekologicheskaya bezopasnost' territorij i akvatorij: regional'nye i global'nye problemy [Elektronnyj resurs]: Sbornik trudov regional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii (Kerch', 24-28 oktyabrya 2016 g.) / pod obshch. red. prof. Masyutkina E.P. - Kerch': FGBOU VO «KGMTU», 2016. — 264 s. - Rezhim dostupa: http://kgmtu.ru/documents/nauka/environmental_safety_2016.pdf.

13. Doklad o sostoyanii i ohrane okruzhayushchej sredy na territorii Respubliki Krym v 2020 godu. — KRYMSTAT, SM RK — 359 s. [Elektronnyj resurs] — Rezhim dostupa: https://meco.rk.gov.ru/uploads/txteditor/meco/attachments/d4/1d/8c/d98f00b204e9800998ecf8427e/phpCCpsTg_1.pdf.

14. Sigora, G.A. Problemy obespecheniya ekologicheskoi bezopasnosti sostoyaniya v rekreacionnykh zonah g. Sevastopolya / G.A. Sigora, T.YU. Homenko, L.A. Nichkova // Ekonomika stroitel'stva i prirodnopol'zovaniya. — 2020. — №2(75). — P.123—131.

15. Ivanenko, T.A. Kompleks ekologicheskoi bezopasnykh tekhnicheskikh reshenij zastrojki pribrezhnykh rekreacionnykh zon // T.A. Ivanenko, N.M. Vetrova // Problemy ekologii. — 2013. — № 1(31). — P. 89—97.

16. Peichev, V. Beach Protection and Long-Term Stabilizing of Black Sea Coastal Slopes. Sofia, Prof. M. Drinov Publ. House, 1998, 139—142.

17. Stanev, E.V. Regional sea level response to global climatic change: Black Sea examples / E.V. Stanev, E.L. Peneva // Global and Planetary Changes. — 2002. — 32. — P. 33—47.

18. Zuev, N.D. Issledovanie koefficienta otrazheniya voln ot gidrotekhnicheskogo sooruzheniya skvoznogo tipa s podprichal'nym otkosom [Tekst] / N.D. Zuev, A.S. SHun'ko, N.V. SHun'ko // Ekonomika

stroitel'stva i prirodopol'zovaniya. —2021. — № 3. — P.139—149.

19. SHahin, V.M. Tranzitnyj massoperenos, formiruemyj volnami na poverhnosti zhidkosti [Tekst] / V.M. SHahin // *Ekonomika stroitel'stva i prirodopol'zovaniya*. —2020. — № 3. — P.148—151.

20. Ivanenko, T. A. Geomorfologiya i dinamika beregov Zapadnogo Kryma / T. A. Ivanenko, Z. D. Sapronova // *Ekologicheskaya bezopasnost' pribrezhnoj i shel'fovoj zon i kompleksnoe ispol'zovanie resursov shel'fa*. — 2011. — № 25-1. — P. 19-25.

21. Vetrova, N. M. O podhodah k issledovaniyu ekologicheskikh problem pribrezhnykh territorij / N. M. Vetrova, T. A. Ivanenko // *Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost'*. — 2016. — № 5(57). — P. 104-112.

22. Ivanenko, T. A. Ocenka urovnya narushennosti ekologicheskogo sostoyaniya pri zastroyke pribrezhnykh rekreacionnykh zon / T. A. Ivanenko, N. M. Vetrova // *Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost'*. — 2014. — № 50. — P. 85-93.

23. SP 14.13330.2018. Stroitel'stvo v sejsmicheskikh rajonah: utverzhden prikazom Ministerstva stroitel'stva i zhilishchno-kommunal'nogo hozyajstva Rossijskoj Federacii ot 24 maya 2018 g. N 309/pr i vveden v dejstvie s 25 noyabrya 2018 g. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/550565571> (data obrashcheniya: 25.05.2023). — Tekst: elektronnyj.

24. Iskhodzhanova, G.R. Ozelenenie gorodskih prostranstv kak princip ustojchivoj arhitektury / Iskhodzhanova G.R., Trunova D.I. // *Vestnik KRSU*. — T.13. — №7. — 2013. — . 148-151.

25. Vetrova, N. M. Praktika primeneniya beregozashchitnykh sooruzhenij v primorskih rajonah / N. M. Vetrova, E. E. Mennanov // *Ekonomika stroitel'stva i prirodopol'zovaniya*. — 2017. — № 3(64). — P. 16-21.

26. Ivanenko, T. A. Inzhenerno-geologicheskie osobennosti poberezh'ya Zapadnogo Kryma / T. A. Ivanenko // *Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost'*. — 2012. — № 43. — P. 85-92.

27. Mennanov, E.E. Sushchnost' i harakteristiki biopozitivnosti konstrukcij pri rekonstruirovanii beregozashchitnykh sooruzhenij [Tekst] / E.E. Mennanov, N.M. Vetrova // *Ekonomika stroitel'stva i prirodopol'zovaniya. Sb. nauch. trudov*. —2019. — № 1. — P.96—101.

28. Pat. 178884 Rossijskaya Federaciya, MPK E 02 V 3/06. Blok beregozashchitnogo sooruzheniya [Tekst] / Zajcev O.N., Fedorkin S.I., Makarova E.S., Mennanov E.E.; avtor i pravoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Krymskij federal'nyj universitet imeni V.I. Vernadskogo». — № 2017128588; zayavl. 10.08.2017; opubl. 23.04.2018, Byul. № 12. — 5p.

29. Pat. 178886 Rossijskaya Federaciya, MPK E 02 V 3/06. Podvodnyj volnolom [Tekst] / Zajcev O.N., Fedorkin S.I., Makarova E.S., Mennanov E.E.; avtor i pravoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Krymskij federal'nyj universitet imeni V.I. Vernadskogo». — № 2017128607; zayavl. 10.08.2017; opubl. 23.04.2018, Byul. № 12. — 5p.

30. Pat. 186225 Rossijskaya Federaciya, MPK E 02 V 3/04, E 02 V 3/12. Cilindricheskij gabion [Tekst] / Fedorkin S.I., Makarova E.S., Mennanov E.E.; avtor i pravoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe avtonomnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Krymskij federal'nyj universitet imeni V.I. Vernadskogo». — № 2017128587; zayavl. 10.08.2017; opubl. 11.01.2019, Byul. № 2. — 5 p.

ECOLOGICAL BASES FOR THE CHOICE OF BANK PROTECTION STRUCTURES DURING THE RECONSTRUCTION OF THE BEACHES OF THE CRIMEAN COAST

Vetrova¹ N.M., Mennanov² E.E., Ivanenko³ T.A., Gaisarova⁴ AA.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Academy of construction and architecture,
181, Kievskaya str., Simferopol, 295050, Russian Federation

e-mail: ¹ хаос.vetrova.03@mail.ru; ² mennanov.emran@mail.ru; ³ sapronovat@mail.ru; ⁴ vip.gaysarova@mail.ru.

Abstract. The relevance of improving the methods of engineering and environmental survey of coastal protection objects is determined by their existing violations, which reduce environmental safety in general and create a danger for the organization of tourism on the coast. The purpose of the study is to substantiate the choice of bank protection structures during the reconstruction of the beaches of the Crimean coast in the conditions of recreational specialization of the region. The nature and extent of deformations of the coastal zone of the sea and shore protection structures on the coast of the Kalamitsky Bay of the Black Sea are described. The authors proposed the design and location of the breakwater, which will make it possible to more effectively cope with the damping of waves during a storm period compared to classical breakwaters.

Materials and methods. The study of the state of coastal territories and the solution of problems of coastal protection structures is based on the theory of geomorphology of the surface and underwater parts of the coast, the regularities of the hydrophysical parameters of the sea in the coastal zone, and climatic and seismic conditions. The methods of field observations and experimental studies in the wave basin were used to take into account the influence of natural and anthropogenic factors on the ecological parameters of the coastal zone of the Crimean coast.

Results. In 2022, a team of authors carried out a visual survey of the coast in the territory of the Bakhchisaray district of the Republic of Crimea with a total length of 11.5 km. from s. Coastal to with. Angular. As a result of the inspection, sections of the coast that are potentially dangerous to the health and life of people and are not suitable for normal use for recreational purposes were identified.

Conclusions. Long-term field observations show that the creation of bank protection in certain local areas, having given only a temporary positive effect for these areas, can have a very negative impact on neighboring and even remote areas; that is why the issue of protecting the coast should be resolved at least on the scale of the coast of settlements, taking into account the conditions of a single system. The shape of the coast protection structure proposed by the authors can make it possible to more effectively dampen waves compared to classical rectangular breakwaters. However, when designing coastal protection measures, it should be taken into account that separate protection of small areas of eroded coastal territories within a large zone of eroded coast is ineffective, since adjacent unprotected shores will recede under the influence of a system of natural factors.

Key words: bank protection, inspection, ecological state, breakwater, Crimea, recreational areas

АНАЛИЗ КЛИМАТА И УЧЕТ ЕГО ОСОБЕННОСТЕЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ В Г.СИМФЕРОПОЛЬ

Казьмина¹ А.И., Родин² С.В., Богущкий³ Ю.Г., Богущкая⁴ А.Ю.

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского»,
Институт «Академия строительства и Архитектуры»,
г. Симферополь, ул. Киевская, 181

E-mail: ¹kazmina.albina@yandex.ru . ²sv_rodin@mail.ru ; ³bogutskiyg@mail.ru ; ⁴abogutskaya2004@mail.ru

Аннотация. Целью работы является разработка типологических рекомендаций к проектируемым зданиям в г.Симферополь на основе архитектурного анализа природно-климатических условий. Исследование требует детального изучения температурного режима, температурно-влажностного режима, температурно-ветрового режима, солнечной радиации и биоклиматической характеристики района строительства.

Предмет исследования: теплоощущения человека - на них оказывают влияние взаимодействие таких факторов как температура, солнечная радиация, влажность воздуха и скорость его перемещения. В зависимости от комбинации этих факторов теплоощущения человека могут меняться.

Материалы и методы: для решения поставленной цели были проанализированы значения: среднемесячной температуры наружного воздуха, относительной влажности, скорости и направления ветра, солнечной радиации. Для оценки влияния климата на организм человека рассчитывали эквивалентно-эффективную температуру и нормальную эквивалентную температуру. При построении графиков использовалось программное обеспечение AutoCAD и Microsoft Excel.

Результаты: проведенные исследования позволили определить границы зон комфорта, влияние климата г. Симферополь на организм человека.

Выводы: результаты анализа природно-климатических факторов позволяют определить типологические требования по выбору архитектурных решений: архитектурно-планировочные, конструктивные и инженерно-технические средства регулирования микроклимата в застройке и зданиях для г.Симферополь с учетом его климата.

Ключевые слова: климат, архитектурный анализ, типология, теплоощущения, биоклиматические показатели.

ВВЕДЕНИЕ

Характеристика и анализ климатических условий позволяет целенаправленно принимать архитектурно-строительные решения. Важной частью проектных решений является архитектурный анализ климата, который предусматривает характеристику климатических условий на основе санитарно-гигиенических и экологических требований к архитектурно-планировочным решениям, позволяет формировать специальные требования о типах застройки, ориентации помещений, объемно-планировочным компоновкам и др. К таким характеристикам относится, например, продолжительность типов погоды за год (в месяцах) по конкретному городу, индекс климатического района (биоклиматической зоны), среднемесячная температура, относительная влажность воздуха, солнечная радиация, скорость перемещения воздуха и др. Метод климатического анализа проводится для предотвращения нежелательных процессов при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений, что позволяет обеспечить комфорт и безопасность человека в среде обитания. Целью работы является разработка типологических рекомендаций на основе анализа и систематизация характеристик климатических условий для города Симферополь – столицы Республики Крым, в котором ведется массовое строительство жилых и общественных зданий и сооружений.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Для изучения данного вопроса были проанализированы материалы отечественных и зарубежных публикаций. В работах Лицкевича В.К. и др. [5], Мягкова М.С. и др. [6] рассматривается влияние природных и климатических факторов на организм человека, акцент в исследованиях сделан на изменении физиологических процессов терморегуляции и восприятия тепла в различных климатических условиях. В работах приводятся, также, данные по изучению изменения в восприятии тепла человеком под воздействием различных климатических факторов, как в естественной среде, так и в городской, при этом авторы используют для анализа, исчисление и данные по изучению биоклиматических показателей, приводимых в исследовании Стефанович А.А., Воскресенская Е.Н. [8]. Вопросам анализа климатических факторов на территории Крымского полуострова и его побережья посвящены работы Горбунова Р.В., Горбунова Т.Ю., Дрыгваль А.В., Табунщик В.А., Дегтярева А.Х., Жук В.О., Ергина Е.И., Hentschel G. А и др. [2, 3, 4, 9, 10].

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Характеристика ветрового режима местности может выражаться в виде розы ветров. Для этого делается построение восьми румбов, на которых откладываются значения скорости в м/с и повторяемости в %. Соединяя между собой точки скоростей получаем розу ветров, а значений повторяемости – розу повторяемости [6].

Для уточнения типов проветривания квартир на юге при комфортной, теплой и жаркой погоде рекомендуется учитывать температурно-влажностный режим. Анализ температурно-влажностного режима г. Симферополь выполнен на основе графика шаблона, разработанного В. Е. Кореньковым и Б. А. Маминайшвили, который позволяет сопоставить зоны оптимальной относительной влажности при данных температурах с ходом фактической влажности воздуха. На графике даны верхние и нижние критические значения относительной влажности, ограничивающие зону комфорта (рис. 1) [6].

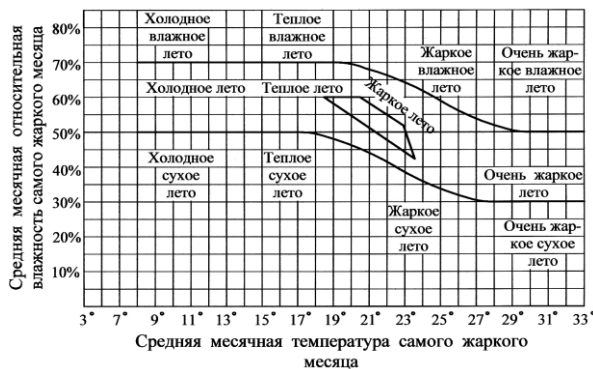


Рис. 1. Исходный график для анализа температурно-влажностного режима

Fig. 1. Initial graph for temperature and humidity analysis

Для метода оценки биоклиматических показателей был выбран показатель эквивалентно-эффективной температуры (ЭЭТ), учитывающий комплексное влияние на человека температуры, влажности воздуха и скорости ветра [8]. ЭЭТ представляет собой сочетание метеовеличин, производящее тот же тепловой эффект, как и при неподвижном насыщенном воздухе и определенной температуре. Расчеты ЭЭТ проводятся по формуле Ф.Миссенарда [10]:

$$ЭЭТ = 37 - \frac{37 - t}{0.68 - 0.0014f + \frac{1}{(1.76 + 1.4v^{0.75}) - 0.29t(1 - 0.001f)}}$$

где t - температура воздуха, °С; v - скорость ветра, м/с, f - относительная влажность, %.

Также применяется формула ЭЭТ Б.А. Айзенштата [1]:

$$ЭЭТ = t(1 - 0.003(100 - f)) - 0.385v^{0.59}((36.6 - t) + 0.622(v - 1)) + ((0.0015v + 0.008)(36.6 - t) - 0.0167)(100 - f)$$

Данные среднемесячной температуры, для города Симферополь приняты по СП 131.13330.2020 "СНиП 23-01-99* Строительная климатология" [7]; скорости ветра на высоте 10 метров над земной поверхностью из архива доступных метеорологических станционных наблюдений за 2019-2023 гг., информация о которых взята на информационном портале 000 «Расписание погоды».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Среднемесячные значения скорости и повторяемости ветра, суммарной солнечной радиации, температурно-влажностного режима, биоклиматического анализа представлены в таблицах 1, 2 и 5. По табличным значениям построена роза ветров для г. Симферополь (рис.2) и соответствующие графики (рис. 4, 5).

Таблица 1. Среднемесячные данные по скорости и повторяемости ветра в г. Симферополь.

Table 1. Average monthly data on wind speed and frequency in Simferopol.

Направление	Повторяемость направлений ветра (первая строчка), %, средняя скорость ветра по направлениям (вторая строчка), м/с							Штиль, %	
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З		СЗ
Январь	5	23	11	17	12	19	7	6	15
	3,4	5,8	3,9	3,2	5,2	6	5,8	3,8	
Июль	6	12	17	20	6	14	17	8	13
	4,1	4,6	3	2,8	3,1	4,6	5,1	4,4	

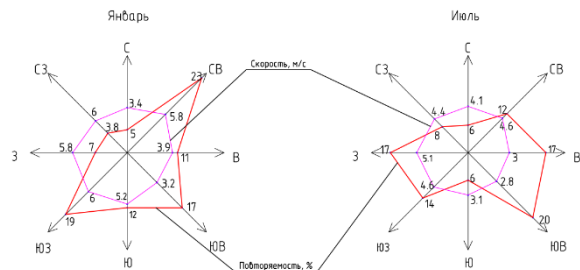


Рис. 2. Роза ветров января и июля для г. Симферополь.

Fig. 2. The wind rose of January and July for Simferopol.



Рис. 3. График суммарной солнечной радиации (рассеянной и прямой) на горизонтальную поверхность при безоблачном небе г. Симферополь.

Fig. 3. Graph of total solar radiation (scattered and direct) on the horizontal surface under a cloudless sky Simferopol.

Таблица 2. Среднемесячная температура наружного воздуха и относительная влажность в г. Симферополь.

Table 2. Average monthly outside air temperature and relative humidity in Simferopol.

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Температура, °С.	0,0	0,7	4,2	10,3	15,4	19,6	22,3	21,9	17,0	11,2	6,4	2,3
Влажность, %	89,6	85,13	68,8	66,0	66,7	63,9	60,0	60,0	66,4	75,7	82,9	87,0

На первом графике показан годовой ход температуры, под ним расположен годовой ход относительной влажности, верхняя и нижняя границы комфортной зоны и зона оптимальной относительной влажности. На графике относительной влажности видно, что линия фактической относительной влажности с марта по сентябрь находится в зоне комфорта, но не проходит через зону оптимальной относительной влажности.

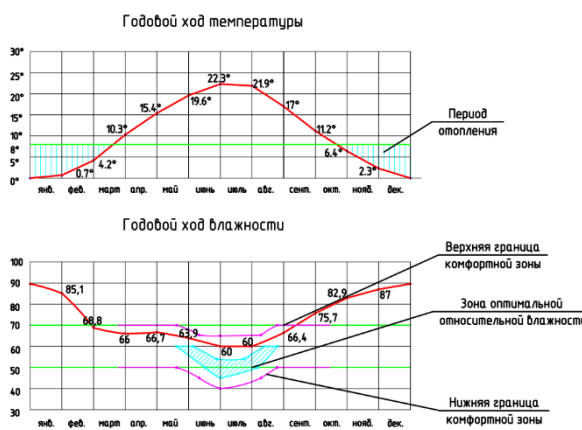


Рис. 4. График температурно влажностного режима г. Симферополь.

Fig. 4. Graph of temperature and humidity regime of Simferopol.

Летние месяцы можно охарактеризовать как жаркие, в г. Симферополе мы можем наблюдать комфортное сочетание относительной влажности и

температуры в течение периода с марта по сентябрь. Летние температуры (июль) в среднем составляют 22.3 °С, зимние (январь) 0.7 °С. Самая высокая температура летом была зафиксирована в 2010 году 8 августа +39,5 °С, а последний случай серьезных низких температур был отмечен в феврале 2012 года, температура в среднем составила -22 °С мороза. Расчет показателей биоклиматической комфортности климата

Самым важным показателем для проектирования являются теплоощущения человека. Климат воздействует на организм человека, это может быть, как положительным, так и отрицательным влиянием. Поэтому важно выполнять анализ природно-климатических факторов на основе биоклиматических критериев оценки среды строительства.

Таблица 3. Значения показателей теплоощущения человека для проектирования г. Симферополь за 2019-2023 года.

Table 3. Values of human heat perception indicators for the design of Simferopol for 2019-2023.

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2019	1,9	2,1	2,3	2,1	2,0	2,1	1,9	2,1	2,2	1,7	2,1	1,8
2020	2,2	2,5	2,4	2,4	2,1	1,9	2,0	2,0	1,9	1,7	1,8	2,0
2021	2,1	2,1	2,1	2,0	2,1	1,8	2,1	1,7	1,9	2,1	1,9	2,0
2022	2,2	2,1	2,4	2,3	2,0	1,9	1,8	1,7	1,8	1,8	1,9	1,7
2023	1,8	2,5	2,2	2,0	2,1	1,8	1,9	2,0	2,2	1,9	2,6	2,1
среднее	2,04	2,26	2,28	2,16	2,06	1,91	1,94	1,92	2,0	1,84	2,06	1,92

Таблица 4. Классификация тепловой чувствительности по значениям ЭЭТ.

Table 4. Classification of Thermal Sensitivity by EET Values.

ET °С	Уровень комфорта
>30	Тепловая нагрузка сильная
24...30	Тепловая нагрузка умеренная
18...24	Комфортно – тепло
12...18	Комфорт (умеренно тепло)
6...12	Прохладно
0...6	Умеренно прохладно
-6...0	Очень прохладно
-6...-12	Умеренно холодно
-12...-18	Холодно
-18...-24	Очень холодно
< -24	Начинается угроза обморожения

Таблица 5. Среднемесячные значения эффективной и эквивалентно-эффективной температуры, °С.

Table 5. Monthly average values of effective and equivalent-effective temperature, °C.

Показатель	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
А. Миссенарда	-9,5	-8,7	-2,2	7,3	15,	21,	25,	25,	17,	8,8	0,6	-5,5
Б.А. Айзенштата	-17,8	-16,3	-6,8	2,3	8,2	13,7	16,7	16,4	10,3	2,3	-6,7	-12,9

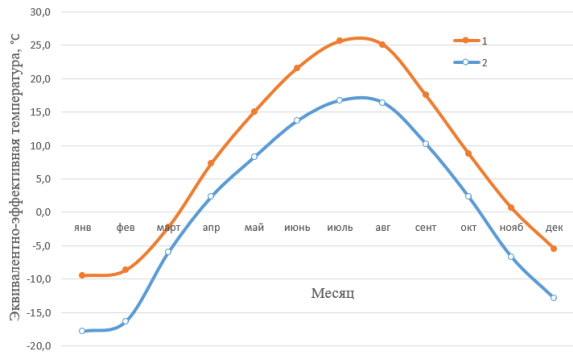


Рис. 5. График среднемесячных значений эффективной и эквивалентно-эффективной температуры, °С.

Fig. 5. Graph of monthly average values of effective and equivalent-effective temperature, °C.

ВЫВОДЫ

1. Проведенные исследования позволили определить границы зон комфорта, влияние климата г. Симферополь на организм человека.
2. Результаты анализа природно-климатических факторов позволяют определить типологические требования по выбору архитектурных решений: архитектурно-планировочные, конструктивные и инженерно-технические средства регулирования микроклимата в застройке и зданиях для г. Симферополь с учетом его климата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айзенштат Б.А., Айзенштат Л.Б. Формула для расчета эквивалентно-эффективной температуры. - Вопросы биометеорологии, 1974, № 20(101), с. 81-83.
2. Горбунов Р.В., Горбунова Т.Ю., Дрыгваль А.В., Табунщик В.А. Изменение температуры воздуха в Крыму // Социально-экологические технологии. 2020. Т. 10. № 3. С. 370-383. DOI: 10.31862/2500-2961-2020-10-3-370-383.
3. Дегтерев А.Х. — Изменение климата Крыма за последние десятилетия // Вопросы безопасности. - 2020. - № 2. DOI: 10.25136/2409-7543.2020.2.32821 URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=32821.
4. Жук В.О., Ергина Е.И. Анализ современной метеорологической ситуации в предгорном Крыму

// Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. География. Геология. 2018. Т. 4 (70). № 2. С. 227–241. [Zhuk V.O., Yergina E.I. Analysis of the modern meteorological situation in the foothills of Crimea. Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V.I. Vernadsskogo. Geografiya. Geologiya. 2018. Vol. 4 (70). No. 2. Pp. 227–241. (In Rus.)].

5. Лицкевич, В. К. Жилище и климат / В. К. Лицкевич. - Москва: Стройиздат, 1984. - 288 с.

6. Мягков М.С., Губернский Ю.Д., Конова Л.И., Лицкевич В.К. Город, архитектура, человек и климат. М Архитектура С 343 с.

7. Свод правил СП 131.13330.2020 "СНиП 23-01-99* Строительная климатология" (утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 24 декабря 2020 г. N 859/пр).

8. Стефанович А.А., Воскресенская Е.Н. Изменения комплексных биоклиматических показателей в Крыму с середины XX века // Экология человека. 2023. Т. 30, № 1. С. 65-77. DOI <https://doi.org/10.17816/humeco111767>.

9. Hentschel G. A human biometeorology classification of climate for large and local scales. WMO/HMO/UNEP Symposium on Climate and Human Health. Leningrad, 1986. Vol. I. WCPA - No. 1, WMO.

10. Missenard F. Température effective d'une atmosphere Généralisation température résultante d'un milieu. In: Eneyclopédie Industrielle et Commerciale, Etude physiologique et technique de la ventilation. Librerie de l'Enseignement Technique. 1933. - P. 131-185.

REFERENCES

1. Eizenstat B.A., Eizenstat L.B. Formula for calculating equivalent-effective temperature. - Problems of Biometeorology, 1974, № 20(101), pp. 81-83.
2. Gorbunov R.V., Gorbunova T.Yu., Drygval A.V., Tabunshchik V.A. Izmenenie temperaturea vozdukh v Krymu [Change of air temperature in Crimea]. 2020. T. 10. № 3. С. 370-383. DOI: 10.31862/2500-2961-2020-10-3-370-383.
3. Degterev A.Kh. — Climate change in Crimea over the last decades. - 2020. - № 2. DOI: 10.25136/2409-7543.2020.2.32821 URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=32821.
4. Zhuk V.O., Ergina E.I. Analysis of the modern meteorological situation in the foothills of the Crimea. V.I. Vernadsky. Geography. Geology. 2018. T. 4 (70). № 2. Pp. 227–241. [Zhuk V.O., Yergina E.I. Analysis of the modern meteorological situation in the foothills of Crimea. Uchenye zapiski Krymskogo federalnogo universiteta imeni V.I. Vernadsskogo. Geografiya. Geologiya. 2018. Vol. 4 (70). No. 2. Pp. 227–241. (In Rus.)].
5. Litskevich V. K. Zhilite i klimat [Housing and climate]. - Moscow: Stroyizdat, 1984. - 288 p. (in Russian).

6. Myagkov M.S., Gubernskiy Yu.D., Konova L.I., Litskevich V.K. Gorod, arkhitektura, chelovek i klimat [City, architecture, man and climate]. M Architecture S 343 p.

7. Code of Rules SP 131.13330.2020 "SNiP 23-01-99* Stroitel'naya klimatologiya" (approved by the order of the Ministry of Construction, Housing and Utilities of the Russian Federation dated December 24, 2020 N 859/pr).

8. Stefanovich A.A., Voskresenskaya E.N. Changes in complex bioclimatic indicators in Crimea since the

middle of the twentieth century. 2023. T. 30, N° 1. C. 65-77. DOI <https://doi.org/10.17816/humeco111767>.

9. Hentschel G. A human biometeorology classification of climate for large and local scales. WMO/HMO/UNEP Symposium on Climate and Human Health. Leningrad, 1986. Vol. I. WCPA - No. 1, WMO.

10. Missenard F. Température effective d'une atmosphere Généralisation température résultante d'un milieu. In: Encyclopédie Industrielle et Commerciale, Etude physiologique et technique de la ventilation. Librairie de l'Enseignement Technique. 1933. - P. 131-185.

ANALYSIS OF THE CLIMATE AND TAKING INTO ACCOUNT ITS FEATURES IN THE DESIGN OF BUILDINGS IN SIMFEROPOL

Kazmina¹ A.I., Rodin² S.V., Bogutsky³ Y.G., Bogutskaya⁴ A.Y.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Institute "Academy of Construction and Architecture"
181, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493

E-mail: ¹kazmina.albina@yandex.ru; ²sv_rodin@mail.ru; ³bogutskiyy@mail.ru; ⁴abogutskaya2004@mail.ru

Abstract. The purpose of the work is to develop typological recommendations for the designed buildings in Simferopol based on the architectural analysis of natural and climatic conditions. The study requires a detailed study of the temperature regime, temperature and humidity regime, temperature and wind regime, solar radiation and the bioclimatic characteristics of the construction area.

Subject of the study: Human heat sensations are influenced by the interaction of factors such as temperature, solar radiation, air humidity and the speed of its movement. Depending on the combination of these factors, a person's heat perception can vary.

Materials and methods: To achieve this goal, the following values were analyzed: average monthly outdoor temperature, relative humidity, wind speed and direction, and solar radiation. To assess the effect of climate on the human body, an equivalent-effective temperature and a normal equivalent temperature were calculated. AutoCAD and Microsoft Excel software were used to build the graphs.

Results: The conducted research allowed us to determine the boundaries of comfort zones, the influence of the Simferopol climate on the human body.

Conclusions: The results of the analysis of natural and climatic factors allow us to determine the typological requirements for the choice of architectural solutions: architectural planning, structural and engineering means of regulating the microclimate in buildings and buildings for Simferopol, taking into account its climate.

Key words: climate, architectural analysis, typology, heat perception, bioclimatic indicators..

СПИСОК АВТОРОВ

Ажермачев С. Г.	к.т.н., доцент Институт «Академия строительства и архитектуры» Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского, г. Симферополь.
Бобрик А.Г.	старший преподаватель, Сибирский федеральный университет, г.Красноярск
Богущий Ю.Г.	старший преподаватель, Институт «Академия строительства и архитектуры» Крымский федеральный университет им В.И. Вернадского, г. Симферополь
Ветрова Н.М.	д.т.н., профессор, Институт «Академия строительства и архитектуры» Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского
Гаврикова Д.Д.	обучающийся, Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь
Гайсарова А.А	к.э.н., Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, г. Симферополь.
Дубровская О.Г.	к.т.н., доцент, Сибирский федеральный университет, г.Красноярск
Дубровская С.Д.	обучающийся, Сибирский федеральный университет, г.Красноярск
Елькина И.И.	к.т.н., доцент, Институт «Академия строительства и архитектуры» Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь.
Ибраимов Р.Ф.	обучающийся, Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь
Иваненко Т.А	к.т.н., Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, г. Симферополь.
Иванов Д.А.	магистрант, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, г. Ижевск
Казьмина А.И.	доцент, Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь.
Кисляков М.А.	аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, г. Ижевск
Котовская Е.В.	ведущий инженер ООО инженерный центр «КРЫМТЕХКОМ»
Котовская Е.Е.	старший преподаватель, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь.
Литвинова Э.В.	к.т.н., доцент, Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, г. Симферополь.
Макарова Е.С.	к.т.н., доцент, Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь.
Меннанов Э.Э.	к.т.н., Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, г. Симферополь.
Мосякин Д.С.	ассистент, Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь
Николенко И.В.	д.т.н., профессор, Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь.
Родин С.В.	к.т.н., доцент, Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь.
Сидорова В.В.	кандидат архитектуры, доцент, Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь
Симаков Н.К.	аспирант, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, г. Ижевск
Федоркин С.И.	д.т.н., Крымский федеральный университет им. Вернадского, г. Симферополь.
Чемодуров В.Т.	д.т.н., профессор Институт «Академия строительства и архитектуры», Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь
Якушев. Н. М.	к.э.н., доцент, Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова, г. Ижевск

ПАМЯТКА ДЛЯ АВТОРОВ

1. Прием статей в редакцию и состав сопроводительных документов

Прием статей для публикации в журнале осуществляется в постоянном режиме. Процесс рассмотрения статьи, рецензирования и редакционно-издательской обработки занимает достаточно длительное время, в связи с чем поступившая и допущенная редколлегией к публикации статья будет, как правило, опубликована не ранее, чем через 4 месяца со дня ее поступления. Датой поступления статьи будет считаться дата ее получения от автора в окончательном варианте после всех доработок и исправлений по замечаниям рецензентов и редактора.

Просим авторов тщательно готовить свои материалы с целью сокращения сроков их рассмотрения и обработки.

Неправильно оформленные материалы не рассматриваются, не рецензируются и не возвращаются! Также не возвращаются авторам рукописи статей и электронные копии на локальных носителях. При этом редакция по собственной инициативе в переговоры с авторами не вступает.

1.1. Прием статей на рассмотрение и рецензирование осуществляется через онлайн систему приема статей.

Прием статей на рассмотрение и рецензирование через онлайн систему приема статей производится на сайте журнала по адресу: <https://stroyjournal-asa.ru>. Инструкция по использованию системы доступна на сайте. Автор имеет возможность следить за продвижением статьи в редакции в личном кабинете и получает соответствующие уведомления по электронной почте.

Все поступившие в редакцию статьи проходят обязательное двойное слепое рецензирование. По результатам рецензирования автору сообщается решение о публикации, замечания рецензента и редактора или решение об отклонении статьи.

1.2. Прием к публикации окончательного варианта статьи. Окончательный (после внесения правки по замечаниям рецензентов и редактора) вариант статьи автор также загружает через систему или направляет на электронный адрес ger_bilenko@cfuv.ru для ее редактирования, корректуры, верстки и публикации в журнале.

1.3. Прием пакета сопроводительных документов осуществляется через онлайн систему приема статей и по электронному адресу ger_bilenko@cfuv.ru.

Автор, пройдя регистрацию в системе, загружает статью в формате .doc или .docx, форматированную по шаблону (см. п. 2), вместе с файлами отсканированных документов: экспертного заключения о возможности опубликования в открытой печати (далее – экспертного заключения) и информации об авторах статьи.

Экспертное заключение оформляется по требованиям, установленным в организации – работодателе автора. Редакция исходит из того, что авторы добровольно предоставляют сведения о себе в анкете автора в требуемом объеме и составе (в соответствии с правилами для публикаций научных статей в журналах, включенных в Перечень ВАК) для их открытого опубликования. Также к загружаемой статье может быть приложен файл отсканированной внешней (т.е. из сторонней организации) рецензии (1 экз.), оформленной и заверенной в организации по месту работы рецензента. Оригинал рецензии присылать в редакцию по почте не требуется.

Сопроводительные документы можно направить по электронной почте по адресу ger_bilenko@cfuv.ru. Все вопросы и пожелания относительно пакета документов необходимо отправлять на этот адрес электронной почты редакции.

Пакет оригиналов сопроводительных документов, включающий информационную карту статьи на публикацию сведений об авторе и экспертное заключение, должен поступить в редакцию по почте не позднее 3 недель со дня уведомления автора (письмом на адрес электронной почты) о положительном решении по поводу публикации статьи.

Бланки сопроводительных документов и требования:

Информация об авторах статьи. Информация об авторах статьи загружается в систему OJS или отправляется на адрес электронной почты ger_bilenko@cfuv.ru в виде файла с расширением .doc или .docx;

Бланк экспертного заключения и авторской справки (только для авторов – работников КФУ им. В.И. Вернадского (распечатывается и заполняется вручную))

Бланк экспертного заключения и Внешняя рецензия – загружается в систему OJS или отправляется на адрес электронной почты ger_bilenko@cfuv.ru в сканированном виде (файл PDF).

2. Требования к оформлению статей

Статья будет рассмотрена редколлегией и рецензентами только при условии полного соответствия ее оформления изложенным ниже требованиям, предъявляемым к публикациям в научных журналах, индексируемых международными базами научного цитирования.

Все статьи, поступившие в редакцию журнала, получившие положительную оценку рецензентов и рекомендованные к публикации, проходят обязательную редакционную обработку (редактирование, корректуру, техническое редактирование). Внесение правки по замечаниям редактора согласовывается с автором.

Датой поступления статьи в редакцию считается дата поступления и регистрации в редакции окончательного авторского оригинала с учетом всех внесенных изменений по замечаниям рецензентов и редактора.

Общие требования для подготовки статей

Объем статьи, включая таблицы, рисунки и фотографии должен быть не менее 6 страниц и не превышать 10 страниц.

Язык статьи: русский, английский.

Шрифт. Нормальный Times New Roman (TNR), размер шрифта – 10 пт, одинарный интервал; интервал шрифта – обычный (без растяжения или уплотнения). Варианты шрифта в тексте статьи: типа курсива или жирного шрифта допускаются, подчеркивание слов и предложений не допускаются.

Параметры страницы: верхнее поле – 2,5 см, нижнее – 2,5 см, левое – 2,5 см, правое – 2,5 см.

Таблицы. Таблица озаглавляется словом Таблица 1 (шрифт – обычный TNR 10 пт, по центру) со следующим за ним номером с точкой. Далее помещается название таблицы с прописной буквы (не более 3-х строк), без заключительной точки. Ниже приводится название таблицы на английском языке. Размер таблиц и рисунков не должен превышать размер B5 (12,5 × 19,5 см). Шрифт заголовков столбцов и строк, содержания таблицы – обычный TNR 9 пунктов. Таблицы нумеруются арабскими цифрами.

Рисунки и графики. Рисунки и графики озаглавливаются словом Рис.1 (шрифт – обычный TNR 9 пунктов) со следующим за ним номером с точкой. Рисунки выполняются в графических редакторах, совместимых с Word и размещаются по тексту. Под рисунком помещается подпись на русском и английском языках. Короткая подпись центрируется, а если длинная – форматируется с абзацем первой строки. Качество рисунков и графиков должно обеспечивать прочтение и тиражирование. Рисунки и графики нумеруются арабскими цифрами.

Формулы. Формулы набираются в редакторе формул Equation или Math Type. Использовать для набора формул графические объекты, кадры и таблицы запрещается. Формула располагается по центру строки, номер формулы (в круглых скобках, TNR 10 пт) – по правому краю страницы, от окружающего текста отделяется пустыми строками. Формульное окно принудительно растягивать или сжимать нельзя. Применение единиц измерений в международной системе СИ – обязательно.

Обязательный порядок статьи.

- **УДК** в левом верхнем углу страницы, шрифт TNR 12 пт, прописными буквами
- **Название статьи шрифт** TNR 12 пт все прописными.
- **Имя и фамилия** автора(ов), шрифт обычный TNR 12 пт.
- **Место работы** авторов, шрифт обычный TNR 9 пт., адрес места работы, e-mail
- **Аннотация статьи (Abstract)** 200 – 250 слов, шрифт обычный TNR 9 пт.
- **Предмет исследования (Subject of research):** шрифт обычный TNR 9 пт.
- **Материалы и методы (Materials and methods):** шрифт обычный TNR 9 пт.
- **Результаты (Results):** шрифт обычный TNR 9 пт.
- **Выводы (Conclusions):** шрифт обычный TNR 9 пт.
- **Ключевые слова (Key words)** до 6 слов и словосочетаний, необходимых для поиска или классификатора, шрифт обычный TNR 9 пт.
- **Текстовая часть.** Статья должна содержать следующие разделы:
 - ВВЕДЕНИЕ;
 - АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ;
 - МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ;
 - РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ;
 - ВЫВОДЫ;
 - СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

Заголовки разделов набираются строчными буквами, шрифт TNR 11 пунктов и центрируются.

В конце статьи размещается **Название статьи, Имя и фамилия автора(ов), Место работы авторов, Аннотация статьи, Предмет исследований, Материалы и методы, Результаты, Выводы, Ключевые слова** на английском языке с сохранением редакторских требований, указанных выше к каждому структурному элементу статьи.

Рекомендации по подготовке аннотации статьи

Аннотация выполняет следующие основные функции:

- дает возможность читателю быстро оценить основное содержание статьи с тем, чтобы решить, следует ли ему обращаться к ее полному тексту;
- предоставляет читателю самую общую информацию о статье, устраняя необходимость чтения ее полного текста в случае, если статья представляет для читателя второстепенный интерес;
- используется в научных, библиотечных и поисковых информационных системах.

Аннотация к статье должна быть:

- информативной (не содержать общих слов);
- содержательной (отражать основное содержание статьи);
- структурированной (следовать логике изложения материала в статье);

Аннотация должна включать в себя:

- предмет и цель работы (если они не следуют из названия статьи);
- используемый метод или методы исследования;
- основные результаты исследования;
- отличия данной публикации от других, схожих по теме;
- область применения результатов;
- выводы, рекомендации, перспективы развития работы.

В аннотации следует избегать лишних вводных фраз (например, «автор статьи рассматривает...», «автор полагает...» и т.д.), а также сложных грамматических конструкций. Аннотацию следует писать как можно более лаконичным, точным и простым языком. Должна быть понятна широкому кругу читателей, поэтому не должна изобиловать научными терминами. Следует избегать общеизвестных сведений и штампов. Аннотация не должна включать в себя цитаты из текста статьи. В аннотации обычно используются конструкции констатирующего характера (автор анализирует, доказывает, излагает, обосновывает и т. д.), а также оценочные стандартные словосочетания (уделяет основное внимание, важный актуальный вопрос, проблема, детально анализирует, убедительно доказывает).

Список литературы оформляется на русском и английском языках.

Библиографическое описание выполняется по:

- ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание;
- ГОСТ 7.0.5-2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления;
- ГОСТ 7.82-2001. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов;
- Регламент включения научных журналов в Российский индекс научного цитирования. – М., 2008.

Не менее 12 источников, с ссылками на статьи в предыдущих выпусках сборника «Строительство и техногенная безопасность», в которых не участвовали авторы представленной статьи.

Рекомендации по подготовке списка литературы

- Цитирование двух или более источников под одним номером, одного и того же источника под разными номерами не допускается.
- Во всех источниках необходимо указывать фамилии и инициалы всех авторов.
- Ссылки на книги, переведенные на русский язык, должны сопровождаться ссылками на оригинальные издания с указанием выходных данных оригинального издания.
- Ссылки на книги должны содержать следующую обязательную информацию: фамилия и инициалы авторов, название книги, город, год, количество страниц.

- Ссылки на статьи в журналах должны содержать следующую обязательную информацию: фамилия и инициалы авторов, название статьи, название журнала, год, том (если указан), номер, страницы (первая и последняя, разделенные тире).
- Ссылки на сборники (конференции, симпозиумы) должны содержать следующую обязательную информацию: фамилия и инициалы авторов, название сборника (конференции, симпозиума), город (место проведения), год, том (если указан), номер (если указан), количество страниц.
- Ссылки на статьи в сборниках (материалах конференций, симпозиумов) должны содержать следующую обязательную информацию: фамилия и инициалы авторов, название статьи, название сборника (конференции, симпозиума), город (место проведения), год, том (если указан), номер (если указан), страницы (первая и последняя, разделенные тире).
- Ссылки на электронные ресурсы удаленного доступа должны содержать следующую обязательную информацию: название ресурса, режим доступа, дата обращения.
- В инициалах авторов между именем и отчеством пробел не ставится.
- В заголовке описания запятая после фамилии автора перед его инициалами может быть опущена.
- Если в документе один, два или три автора, то в сведениях об ответственности (т.е. за косой чертой после названия документа) они могут не повторяться.
- При наличии **четырёх и более** авторов в сведениях об ответственности (т.е. за косой чертой после названия документа) приводят фамилии **всех** авторов.
- Допускается предписанный знак точку и тире, разделяющий области библиографического описания, заменять точкой.
- Допускается не использовать квадратные скобки для сведений, заимствованные не из предписанного источника информации.

НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:

1. Включать в список литературы ссылки на федеральные законы, подзаконные акты, ГОСТы, СНИПы и др. нормативную литературу. Упоминание нормативных документов, на которые опирается автор в испытаниях или расчетах или аргументации лучше делать непосредственно по тексту статьи.
2. Ссылаться на учебные и учебно-методические пособия; статьи в материалах конференций и сборниках трудов, которым не присвоен ISBN и которые не попадают в ведущие библиотеки страны и не индексируются в соответствующих базах.
3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.
4. Самоцитирование, т.е. ссылки только на собственные публикации автора. Такая практика не только нарушает этические нормы, но и приводит к снижению количественных показателей автора.