

ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

CONSTRUCTION ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT

№ 1 (90) – 2024

Основан в 1999 году.
Выходит 4 раза в год (ежеквартально)

Учредитель:
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Крымский федеральный университет
имени В.И. Вернадского»
(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 № ФС77-63936 от 09 декабря 2015 г.

Включен в утвержденный ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации
Перечень рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы
основные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук
Индексируется в Российском индексе научного цитирования (РИНЦ)

Главный редактор

Ветрова Н.М., д.т.н., к.э.н. проф. (Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь)

Редакционная коллегия:

Бойченко О.В., (ответственный секретарь) д.т.н., проф. (Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь)

Бакаева Н.В., д.т.н., проф. советник РААСН (Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва);

Кирильчук С.П., д.э.н., проф.

(Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь);

Любомирский Н.В., советник РААСН, д.т.н., проф.

(Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь)

Николенко И.В., д.т.н., проф., (Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь);

Овсянникова Т.Ю., д.э.н., проф. (ТГАСУ, Томск)

Пашенцев А.И., к.т.н., д.э.н., проф.

(Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь);

Сиразетдинов Р.М., д.э.н., проф. (Казанский государственный архитектурно-строительный университет, Казань);

Цопа Н.В., советник РААСН, д.э.н., проф.

(Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь);

Шаленный В.Т., д.т.н., проф.

(Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь);

Швец И.Ю., д.э.н., проф.

(Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва);

Шербаков В.И., д.т.н., проф. (Воронежский государственный технический университет, Воронеж)

Ярош О.Б., д.э.н., доц.

(Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь);

Меннанов Э.Э., (технический секретарь) к.т.н., ст.преп. (Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь)

ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

№ 1 (90) – 2024

Печатается по решению научно-технического совета ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» (протокол № 6 от 08.10.2024)

Корректор А.А. Голышев
Верстка А.А. Голышев

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

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

Адрес издателя, редакции: 295007, Республика Крым, г. Симферополь, пр-т Академика Вернадского, д. 4.

Подписан в печать 10.10.2024.
Формат 60×84/8.

Бумага офсетная. Печать трафаретная.
Гарнитура Times New Roman. Усл.-печ. л. 13,63
Тираж 100 экз.
Бесплатно

Отпечатано в типографии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»
295051, Республика Крым, г. Симферополь, бульвар Ленина, 5/7

СОДЕРЖАНИЕ	
Раздел 1. Региональная экономика	
Курбатова А.И., Абу Кдэйс Х., Савенкова Е.В., Лозовская С.Н. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ УСЛУГАМИ ПО УБОРКЕ УЛИЦ И СБОРУ ОТХОДОВ Г. МОСКВЫ КАК КРИТЕРИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ	5
Раздел 2. Региональные проблемы природопользования	
Самородова В.И., Ничкова Л.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОДООЧИСТКИ АРМЯНСКОГО ФИЛИАЛА ОБЩЕСТВА С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ТИТАНОВЫЕ ИНВЕСТИЦИИ»	18
Пашенцев А.И., Гармидер А.А., Данилович С.В. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЛОЖНЫХ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ	26
Юрченко А.С., Ничкова Л.А. АНАЛИЗ НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ РОСТЕХНАДЗОРА ПО РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ	35
Раздел 3. Проблемы организации строительства	
Ермакова Е.С., Мечик-Зарицкая С.А., Цыганкова А.И., Чебыкина Е.Д. СТРОИТЕЛЬСТВО В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОГО РЕЛЬЕФА ЮБК С УЧЕТОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ	42
Одинцов А.Н. О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫПУЧИХ ВЕЩЕСТВ В КАЧЕСТВЕ РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬНЫХ 3-D ПРИНТЕРАХ	49
Раздел 4. Экологическая безопасность	
Асташина М.В, Лапшакова И.В., Гайсина С.И., Рахимова Э.Д. ФИЛЬТРУЮЩАЯ ЗАГРУЗКА НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ФИЛЬТР- ПАТРОНОВ	60
Морев Д.С., Хромов Е.В. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА НАЛИВНОМ СУДНЕ	74
Половинко И.В. ТЕХНОЛОГИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБРАЩЕНИЯ ГРАНУЛИТА-РП 2 ДЛЯ ОХРАНЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ КРЫМА	83
Раздел 5. Экономика строительства	
Филюшина К.Э., Костов С.А. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА МАЛОЭТАЖНЫХ ДОМОВ (НА ПРИМЕРЕ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА)	90
Попов А.Ю., Борс Е.М., Доркин Ю.А., Шкарина Т.Ю. ВНЕДРЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬНУЮ КОМПАНИЮ. ЭКОНОМИКО- УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ ЗДАНИЙ	100
Наши авторы	110

CONTENT	
Section 1. Regional economics	
Kurbatova A.I., Hani abu Qdais, Savenkova E.V., Lozovskaia S.N. ASSESSMENT THE EFFICIENCY OF MANAGEMENT OF STREET CLEANING AND WASTE COLLECTION SERVICES IN MOSCOW AS A CRITERION FOR SUSTAINABILITY OF THE SOLID MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM	5
Section 2. Regional problems of environmental management	
Nichkova L.A. Samorodova V.I THE PROSPECT OF USING RECYCLED WATER SUPPLY AT THE MOTOR TRANSPORT ENTERPRISES OF SEVASTOPOL IN CASE OF TECHNOGENIC POLLUTION	18
Pashentsev A.I., Garmider A.A., Danilovich S.V. A METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESSING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF LINEAR WATER SUPPLY SYSTEMS	26
Yurchenko A.S., Nichkova L.A. ANALYSIS OF THE SUPERVISORY ACTIVITIES AND PREVENTIVE WORK OF ROSTECHNADZOR IN THE REPUBLIC OF CRIMEA	35
Section 3. Problems of construction organization	
Ermakova E.S., Mechik-Zaritskaya S.A., Tsygankova A.I., Chebykina E.D. CONSTRUCTION IN CONDITIONS OF DIFFICULT TERRAIN OF THE SOUTH CAUCASUS, TAKING INTO ACCOUNT THE USE OF ADDITIVE TECHNOLOGIES FOR THE CONSTRUCTION OF BUILDINGS	42
Odintsov A.N. ON THE ABILITY OF VISUALIZING OF COMPLEX SYSTEM RELIABILITY INDEX	49
Section 4. Environmental safety	
Astashina M.V., Lapshakova I.V., Gaisina S.I., Rakhimova E.D. FILTER MEDIA BASED ON SECONDARY RESOURCES FOR FILTER CARTRIDGES	60
Morev D.S., Khromov E.V. DEVELOPMENT OF MEASURES TO IMPROVE FIRE SAFETY ON A TANKER	74
Polovinko I.V. GRANULITE-RP 2 HANDLING SAFETY TECHNOLOGY FOR THE PROTECTION OF THE NATURAL ENVIRONMENT OF CRIMEA	83
Section 5. Building economics	
Filyushina. K. E., Kostov S. A. FEASIBILITY STUDY FOR THE CONSTRUCTION OF LOW-RISE BUILDINGS (USING THE EXAMPLE OF THE SIBERIAN FEDERAL DISTRICT)	90
Popov A.Y., Bors E.M., Dorkin Y.A., Shkarina T.Y. IMPLEMENTATION OF BIM TECHNOLOGY IN A CONSTRUCTION COMPANY. ECONOMIC AND MANAGERIAL ASPECTS OF IMPLEMENTING AN INNOVATIVE PROPOSAL FOR BUILDING MODELING	100
Our authors	110

Раздел 1. Региональная экономика

УДК 613

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ УСЛУГАМИ ПО УБОРКЕ УЛИЦ И СБОРУ ОТХОДОВ Г. МОСКВЫ КАК КРИТЕРИЯ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТВЕРДЫМИ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ

Курбатова А.И.¹, Абу Кдэйс Х.², Савенкова Е.В.³, Лозовская С.Н.⁴

¹Институт экологии, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы. 117198, Москва, Миклухо-Маклая д.6, e-mail: kurbatova_ai@pfur.ru

² Water & Environmental Engineering, Civil Engineering Department Jordan University of Science & Technology, P.O.Box 3030, Irbid, 22110, Jordan, e-mail: hqdais@just.edu.jo

³Институт экологии, Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы. 117198, Москва, Миклухо-Маклая д.6, e-mail: savenkova-ev@rudn.ru

⁴ Факультет городского и регионального развития, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 101000, Москва, Мясницкая ул., д.20, e-mail: snlozovskaya@edu.hse.ru

Аннотация. В статье была проведена оценка состояния улиц и системы обращения с ТКО в трех округах г. Москвы (ЦАО, ВАО и ЮВАО) с помощью индекса CEI. В ЦАО индекс CEI составил 84,25, что говорит о чистоте улиц и соответствующей организации служб по уборке. Для улиц ВАО индекс CEI составил 53,00 – «сильно грязные» улицы. Индекс CEI для ЮВАО составил 48,25, что отражает низкий уровень управления сервисными службами. При определении влияния зональности г. Москвы на чистоту улиц и функционирование системы обращения с ТКО было установлено, что вблизи рекреационных зон и мест сосредоточения объектов культуры, улицы оцениваются по чистоте от 80 до 100 баллов, т. е. «чистые». Близость промышленных зон предопределяет низкий уровень чистоты, что характерно ЮВАО и ВАО.

Ключевые слова: чистота улиц, устойчивость, твердые коммунальные отходы.

ВВЕДЕНИЕ

Чистота улиц и сбор мусора являются важными показателями работы системы обращения с твердыми коммунальными отходами в населенных пунктах [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Эффективные системы обращения с отходами могут внести важный вклад в общественное здравоохранение, экологическую устойчивость и экономическое развитие городов. Чистота улиц и сбор мусора включает в себя подметание дорог и пешеходных дорожек, сбор мусора, обеспечение чистоты и содержания контейнеров, мусорных баков, урн и решеток для деревьев. Надлежащая чистота улиц населенных пунктов и техническое обслуживание системы накопления ТКО (например, урн, контейнеров, бункеров), напрямую связаны с общественным имиджем города [9]. Более того, чистый город привлекает бизнес и туризм и положительно оценивается его жителями [10, 11, 12, 13, 14, 15, 19]. Современный имидж города определяется, прежде всего, состоянием городской среды: безопасность, состояние окружающей среды и чистота улиц. Основополагающей философией является применение прозрачных принципов управления городской инфраструктурой и жилищно-коммунальной сферой, что приводит к улучшению состояния городских территорий и их привлекательности как для туристического бизнеса, так и для проживающего населения [9, 16]. Как показано в работе [17] создание имиджа города начинается с его благоустройства, т. е. внедрения комплекса мероприятий, направленного на обеспечение чистоты, поддержания в надлежащем техническом, физическом, санитарном и эстетическом состоянии объектов благоустройства. На городских поверхностях образуются отложения отходов из природных и антропогенных источников, таких как зеленые городские районы и парки, движение автотранспорта, промышленность, или отходы, поступающие в результате атмосферного переноса [10]. Причиной образования уличных отходов также может быть деятельность человека на местах в результате неправильной уборки или отсутствия таковой после общественных работ, эрозии почвы на пустырях и немоощенных улицах, неэффективных или несуществующих систем ливневой канализации. Кроме того, значительная доля уличного мусора образуется из-за недостатков в системе сбора мусора, особенно в крупных городах [1]. Данное загрязнение улиц создает негативное визуальное воздействие, особенно на посетителей, и, таким образом, косвенно влияет на экономику города [10]. Кроме того, городские уличные покрытия также были определены как потенциально

значимые факторы загрязнения воды и воздуха, поскольку они являются источниками химических загрязнений и путями переноса загрязняющих веществ, которые могут поступать с прилегающих территорий [18]. Чистый город привлекает бизнес, туризм и положительно оценивается его жителями [12]. Напротив, грязный город приводит к более высокому уровню загрязнения и, таким образом, побуждает людей производить больше отходов [1]. Тем не менее, уровень чистоты на улицах — это лишь один из аспектов системы обращения с твердыми отходами, в которой образование населения и связи с общественностью играют решающую роль [9]. На эффективность управления услугами по уборке и сбору отходов могут влиять несколько факторов. Benito-López и др., 2011, Kuniyal J. C., Jain A. P., Shannigrahi A. S., 2003 [12, 19] пришли к выводу, что существует положительная связь между эффективностью и туризмом в муниципалитете города. То же самое относится и к экономической деятельности, поскольку функционирование инфраструктуры имеет решающее значение для ее развития. В других исследованиях была установлена обратная или отрицательная зависимость между эффективностью и доходом на душу населения или плотностью населения [12]. Бенито-Лопес и др. (2011) и другие авторы, такие как, Chattopadhyay S., Dutta A., Ray S. (2009) [12, 20], отметили, что чем выше плотность населения, тем больше образуется отходов (рис.1). Этот факт, несомненно, влияет на управление отходами, поскольку чем больше объем отходов, тем сложнее будет управлять услугами по уборке. Таким образом, чистота улиц — это важный критерий, отражающий социо-эколого-экономическую устойчивость системы управления ТКО в городах [21, 22, 23, 24, 25].

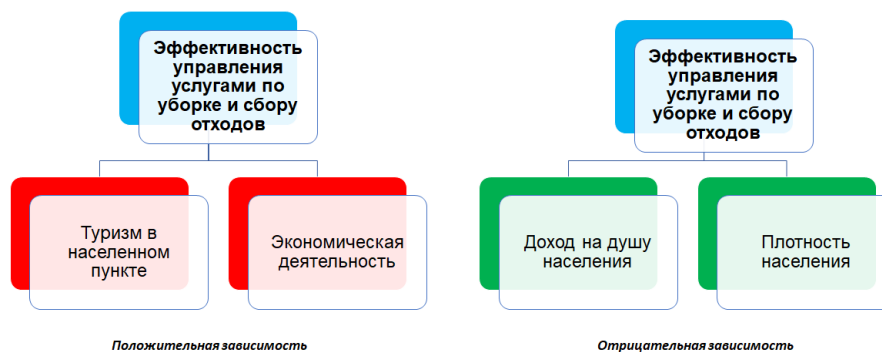


Рис. 1. Зависимость эффективности управления услугами по уборке и сбору отходов от различных факторов

Целью данного исследования является рассмотрение вопросов, связанных с качеством городских услуг и эффективностью управления ими в сфере обращения с ТКО в г. Москве на основе индекса «чистоты улиц» как важного критерия устойчивости системы управления твердыми коммунальными отходами в г. Москве. В данном исследовании авторы ставят перед собой следующие задачи: определить показатели для анализа качества услуг по обеспечению чистоты улиц и сбору отходов; рассчитать индекс «чистоты улиц» для округов г. Москвы на основе комбинированной методики, созданной авторами на основе анализа релевантных исследований и специфики системы управления ТКО в г. Москве.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Система сбора ТКО в г. Москве.

Раздельное накопление отходов в Москве действует с января 2020 года на основании Постановления Правительства Москвы от 18 июня 2019 г. № 734-ПП «О реализации мероприятий по раздельному сбору (накоплению) твердых коммунальных отходов в городе Москве». Для столицы выбрана двухпоточная система сбора коммунальных отходов. Теперь на каждой площадке в обязательном порядке установлено два вида контейнеров:

- серые — для загрязненных, смешанных, органических отходов,
- синие — для вторсырья, то есть пластика, стекла, бумаги, металла, тетрапака.

Контейнеры отличаются не только цветом, но и маркировкой. На каждом есть наклейка «вторсырье» или «смешанные отходы» и пиктограммы, которые подсказывают, для каких именно отходов предназначен этот бак. Специальная маркировка есть и на контейнерной площадке [26].

При разработке системы раздельного накопления и сбора ТКО были учтены требования к накоплению, к контейнерам, к контейнерным площадкам и площадкам для установки бункеров; порядок накопления крупногабаритных отходов (КГО) и порядок раздельного вывоза и сортировки отходов по видам. Накопление ТКО в общественных местах осуществляется с использованием урн, расположенных в местах, определенных органами самоуправления г. Москвы (рис.2а,б). На территориях общего пользования (на улицах, во дворах) максимальное расстояние между урнами должно составлять не более 100 м, удаление отходов из урн должно обеспечиваться не реже 1 раза в сутки [27].



а)



б)

Рис. 2. Контейнерная площадка для сбора ТКО а) Нижегородская ул., 74, ЮВАО б) Волгоградский пр-т, 64 к.2., ЮВАО г. Москвы (автор: Зволинский П.О.)

Накопление ТКО на придомовой территории осуществляется с использованием контейнеров, предназначенных для накопления ТКО. Срок временного накопления несортированных ТКО определяется исходя из среднесуточной температуры наружного воздуха в течение 3-х суток: $+5^{\circ}\text{C}$ и выше - не более 1 суток; $+4^{\circ}\text{C}$ и ниже - не более 3 суток. Расстояние от контейнерных до многоквартирных жилых домов, детских игровых и спортивных площадок, зданий и игровых, прогулочных и спортивных площадок должно быть не менее 20 метров, но не более 100 м [28]. Размещение крупногабаритных осуществляется исключительно в бункеры, предназначенные для накопления КГО. Запрещается размещение КГО в контейнерах, предназначенных для накопления твердых-коммунальных отходов. АО «Экотехпром» в г. Москве раздельно собирает стекло и пластик в экспериментальные контейнеры («колокола») (рис.3). В контейнеры желтого цвета типа «колокол» принимаются все виды пластика: полиэтилентерефталат (обозначение ПЭТ или PET), полиэтилен низкого давления высокой плотности (обозначение ПНД или HDPE), полиэтилен высокого давления низкой плотности (обозначение ПВД или LDPE), поливинилхлорид (обозначение ПВХ или PVC), полипропилен (обозначение ПП или PP), полистирол (обозначение ПС или PS) и прочих пластик (обозначение OTHER). В зеленый контейнер собирают стеклотару и стеклобой.



Рис. 3. Контейнеры для сбора пластика и стекла «колокол», Москва, Воробьевы горы, ул. Косыгина, 2, 8 июля 2024 г. (фотография авторов)

В качестве объектов исследования были случайно выбраны и визуально исследованы улицы и придомовые территории г. Москвы трех округов (ВАО, ЮВАО, ЦАО) (табл.1). Исследование проводилось в летний сухой период, без атмосферных осадков. В основу выборки улиц для анализа положены критерии, общие для всех улиц данного округа и г. Москвы, что позволило авторам исследования генерализировать выводы на генеральную совокупность. Случайный отбор улиц представляется оптимальным способом формирования репрезентативной выборки, так как у любого элемента генеральной совокупности одинаковая вероятность попасть в выборку, таким образом выборка улиц в данном исследовании для каждого округа г. Москвы представляет собой «уменьшенную копию» генеральной совокупности.

Таблица 1.
Выборка улиц для проведения полевых исследований

Округ г. Москвы	Название улицы
ЦАО	Ул. Большая Садовая, ул. Садовая-Кудринская, ул. Тверская, Мамоновский пер., Садовое кольцо, ул. Садовая-Триумфальная, ул. Гашека, ул. Тверская-Ямская 4-я, ул. Красина, Оружейный пер., пер. Тверской-Ямской 1-й, ул. Юлиуса Фучика, Большой Каретный пер., ул. Воздвиженка, Романов пер., Тетеренский пер., ул. Большая Грузинская, ул. Нижняя Радищевская, ул. Верхняя Радищевская, ул. Подгорская набережная.
ВАО	Ул. Вернисажная, 1-ая улица Измайловского Зверинца, 2-ая улица Измайловского Зверинца, ул. Матросская Тишина, ул. Рубцово-Дворцовская, ул. Стромынка, ул. Малая Остроумовская, Богородское ш., ул. Короленко, ул. Боевская 1-ая, ул. Боевская 2-ая, ул. Егерская, ул. Охотничья, ул. Большая Остроумовская, 1-ый Полевой пер., ул. Сокольнический Вал, Большой Матросский пер., ул. 1-ая Синичкина, Солдатский пер., ул. Наличная.
ЮВАО	Ул. Нижегородская, ул. Новохохловская, ул. Талалихина, 1-ый Грайвороновский пр-д, ул. Шкулева, ул. Артюхина, ул. Люблинская, ул. Газгольдерная, 2-й Грайвороновский пр-д, Грайвороново квартал 90А, Волгоградский пр-т 64, ул. Чурилица, Рязанский пр-т, Волжский бул., ул. Академика Скрябина, ул. Ташкентская, ул. Зеленодольская, ул. Окская, ул. Жигулевская, ул. Саратовская.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Чтобы оценить качество услуг по сбору твердых коммунальных отходов в г. Москве, был проведен визуальный осмотр улиц города и придомовых территорий. В частности, общий уровень уборки улиц и системы накопления ТКО оценивался количественно путем присвоения им коэффициента (ов), начинающегося от 100 для действительно чистых улиц (рис. 4) и доходящего до 0 для крайне грязных. Показатели, определяющие эффективность работы служб по чистоте улиц и сбору отходов представлены в таблице 2.



а)



б)

Рис. 4. Пример улиц г. Москвы: а) Грязная (от 40 до 60 баллов) (ул. Новохохловская ЮВАО), б) очень чистая от 80 до 100 баллов (ул. Тверская, ЦАО) (автор: Зволинский П.О.)

Затем из этого первого показателя вычиталось 10 баллов (Р) по любому из следующих показателей (табл. 3, 4, 5, 6):

Таблица 2.

Показатели, определяющие эффективность работы служб по чистоте улиц и сбору отходов

Показатели, предложенные авторами	Показатели по литературным источникам
Контейнеры и контейнерная площадка в плохом состоянии (разбросанный мусор, крысы)	[1]
Накопление мусора сверх вместимости контейнера	[1,9,29]
Наличие крупногабаритного мусора, который не собран в отдельный бункер или собран вместе со смешанными отходами	[9]
Наличие куч строительного и сносного мусора на контейнерной площадке	[1,29]
Наличие отходов растительности в контейнерах для ТКО	[9]
Наличие смешанных отходов в контейнерах для утильных отходов	[9]
Количество урн на улицах и их заполненность	[1]
Наличие мусора на улицах (окурков сигарет, не убранная листва, упаковка, пищевые отходы)	[1,9,29]

В основу методологии исследования положен индекс, называемый индексом влияния сообщества (CEI) [29], который рассчитывался по следующей формуле:

$$CEI = \sum_{i=1}^N \frac{(S - P)_i}{N}$$

где S – рейтинг чистоты улиц, P – наличие показателей из табл. и N – общее количество обследуемых улиц. Расчет индекса представлен в табл. 4, 5, 6. Для наиболее точного отражения сложившейся ситуации мониторинг улиц округов проводился с периодичностью 2 раза в день (утром и вечером) в течение недели.

Таблица 3.

Уровни загрязнения, соответствующие значению индекса CEI

Значение индекса CEI	Уровень загрязнения
От 80 до 100	Очень чистые
От 60 до 80	Загрязненные
От 40 до 60	Грязные
Менее 40	Очень грязные

Таблица 4.
Улицы ЦАО

Оценка № улицы	S: присвоенные баллы					P: вычтенные баллы								S-P
	100	75	50	25	0	10	20	30	40	50	60	70	80	
1	x						x				x			80
2	x													100
3	x												x	90
4	x													100
5		x										x	x	55
6	x													100
7	x													65
8	x												x	90
9	x													100
10		x											x	65

Продолжение таблицы 4

Оценка № улицы	S: присвоенные баллы					P: вычтенные баллы								S-P
	100	75	50	25	0	10	20	30	40	50	60	70	80	
11	x													100
12	x													100
13		x						x		x	x	x	x	25
14	x													100
15	x												x	90
16		x												65
17	x											x	x	80
18	x												x	90
19	x												x	90
20	x													100
Всего: 1685														
$CEI = \frac{1685}{20} = 84.25$														

Таблица 5.
Улицы ВАО

Оценка № улицы	S: присвоенные баллы					P: вычтенные баллы								S-P
	100	75	50	25	0	10	20	30	40	50	60	70	80	
1			x									x	x	30
2		x											x	65
3		x											x	65
4		x						x					x	55
5		x										x	x	55
6		x											x	65
7		x									x		x	55
8		x											x	65
9		x				x	x				x		x	35
10		x											x	65
11		x						x			x			55
12			x										x	40
13		x						x		x	x	x	x	25
14			x			x	x				x			20
15	x												x	90
16		x											x	65
17				x		x	x		x	x	x	x		0
18	x													100
19		x										x	x	55
20		x					x						x	55
Всего: 1060														
$CEI_{LIA} = \frac{1060}{20} = 53.00$														

Таблица 6.
Улицы ЮВАО

Оценка № улицы	S: присвоенные баллы					P: вычтенные баллы									S-P
	100	75	50	25	0	10	20	30	40	50	60	70	80		
1		x				x	x				x	x	x	25	
2			x									x	x	30	
3			x									x	x	30	
4	x										x	x	x	70	
5	x													100	
6	x													100	
7		x										x		65	
8	x											x		90	
9	x													100	
10		x				x	x	x					x	35	
11			x			x	x						x	20	
12	x													100	
13	x											x		90	
14			x				x					x	x	20	
15			x			x						x	x	20	
16			x				x			x		x	x	10	
17			x									x	x	30	
18			x					x				x	x	20	
19			x			x	x	x				x	x	0	
20			x			x	x					x	x	10	
Всего: 965															
$CEI_{LIA} = \frac{965}{20} = 48,25$															

Для репрезентации результатов полевого исследования был использован метод картографирования [30]. Для его проведения потребовалось обращение к программному обеспечению QGIS 3.28 Firenze. Данное ПО позволяет присваивать векторным слоям количественные значения и репрезентировать их на изображении. Для создания общего вида карты были использованы векторные данные с сервиса Overpass Turbo [31]. Для объяснения закономерностей формирования индекса чистоты улиц на картах были взяты данные по дорогам, жилым, рекреационным и промышленным зонам, а также были получены данные о локализации и количестве музеев, чтобы оценить зоны концентрации людей в дневное время. Для получения данных с ресурса требовалось использовать следующие ключи:

- для полигональных слоев:

landuse = residential (зоны жилых многоквартирных домов)

landuse = industrial (промышленные зоны)

landuse = greenery (рекреационные зоны)

- для точечного слоя:

tourism = museum

- для линейного слоя:

highway = * (все действующие автомобильные магистрали Москвы)

После, в полученном слое дорог были найдены улицы, в рамках которых было проведено полевое исследование. Поиск производился по названию улицы, которое изначально хранится в атрибутивной таблице векторного слоя данных. Также в атрибутивной таблице был создан

дополнительный столбец, который впоследствии будет содержать баллы индекса чистоты улиц. После присвоения баллов улицам, был использован инструмент репрезентации данных в QGIS 3.28 Firenze, который называется Layer Properties – Symbology – Graduated. Данная последовательность функций позволяет пользователю окрасить линейный слой по цветам, свойственным определенному диапазону чисел, в нашей работе это были: красный – менее 40, т.е. очень грязная улица; оранжевый (40 – 60), т.е. грязная улица; зеленый (60 – 80), т.е. загрязненная улица; Синий (более 80), т.е. чистая улица.

Результаты картографирования представлены на рисунке 5.



Рис. 5. Индекс чистоты улиц и зональность г. Москвы

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Разработанные в данном исследовании показатели для оценки чистоты улиц и системы накопления ТКО показатели были применены для трех административных округов г. Москвы. В Центральном административном округе (ЦАО) индекс CEI составил 84,25, что говорит о чистоте улиц и правильной и своевременной организации службы по поддержанию чистоты улиц и сбору мусора. Среди основных показателей, снижающих уровень чистоты улиц и систем по накоплению отходов в ЦАО, можно выделить следующие: накопление мусора сверх вместимости контейнера; наличие крупногабаритного мусора, который не собран в отдельный бункер или собран вместе со смешанными отходами; наличие смешанных отходов в контейнерах для утильных отходов; переполненность урн и их количество; наличие мусора на улицах (окурков сигарет, не убранная листва, упаковка, пищевые отходы). На улицах округа было отмечено малое количество урн, что предопределяет загрязнение тротуаров и бордюров, особенно на улицах с высокой проходимостью (ул. Тверская, ул. Б. Садовая и т. д.). В местах накопления отходов на придомовых территориях в ЦАО присутствует проблема наличия смешанных отходов в контейнерах, предназначенных для утильной фракции ТКО ввиду того, что жителям не хватает контейнеров для смешанных отходов при низком уровне разделения образующихся твердых-коммунальных отходов. Нередко, управляющие компании для решения проблемы с накоплением смешанных отходов используют бункеры, что приводит к тому, что в данных бункерах оказываются не только смешанные ТКО, но и крупногабаритные отходы, что значительно уменьшает выход вторичного сырья при дальнейшей переработке. На ул. Большой Каретный переулок (ЦАО) наблюдается размещение не только КГО, но и строительного мусора в бункере для смешанных твердых коммунальных отходов. Для улиц

Восточного административного округа индекс СЕИ составил 53,00, что соответствует уровню «сильно грязные». Для исследуемых улиц было характерны наличие следующих отрицательных факторов: контейнеры и контейнерная площадка в плохом состоянии (разбросанный мусор, крысы); накопление мусора сверх вместимости контейнера; наличие крупногабаритного мусора, который не собран в отдельный бункер или собран вместе со смешанными отходами; наличие смешанных отходов в контейнерах для утильных отходов; наличие мусора на улицах (окурков сигарет, не убранная листва, упаковка, пищевые отходы). Исследование контейнеров на придомовых территориях в ВАО показывает, что контейнеры для смешанных отходов обычно переполнены, а отходы нередко находятся на площадке накопления, что говорит об отсутствии необходимого количества контейнеров исходя из численности населения, а также учитывая летнее время (рис.6 а,б). Расчет индекса СЕИ для юго-восточного округа составил 48,25, что отражает низкий уровень управления сервисными службами по уборке улиц и придомовых территорий. В контейнерах для сбора ТКО наблюдается наличие растительного мусора, переполненность контейнеров; наличие крупногабаритного мусора, который не собран в отдельный бункер. Многие улицы юго-восточного округа не убраны, урны переполнены. При расчете индекса для улиц ЮВАО было отмечено, что на большинстве придомовых территорий наблюдается разбросанный мусор из контейнеров и их переполненность, что встречается чаще, чем в других округах.



а)



б)

Рис. 6. а) Система сбора и накопления отходов ВАО, придомовая территория ул. Охотничья и Большая Остроумовская, б) Система сбора и накопления отходов ЮВАО, ул. 90А квартал Грайвороново (автор: Зволинский П.О.)

Плотность населения в исследуемых округах предопределяет вектор развития и совершенствования системы накопления ТКО, а также планирования уборки улиц. Так ЮВАО с плотностью населения 12893,76 чел./кв.км должен увеличить количество контейнеров для сбора ТКО, число урн на улице и число служащих, занятых в уборке улиц. Для всех исследуемых округов наблюдается переполнение контейнеров на придомовых территориях, несмотря на регулярный вывоз отходов, а также заполнение бункеров для крупногабаритных отходов смешанными отходами. Этот факт может свидетельствовать о том, что в контейнеры попадают отходы не только собственников многоквартирных домов, но и находящихся по близости офисов, ресторанов и других организаций. Отследить и принять превентивные меры не предоставляется возможным ввиду отсутствия правовых норм, что приводит не только к переполнению контейнеров, но и финансовой нагрузке для собственников жилья, оплачивающих размещение ТКО по существующим нормативам. Не все контейнерные площадки исследуемых округов отображены в системе ГИС ЖКХ (раздел: информация о местах накопления твердых коммунальных отходов). Так, например, находящийся на придомовой территории ул. Большой Каретный пер. д.4. ЦАО бункер для сбора смешанных отходов не отображен в системе (рис.7) (<https://dom.gosuslugi.ru/#!/public-tko/tko-search>) ни по адресу ул.Большой Каретный переулок, ни по адресу 2-й Колобовский переулок, хотя ежедневно наблюдается совместное накопление в бункере как смешанных, так и крупно габаритных отходов.



Рис. 7. Бункер для смешанных отходов на придомовой территории по адресу: ул. Большой Каретный пер. д.4. ЦАО. Используется для сбора ТКО жителей многоквартирного дома, также размещения КГО, строительного мусора и растительных остатков

Результаты картографирования показали, что чистота улиц в исследуемых округах Москвы напрямую связана с зональностью г. Москвы. При определении влияния зональности города Москвы на чистоту улиц и функционирование системы накопления и сбора отходов было установлено, что на улицах, находящихся вблизи рекреационных зон, а также в местах сосредоточения музеев и других объектов культуры, улицы оцениваются по чистоте от 80 до 100 баллов, что соответствует уровню «чистые». Проходимость улиц пешеходами в парковых и культурно-выставочных кластерах обуславливает усиленное внимание со стороны муниципальных служб по уборке улиц. Так, в ЦАО на самых крупных улицах с высокой проходимостью (ул. Б. Садовая, ул. Тверская) можно видеть эффективную работу по уборке улиц, а также своевременный сбор твердых коммунальных отходов. Для улиц, примыкающих к рекреационным зонам ВАО (1-ая улица Измайловского Зверинца, 2-ая улица Измайловского Зверинца) характерна небольшая загрязненность, что связано с рекреационной нагрузкой рядом с парком «Измайловский парк». Близость промышленных зон предопределяет низкий уровень чистоты улиц, что в большей степени характерно для улиц ЮВАО и ВАО.

ВЫВОДЫ

Проблемы сбора отходов затрагивают как городские центры, так и жилые районы и носят разнообразный характер. Проблема чистоты улиц и систем накопления ТКО более сложна в городских центрах, где общественные здания доминируют над общественными пространствами и используются как жителями города, так и туристами, тогда как в городских жилых районах теоретически возможно добиться 100%-ной эффективности сбора отходов с помощью соответствующих правил, современной инфраструктуры, включая индивидуальные коды доступа к контейнерам, приложения для смартфонов. и просвещение жителей. Важным принципом, лежащим в обеспечении чистоты улиц является упрощение и наглядность процесса разделения отходов, а также обучение в управлении отходами на индивидуальном уровне, чтобы уровень раздельного сбора отходов был как можно более высоким, что напрямую влияет не только на экономические выгоды для городов, но и на их имидж. Значение индекса чистоты в каждом округе могут быть полезны для оптимизации вспомогательной службы по обеспечению чистоты на улицах, а предложенные в работе показатели оценки полезны в качестве инструмента для оценки работы служб по поддержанию чистоты на улицах и сбору мусора. Полученные результаты соответствовали начальному этапу нашего исследования. Следующим шагом в направлении нашего исследования будет увеличение количества анализируемых улиц, а также частота выборки. Одним из результатов проекта будет модель, которая может быть использована для прогнозирования уровня чистоты на улицах, и которая поможет планировать организацию работ по уборке.

Благодарность: Ученику 11 класса СОШ Открытая школа №88 г. Москвы Зволинскому П., магистрантке 2 курса Института Экологии РУДН им. Патриса Лумумбы Кривко В., а также жителям ВАО и ЦАО за помощь в организации мониторинговых наблюдений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sevilla, A. et al. An index to quantify street cleanliness: The case of Granada (Spain) / A. Sevilla et al. //Waste management. – 2013. – Т. 33. – №. 5. – С. 1037–1046.
2. Дружакина, О.П. Развитие раздельного сбора отходов: информационно-просветительское сопровождение и профессиональное экологическое волонтерство [Текст] / О.П. Дружакина // Экономика строительства и природопользования. — 2022. — № 1–2 (82–83). — С. 152–157.
3. Гармидер, А.А. Систематизация подходов к управлению жилищно-коммунальным хозяйством [Текст] / А.А. Гармидер // Экономика строительства и природопользования. — 2020. — № 1 (74). — С. 81–90.
4. Демченко, Н.П. Об антропогенных и экономических факторах экологического состояния Крыма [Текст] / Н.П. Демченко, Н.Ю. Полякова // Экономика строительства и природопользования. — 2020. — № 2 (75). — С. 5–14.
5. Казарян, Р.А. Развитие современных городов с позиции экологического подхода [Текст] / Р.А. Казарян // Экономика строительства и природопользования. — 2021. — № 1 (78). — С. 28–34.
6. Ошовская, Н.В. Экологическая безопасность как необходимое условие устойчивого развития [Текст] / Н.В. Ошовская // Экономика строительства и природопользования. — 2019. — № 4 (73). — С. 31–35.
7. Рабцевич, О.В. Оценка состояния и уровня развития жилищного комплекса в регионах России [Текст] / О.В. Рабцевич, Э.И. Салагаева, А.А. Уварова // Экономика строительства и природопользования. — 2019. — № 3 (72). — С. 24–34.
8. Сигора, Г.А. Проблемы обеспечения экологически безопасного состояния в рекреационных зонах г. Севастополя [Текст] / Г.А. Сигора, Т.Ю. Хоменко, Л.А. Ничкова // Экономика строительства и природопользования. — 2020. — № 2 (75). — С. 125–132.
9. López, I. et al. Developing an indicators plan and software for evaluating street cleanliness and waste collection services/ I. López et al.//Journal of Urban Management. – 2017. – Т. 6. – №. 2. – С. 66–79.
10. Riccio, L.J., Miller, J., Bose, G. Polishing the big apple: Models of how manpower utilization affects street cleanliness in new york city / L.J. Riccio, J. Miller, G. Bose //Waste management & research. – 1988. – Т. 6. – №. 2. – С. 163–174.
11. Bel, G. Gasto municipal por el servicio de residuos sólidos urbanos / G. Bel //Revista de economía aplicada. – 2006. – Т. 14. – №. 41. – С. 5–32.
12. Benito-López, B., del Rocio Moreno-Enguix M., Solana-Ibañez J. Determinants of efficiency in the provision of municipal street-cleaning and refuse collection services / B. Benito-López, M. del Rocio Moreno-Enguix, J. Solana-Ibañez //Waste management. – 2011. – Т. 31. – №. 6. – С. 1099–1108.
13. Forcada, R.M. et al. La Enciclopedia del Medio Ambiente Urbano. Cerro Alto Editorial / R.M. Forcada et al. //Idea, Signo y Color, SL. – 1996.
14. De Borger, B. et al. Explaining differences in productive efficiency: An application to Belgian municipalities / B. De Borger et al. //Public Choice. – 1994. – Т. 80. – №. 3. – С. 339–358.
15. Руденко, З.А. Имидж города как инновационный инструмент маркетинга / З.А. Руденко, Н.Н. Голицова [Текст] // ЭКОНОМИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: ПРАВОВЫЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ сборник научных трудов 3-й Международной научно-практической конференции. — Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. — С. 130–136.
16. Заграничный, А.И. Особенности формирования имиджа города [Текст] / А.И. Заграничный, И.М. Кублин, С.А. Санинский // Промышленность: экономика, управление, технологии. — 2017. — № 3 (67). — С. 52–57.

17. Хмельченко, Е.Г. Роль управления благоустройством территории в формировании имиджа города Москвы [Текст] / Е.Г. Хмельченко, К.И. Заиц // Вестник университета. — 2017. — № 4. — С. 38–42.
18. Gertler, A. et al. A case study of the impact of winter road sand/salt and street sweeping on road dust re-entrainment / A. Gertler et al. // *Atmospheric Environment*. — 2006. — Т. 40. — №. 31. — С. 5976–5985.
19. Kuniyal, J.C., Jain, A.P., Shannigrahi, A.S. Solid waste management in Indian Himalayan tourists' treks: A case study in and around the Valley of Flowers and Hemkund Sahib / J.C. Kuniyal, A.P. Jain, A.S. Shannigrahi // *Waste Management*. — 2003. — Т. 23. — №. 9. — С. 807–816.
20. Chattopadhyay, S., Dutta, A., Ray, S. Municipal solid waste management in Kolkata, India—A review / S. Chattopadhyay, A. Dutta, S. Ray // *Waste management*. — 2009. — Т. 29. — №. 4. — С. 1449–1458.
21. Ольховая, Г.В. Устойчивость сельского хозяйства как социо-эколого-экономической системы: региональный аспект [Текст] / Г.В. Ольховая, Э.Э. Шамилева // *Экономика строительства и природопользования*. — 2021. — № 3 (80). — С. 64–77.
22. Османов, И.Х. Экономико-математическая модель оптимального размещения и определения рациональных мощностей предприятий по переработке твердых бытовых отходов (ТКО) на региональном уровне [Текст] / И.Х. Османов // *Экономика строительства и природопользования*. — 2020. — № 3 (76). — С. 23–27.
23. Фокина, Н.А. Формирование системы показателей оценки эколого-экономической устойчивости особо охраняемых природных территорий [Текст] / Н.А. Фокина // *Экономика строительства и природопользования*. — 2019. — № 3 (72). — С. 56–64.
24. Ветрова, Н.М. Угрозы устойчивости окружающей среды в системе эколого-экономического управления [Текст] / Н.М. Ветрова, А.А. Гайсарова // *Экономика строительства и природопользования*. — 2014. — № 4. — С. 13–17.
25. Кузьмина, Н.В. О структурно-логическом подходе к формированию инструментария экономической диагностики [Текст] / Н.В. Кузьмина, Е.В. Мартякова // *Экономика строительства и природопользования*. — 2021. — № 2 (79). — С. 51–56.
26. Акционерное общество "ЭКОТЕХПРОМ" / [Электронный ресурс] // Экотехпром: [сайт]. — URL: <https://eco-pro.ru/> (дата обращения: 22.07.2024).
27. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. N 3 "Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 2.1.3684-21 "Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий" (с изменениями и дополнениями)
28. Соколов, Л.И. Управление отходами (Waste management): учеб. пособие / Л.И. Соколов [Электронный ресурс] // Znanium: [сайт]. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/989567> (дата обращения: 31.05. 2022). —Режим доступа: по подписке.
29. Vesilind, P.A., Rimer, A.E. Unit operations in resource recovery engineering. — 1981.
30. Kleszcz, J., Maciejko, A. Impact of the municipal waste collection system in cities on urban space and the functioning of their inhabitants / J. Kleszcz, A. Maciejko // *Civil and Environmental Engineering Reports*. — 2020. — Т. 30. — №. 1. — С. 33–42.
31. Overpass-turbo / [Электронный ресурс] // Overpass-turbo: [сайт]. — URL: <https://overpass-turbo.eu/> (дата обращения: 28.07.2024).

ASSESSMENT THE EFFICIENCY OF MANAGEMENT OF STREET CLEANING AND WASTE COLLECTION SERVICES IN MOSCOW AS A CRITERION FOR SUSTAINABILITY OF THE SOLID MUNICIPAL WASTE MANAGEMENT SYSTEM.

Kurbatova A.I.¹, Hani abu Qdais², Savenkova E.V.³, Lozovskaia S.N.⁴

¹ Institute of Ecology, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba. 117198, 117198, Moscow, Miklukho-Maklaya St., 6, e-mail: kurbatova_ai@pfur.ru

² Water & Environmental Engineering, Civil Engineering Department Jordan University of Science & Technology, P.O.Box 3030, Irbid, 22110, Jordan, e-mail: hqdais@just.edu.jo

³ Institute of Ecology, Peoples' Friendship University of Russia named after Patrice Lumumba. 117198, 117198, Moscow, Miklukho-Maklaya St., 6, e-mail: savenkova-ev@rudn.ru

⁴ Department of Urban and Regional Development, National Research University Higher School of Economics, 101000, Moscow, Myasnitskaya St., 20, e-mail: snlozovskaya@edu.hse.ru

Annotation. The article assessed the condition of streets and the system of solid waste management in three districts of Moscow (Central Administrative District, Eastern Administrative District and South-Eastern Administrative District) using the CEI index. In Central Administrative District the CEI index was 84.25, which indicates the cleanliness of streets and the appropriate organisation of cleaning services. For the streets of Eastern Administrative District, the CEI index was 53.00 - "very dirty" streets. The CEI index for Southeast Administrative District was 48.25, reflecting a low level of service management. In determining the impact of Moscow zoning on street cleanliness and the functioning of the solid waste management system, it was found that near recreational areas and places where cultural facilities are concentrated, streets are rated 80 to 100 points clean, i.e. 'clean'. The proximity of industrial zones predetermines a low level of cleanliness, which is characteristic of the South-Eastern Administrative District and Eastern Administrative District.

Key words: street cleanliness, sustainability, solid municipal waste.

Раздел 2. Региональные проблемы природопользования

УДК 834. 172

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОДООЧИСТКИ АРМЯНСКОГО ФИЛИАЛА ОБЩЕСТВА С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ТИТАНОВЫЕ ИНВЕСТИЦИИ»

Самородова В.И.¹, Ничкова Л.А.²

^{1,2} Политехнический институт (структурное подразделение), ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», 299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33, e-mail: nichkova@sevsu.ru,

Аннотация. Представлены описание технологических процессов -ХВП КЦ, ХВО КЦ, ВПУ СКП, для частичного обессоливания осветленной воды с использованием мембранной технологии обратного осмоса, для глубокого обессоливания, и частично обессоленной воды, с использованием мембранной технологии обратного осмоса и технологии электродеионизации.

Ключевые слова: мембранная технология, ультрафильтрации химической промывке, датчик, доза, рецикл, На-катионирования для подготовки умягченной воды, обратный осмос, очищенная вода, пермеат.

ВВЕДЕНИЕ

Важной проблемой жизнеобеспечения населения является устойчивое водоснабжение. Учитывая опыт решения проблем обеспечения населения качественной водой [1-5], рассматриваются следующие технологии водоочистки:

1. ХВП (химоводоподготовка): для осветления исходной воды предлагается использовать реагентную обработку (дозирование гипохлорита натрия) и механическую фильтрацию через зернистую загрузку.

Для частичного обессоливания осветленной воды предлагается использовать мембранную технологию обратного осмоса.

2. ХВО (химоводоочистка): для полировочного умягчения частично обессоленной воды предлагается использовать ионообменную технологию На-катионирования.

3. ВПУ (водоподготовительные установки) СКП: для осветления исходной воды предлагается использовать реагентную обработку (дозирование гипохлорита натрия) и мембранную технологию ультрафильтрации.

Для частичного обессоливания осветленной воды предлагается использовать мембранную технологию обратного осмоса.

Для глубокого обессоливания частично обессоленной воды предлагается использовать мембранную технологию обратного осмоса и технологию электродеионизации.

ЦЕЛЬ СТАТЬИ

Цель статьи – выявить особенности подходов к решению проблем водоочистки.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Описание технологических процессов -ХВП КЦ:

Исходная вода с суммарным расходом 1271,4 м³/ч подогревается по существующей схеме до температуры +25...+30°C и подаётся в существующие баки известково-коагулированной воды.

В поток исходной воды перед баками дозируется (перемешивание дозируемого реагента в потоке обеспечивается с помощью статического смесителя) гипохлорит натрия для бактерицидной обработки, а также при подаче артезианской воды для окисления железа II (растворенная форма) до железа III (нерастворенная форма). Процесс дозирования контролируется по датчику окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) для обеспечения остаточной концентрации активного хлора в баках фильтра 0.3-0.5 мг/л. Доза активного хлора составит 0.5-1 г на 1 м³ исходной артезианской воды.

Из баков исходная вода с расходом 1271,4 м³/ч по существующей схеме подается на существующую установку механической фильтрации, которая представлена 6-ю (5 в работе + 1 в промывке) параллельными 3-х камерными фильтрами диаметром 3.4 м. При реконструкции в фильтрах производится замена загрузки (для эффективности фильтрации в каждой камере реализуется двухслойная загрузка: 4500 л антрацита 0.8-2.0 мм (верхний слой 0.5 м), 4500 л песка 0.5-1.0 мм (нижний слой 0.5 м), замена нижнего дренажно-распределительного устройства на коллекторно-лучевое с щелью 0.2 м, восстановление антикоррозионного покрытия и установка пневмоприводов на арматуру (для обеспечения автоматизации установки механической фильтрации).

Фильтрат с расходом 1271.4 м³/ч подается на установку обратного осмоса №1.

Для удаления отфильтрованных загрязнений на установке механической фильтрации периодически по существующей схеме производится взрыхление сжатым воздухом потоком 500 (для одной камеры) нормальных м³/ч при давлении 0.05 МПа в течение 5-10 минут и обратная промывка концентратом (от установки обратного осмоса) потоком 300 (для одной камеры) м³/ч в течение 15-20 минут. Частота и длительность промывки уточняются при пуско-наладке и могут изменяться оператором при эксплуатации. Промывные воды сбрасываются в производственную канализацию. Усредненный расход промывных вод от установки механической фильтрации составит 15.7 м³/ч.

Установка обратного осмоса №1 представлена 3-мя новыми параллельными подблоками.

В каждом подблоке в поток фильтрата дозируется (перемешивание дозируемого реагента в потоке обеспечивается с помощью статического смесителя):

- водный раствор метабисульфита натрия для удаления остаточных следов окислителей. Процесс дозирования контролируется по датчику ОВП. Доза метабисульфита натрия составит 1.5 г на 1 м³ фильтрата;

- антискалант Purotech RO101 для предотвращения отложений плохо растворимых неорганических солей на мембранах. Процесс дозирования контролируется по расходомеру. Доза антискаланта составит 5 г на 1 м³ фильтрата.

В каждом новом подблоке фильтрат проходит предварительную фильтрацию 5 мкм через 5-ть параллельных картриджных фильтров. Рабочее давление в каждом новом подблоке 1.6-1.85 МПа, что определяется температурой исходной воды (+25°C) и сроком службы мембран, создается с помощью частотно-регулируемых насосов (4 в работе + 1 резерв). Каждый подблок представлен 56-ю корпусами высокого давления, в которые загружается в которые загружается по 7-мь мембран стандарта 8040. Каждый подблок оснащается расходомерами для контроля потоков, датчиками давления для контроля перепада давления на картриджах и мембранах, кондуктометром для контроля качества пермеата.

Концентрат с суммарным расходом 254,4 м³/ч при давлении 0.1-0.2 МПа отводятся в производственную канализацию, но при необходимости (по сигналу датчика уровня) собирается в одном из существующих баков фильтрованной воды для промывки механических фильтров.

Пермеат с суммарным расходом 1017 м³/ч при давлении 0.1 МПа отводится в существующие баки обессоленной воды. Работа установок механической фильтрации и обратного осмоса контролируется по сигналам датчиков уровня в баках обессоленной воды.

Из баков пермеат с расходом 767 м³/ч по существующей схеме направляется на производственные нужды.

Из баков пермеат с расходом 250 м³/ч по существующей схеме подается в паровую котельную на существующую линию 2-ух ступенчатого Na-катионирования для подготовки умягченной воды для подпитки паровых котлов. При этом предлагается пермеат подавать сразу на фильтры 2-ой ступени только для полировочного умягчения.

Химическая промывка проводится обслуживающим персоналом в ручном режиме при значительном снижении производительности и/или качества очищенной воды на 10-15%.

Химическая промывка установки обратного осмоса проводится один раз в месяц. В качестве моющих средств используются:

- щелочная химическая промывка (рН 12). Для одной промывки установки обратного осмоса потребуется 840 кг щелочного моющего реагента Purotech RO265 (готовится 2% раствор на пермеате). Для эффективности промывки раствор нагревается с помощью электронагревателя до температуры +33...+35°C. Щелочная химическая промывка включает три стадии: замачивание

мембран в щелочном растворе в течение 1 часа, циркуляция щелочного раствора в течение 1 часа, промывка умягченной водой. Подблоки промываются последовательно.

- кислотная химическая промывка (рН 2). Для одной промывки установки обратного осмоса потребуется 1260 кг кислотного моющего реагента Purotech RO200 (готовится 3% раствор на пермеате). Для эффективности промывки раствор нагревается с помощью электронагревателя до температуры +33...+35°C. Кислотная химическая промывка включает три стадии: замачивание мембран в кислотном растворе в течение 1 часа, циркуляция кислотного раствора в течение 1 часа, промывка умягченной водой. Подблоки промываются последовательно.

При химической промывке используются оба раствора. Промывка растворами осуществляется последовательно, т.е. одновременно используется только один раствор. Обязательно между промывками и емкость и промываемое оборудование (мембраны) промываются очищенной водой. Очередность использования растворов определяется и может изменяться оператором при эксплуатации. Воды после химических промывок по существующей схеме отводятся в производственную канализацию.

ХВО КЦ:

В поток умягченного пермеата или питательную (после деаэратора) воду дозируется (перемешивание дозируемого реагента в потоке обеспечивается с помощью статического смесителя): щёлочь для корректировки рН до 8.5-10.5. Процесс дозирования контролируется по рН-метру. Доза 100% гидроксида натрия составит 7 г на 1 м³ умягченного пермеата.

ВПУ СКП:

Исходная артезианская вода с расходом 175,8 м³/ч при температуре +25°C (нагревается по существующей схеме) по существующей схеме подается в баки исходной воды (2 шт. объемом по 100 м³).

В поток исходной воды перед баками дозируется гипохлорит натрия для бактерицидной обработки, а также при подаче артезианской воды для окисления железа II (растворенная форма) до железа III (нерастворенная форма). Процесс дозирования контролируется по датчику окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) для обеспечения остаточной концентрации активного хлора в баках фильтрата 0.3-0.5 мг/л. Доза активного хлора составит 0.5-1 г на 1 м³ исходной артезианской воды.

В баки исходной воды также направляется рецикл установки ультрафильтрации с расходом 31 м³/ч.

Из баков исходная вода с расходом 206.8 м³/ч при давлении 0.3 МПа с помощью существующих частотно-регулируемых насосов (2 раб. + 1 резерв) по существующей схеме подается на установку ультрафильтрации.

Поток исходной воды по существующей схеме проходит предварительную фильтрацию последовательно 1000 и 200 мкм через существующие самопромывные сетчатые фильтры (по 1 в работе + 1 резерв для каждого номинала фильтрации). Промывные воды от самопромывных фильтров самотеком отводятся в канализацию.

Установка ультрафильтрации представлена 5-ю параллельными подблоками, в которых при реконструкции 9-ть параллельных вертикальных мембран заменяются на новые.

Рецикл с расходом 31 м³/ч возвращается в емкости отстоянной обработанной воды, фильтрат с расходом 175.8 по существующей схеме отводится в существующие баки фильтрата (2 шт. объемом по 100 м³) [6-9].

Для удаления отфильтрованных загрязнений периодически проводятся:

- водовоздушная промывка подачей сжатого воздуха потоком 26 нормальных м³/ч при давлении 0.1 МПа с помощью существующего компрессора (1 в работе + 1 резерв) и обратной подачей фильтрата потоком 75 м³/ч при давлении 0.2 МПа с помощью существующего частотно-регулируемого насоса (1 в работе + 1 резерв). Подблоки, находящиеся в работе, промываются последовательно. Для каждого подблока водовоздушная промывка проводится через каждые 45 минут работы в течение 120 секунд. Частота и длительность промывки уточняются при пуско-наладке и могут изменяться при эксплуатации. При каждом останове подблоков (например: по уровню в баках фильтрата) также производится обратная промывка. Промывные воды отводятся в производственную канализацию. Усредненный расход промывных вод составит 8 м³/ч.

- щелоче-гипохлоритная химическая промывка для удаления органических отложений и бактерицидной обработки. В качестве моющего раствора готовится на вторичном конденсате 0.1%

раствор щелочи (обеспечивается pH 10-11) с добавлением гипохлорита натрия до концентрации активного хлора 400 мг/л. Вода для большей эффективности промывки подогревается до температуры +30...+35°C с помощью электронагревателя. Химическая промывка включает следующие стадии: стандартная водовоздушная промывка, циркуляция моющего раствора в течение 15-30 минут, подача сжатого воздуха в течение 15-30 минут, повторная циркуляция моющего раствора в течение 15-30 минут, стандартная водовоздушная промывка. Подблоки, находящиеся в работе, промываются последовательно. Для каждого подблока щелочегипохлоритная химическая промывка проводится вместо стандартной водовоздушной промывки через каждые 15 дней работы. Частота и длительность стадий уточняются при пуско-наладке и могут изменяться при эксплуатации.

- кислотная химическая промывка для удаления неорганических отложений. В качестве моющего раствора готовится на вторичном конденсате 0.2% раствор серной кислоты (обеспечивается pH 2-3). Вода для большей эффективности промывки подогревается до температуры +30...+35°C с помощью электронагревателя. Химическая промывка включает следующие стадии: стандартная водовоздушная промывка, циркуляция моющего раствора в течение 15-30 минут, подача сжатого воздуха в течение 15-30 минут, повторная циркуляция моющего раствора в течение 15-30 минут, стандартная водовоздушная промывка. Подблоки, находящиеся в работе, промываются последовательно. Для каждого подблока кислотная химическая промывка проводится вместо стандартной водовоздушной промывки через каждые 15 дней работы. Частота и длительность стадий уточняются при пуско-наладке и могут изменяться при эксплуатации.

В баки фильтрата отводятся также концентрат установки обратного осмоса 1-ой ступени 15.2 м³/ч и концентрат установки электродеионизации 6.9 м³/ч.

Из баков фильтрат с расходом 189.9 м³/ч при давлении 0.3 МПа с помощью существующих насосов (2 рабочих + 1 резерв) по существующей схеме подается на существующую установку обратного осмоса, которая при реконструкции становится установкой обратного осмоса 1-ой ступени [10-13].

В поток фильтрата дозируются:

- водный раствор метабисульфита натрия для удаления остаточных следов окислителей. Процесс дозирования контролируется по ОВП. Доза сухого метабисульфита натрия составит 1.5 г на 1 м³ фильтрата.

- антискаланта Purotech RO101 для предотвращения отложений плохо растворимых неорганических солей на мембранах. Процесс дозирования контролируется по расходомеру. Доза антискаланта составит 5 г на 1 м³ фильтрата.

Поток фильтрата проходит предварительную фильтрацию 5 мкм по существующей схеме через 2 параллельных картриджных фильтра.

Рабочее давление установки 1-ой ступени 1.25-1.4 МПа, что определяется температурой исходной воды (+25°C) и сроком службы мембран, создается с помощью частотно-регулируемых насосов (2 рабочих + 1 резерв), при реконструкции все насосы будут иметь возможность быть рабочими, что обеспечит возможность увеличения рабочего давления до 1.7 МПа на случай увеличения солесодержания исходной артезианской воды.

Установка 1-ой ступени представлена 5-ю параллельными подблоками по 5-ть корпусов высокого давления, в которые при реконструкции загружаются по 6-ть новых мембран стандарта 8040.

Концентрат №1 с суммарным расходом 37.8 м³/час отводится в производственную канализацию.

Пермеат №1 с суммарным расходом 152,1 м³/час при давлении 0.1 МПа по существующей схеме отводится в существующие баки пермеата (2 шт. объемом по 100 м³).

Из баков пермеат №1 с расходом 152,1 м³/ч с помощью существующих насосов (2 рабочих + 1 резерв) подается на новую установку обратного осмоса 2-ой ступени, которую предлагается установить на месте существующей установки умягчения, которая при реконструкции демонтируется.

В поток пермеата №1 перед установкой обратного осмоса 2-ой ступени дозируется щёлочь для корректировки pH до 8.5. Процесс дозирования контролируется по pH-метру. Доза 100% гидроксида натрия составит 4 г на 1 м³ пермеата №1.

Поток пермеата №1 проходит предварительную фильтрацию 5 мкм по существующей схеме через 2 параллельных картриджных фильтра.

Рабочее давление установки 2-ой ступени 1-1.05 МПа создается с помощью частотно-регулируемых насосов (2 рабочих + 1 резерв). Установка 2-ой ступени представлена 5-ю параллельными подблоками по 3-а корпусов высокого давления, в которые загружается по 6-ть новых мембран стандарта 8040. Установка обратного осмоса 2-ой ступени оснащается контрольно-измерительными приборами аналогично существующей установке обратного осмоса.

Концентрат №2 с суммарным расходом 15.2 м³/час при давлении 0.2 МПа возвращается в баки фильтрата.

Пермеат №2 с суммарным расходом 136.9 м³/час при давлении 0.3 МПа отводится на существующую установку электродеионизации, которая представлена 5-ю параллельными подблоками по 2-е параллельных ячейки. Обессоливание происходит за счет подачи на один подблок постоянного электрического тока мощностью 3 кВт.

Концентрат с суммарным расходом 6.9 м³/ч при давлении 0.2 МПа возвращается в баки фильтрата.

Обессоленная вода с суммарным расходом 130 м³/ч при давлении 0.1 МПа по существующей схеме отводится в существующие баки обессоленной воды (2 шт. объемом по 100 м³), из которых с расходом 130 м³/ч при давлении 0.6 МПа с помощью существующих частотно-регулируемых насосов (2 рабочих + 1 резерв) по существующей схеме подается к месту потребления.

Для промывок установок ультрафильтрации, обратного осмоса и электродеионизации используются существующие станции химической промывки. Химическая промывка проводится обслуживающим персоналом в ручном режиме при значительном снижении производительности и/или качества очищенной воды на 10-15%.

Химическая промывка установки обратного осмоса 1-ой ступени проводится один раз в месяц. В качестве моющих средств используются:

- щелочная химическая промывка (pH 12). Для одной промывки установки обратного осмоса потребуется 125 кг щелочного моющего реагента Purotech RO265 (готовится 2% раствор на пермеате). Для эффективности промывки раствор нагревается с помощью электронагревателя до температуры +33...+35°C. Щелочная химическая промывка включает три стадии: замачивание мембран в щелочном растворе в течение 1 часа, циркуляция щелочного раствора в течение 1 часа, промывка умягченной водой. Подблоки промываются последовательно.

- кислотная химическая промывка (pH 2). Для одной промывки установки обратного осмоса потребуется 175 кг кислотного моющего реагента Purotech RO200 (готовится 3% раствор на пермеате). Для эффективности промывки раствор нагревается с помощью электронагревателя до температуры +33...+35°C. Кислотная химическая промывка включает три стадии: замачивание мембран в кислотном растворе в течение 1 часа, циркуляция кислотного раствора в течение 1 часа, промывка умягченной водой. Подблоки промываются последовательно.

При химической промывке используются оба раствора. Промывка растворами осуществляется последовательно, т.е. одновременно используется только один раствор. Обязательно между промывками и емкость и промываемое оборудование (мембраны) промываются очищенной водой. Очередность использования растворов определяется и может изменяться оператором при эксплуатации. Воды после химических промывок по существующей схеме отводятся в производственную канализацию.

Химическая промывка установки обратного осмоса 2-ой ступени проводится аналогично один раз в 4-6 месяцев [14, 15].

Химическая промывка установки электродеионизации проводится один раз в 4-6 месяцев. В качестве моющих средств используются:

- кислотная химическая промывка для удаления неорганических отложений. Для одной промывки одной ячейки готовится 400 л 2% раствора соляной кислоты. Для эффективности промывки раствор нагревается с помощью электронагревателя до температуры +33...+35°C. Кислотная химическая промывка включает: замачивание ячеек в кислотном растворе в течение 1 часа, циркуляцию кислотного раствора в течение 1 часа, промывку 5% раствором поваренной соли (готовится 700 л), промывку частично обессоленной водой.

- щелочная химическая промывка для удаления органических коллоидных отложений. Для одной промывки одной ячейки готовится 400 л 1% раствора щелочи + 5% раствора поваренной соли.

Для эффективности промывки раствор нагревается с помощью электронагревателя до температуры +33...+35°C. Щелочная химическая промывка включает: замачивание ячеек в щелочном растворе в течение 1 часа, циркуляцию щелочного раствора в течение 1 часа, промывку частично обессоленной водой.

- бактерицидная химическая промывка для удаления органических коллоидных отложений и бактерицидной обработки. Для одной промывки одной ячейки готовится 400 л 1% раствора перкарбоната натрия (1% раствор кальцинированной соды + 0.75% раствор пероксида водорода) или 1% раствора перуксусной кислоты. Для эффективности промывки раствор нагревается с помощью электронагревателя до температуры +33...+35°C. Бактерицидная химическая промывка включает: промывку 5% раствором поваренной соли (готовится 700 л), промывку частично обессоленной водой, замачивание мембран в бактерицидном растворе в течение 1 часа, циркуляцию бактерицидного раствора в течение 1 часа, промывку 5% раствором поваренной соли (готовится 700 л), промывку частично обессоленной водой [16].

Промывка растворами осуществляется последовательно, т.е. одновременно используется только один раствор. Обязательно между промывками и емкость и промываемое оборудование (ячейки) промываются обессоленной водой. Очередность использования растворов уточняется при пуско-наладке и может изменяться оператором при эксплуатации. Воды после химических промывок по существующей схеме отводятся в производственную канализацию.

При реконструкции восстанавливается антикоррозионное покрытие бакового хозяйства, существующего на ВПУ СКП.

Алгоритм работы соответствует результатам компьютерного моделирования процессов ультрафильтрации, обратного осмоса и электродеионизации с использованием программного обеспечения.

Управление работой установки осуществляется с помощью существующей локальной АСУ с её расширением для включения в комплекс ВПУ дополнительного оборудования.

Управление автоматической арматурой предлагается реализовывать с помощью пневмоприводов, сжатый воздух для которых обеспечивается от существующего компрессора (1 в работе + 1 резерв).

Установка эксплуатируется в автоматическом режиме и не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала. От обслуживающего персонала требуется периодические замена картриджей (1 раз в месяц), пополнение реагентами емкостей станций дозирования (1-2 раза в месяц), проведение химических промывок (1 раз в месяц).

ВЫВОДЫ

Одним из рассматриваемых вариантов улучшения водоснабжения предприятия предлагает частично решить потребности за счет бурения и эксплуатации среднемиоценового (нижележащего) водоносного горизонта, что позволит частично снять нагрузку с основного эксплуатационного водоносного горизонта. К данному заключению пришли в ходе выполненной Санкт-Петербургским горным университетом научно-исследовательской работы по научному сопровождению гидрогеологических работ для технического водоснабжения производственных объектов Армянского филиала ООО "Титановые Инвестиции". Для этого необходимо бурение одной разведочной скважины, по результатам опробования которой определить с необходимым количеством скважин для полного водоснабжения предприятия.

Этот путь предложен по результатам созданной в ходе НИР гидрогеологической математической модели участка Северо-Сивашского месторождения подземных вод.

Непосредственно на участке исследований распространены следующие водоносные горизонты и комплексы:

- водоносный горизонт четвертичных отложений (Q);
- водоносный горизонт плиоценовых отложений (N_2);
- водоносный комплекс сармат-мэотис-понтических отложений ($N_{1S2+3} + N_{1m} + N_{2p}$);
- водоносный горизонт среднемиоценовых отложений (N_1^2).

Водоносный комплекс сармат-мэотис-понтических отложений залегает третьим от поверхности земли, распространен на всей территории Краснопереконского района. Верхняя

наиболее водообильная часть комплекса – водоносный горизонт мэотис-понтических отложений, является основным эксплуатационным для северной части Крымского полуострова. Движение подземных вод обусловлено двумя встречными потоками по направлению к оси Северо-Сивашского прогиба: северным из Причерноморья и южным из Равнинно-Крымского бассейна, образующими подпор в районе Перекопского перешейка. Области питания для обоих потоков находятся далеко за пределами участка работ: для потока из Равнинно-Крымского артезианского бассейна в местах выхода отложений сармата на дневную поверхность или неглубокого их залегания на Тарханкутском плато и в Предгорьях, для встречного потока из Причерноморья в пределах Днепровской террасы южнее с. Каховка. Разгрузка осуществляется не только естественным путем в акваторию Черного моря, но и посредством водоотбора централизованными водозаборами, а также отдельными скважинами в населенных пунктах Красноперекопского района. Глубина залегания водосодержащих пород понта и мэотиса увеличивается с юга на север от 40,0 до 70,0 м.

Один из наиболее сложных вопросов – прослеживание изменения минерализации вод сармат-мэотис-понтического комплекса во времени, не имеет однозначного ответа. В качестве возможных причин увеличения минерализации добываемых вод разными авторами приводятся следующие:

- загрязнение минерализованными водами вышележащих водоносных горизонтов;
- подтягивание соленых вод из нижних прослоев эксплуатируемого водоносного горизонта;
- размыв засоленных пород зоны аэрации при подъеме уровня;
- подтягивание соленых вод с близлежащих участков с более высокой минерализацией;
- эмиссия поровых растворов вследствие изменения гидродинамических условий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Товстый, С.С. Пути решения вопросов эксплуатации технических устройств в химической промышленности в условиях отсутствия возможности глобальной модернизации предприятия / С.С. Товстый, О.А. Курдес, Е.Ф. Шаблий. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 49 (183). — С. 85-88. — URL: <https://moluch.ru/archive/183/47122/> (дата обращения: 31.10.2023).
2. Шаблий, Е.Ф. Решение проблем водообеспечения Северного Крыма / Е.Ф. Шаблий, С.С. Товстый, О.А. Курдес. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 43 (177). — С. 135-137. — URL: <https://moluch.ru/archive/177/46139/> (дата обращения: 31.10.2023).
3. Алферова, Л.А. Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий, комплексов и районов / Л.А. Алферова, А.П. Нечаев, С.В. Яковлева. – М.: Стройиздат, 2019. – 272 с.
4. Меннанов, Э.Э., Современные проблемы обеспечения населения Республики Крым качественной питьевой водой / Меннанов Э.Э., Борбот И.Н., Данилович И.В. // Экономика строительства и природопользования – 2022. – №4 (85). – С.99-105.
5. Ветрова, Н.М. Особенности формирования экологически безопасного водоснабжения на водоемких территориях / Ветрова Н.М., Борбот И.Н., Данилович И.В. // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2023. № 3-4 (92). С. 148-156
6. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: федер. закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ // Собрание законодательства РФ. – 1997. - №30. – С. 3588-3603.
7. Приказ МЧС России от 04.11.2004 № 506 «Об утверждении типового паспорта безопасности опасного объекта».
8. ГОСТ Р 22.0.05-94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Техногенные чрезвычайные ситуации. Термины и определения. – Введ. 1996–01–01. – М.: Издательство стандартов. – 1995. – 12 с.
9. О техническом регулировании [Текст]: федер. закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ // Рос. газета. – 2002. – 30 декабря. – № 245.
10. Руководство по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах» (Приказ Ростехнадзора от 11.04.2016 №144).
11. ГОСТ Р 12.3.047-2012 Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – Введ. 2014–01–01. – М.: Стандартинформ – 2014. – 62 с.

12. Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах [Текст] : РД 03-496-02: утв. постановлением Госгортехнадзора России 29.10.02. – М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2010. — 40 с.
13. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (приложение к приказу МЧС РФ от 10 июля 2009 года №404).
14. Белов, П.Г. Моделирование опасных процессов в техносфере [Текст] / П.Г. Белов. – М.: Издательство Академии гражданской защиты МЧС РФ. – 1999. – 124 с.
15. Лопанов, А.Н. Физико-химические основы теории горения и взрыва: учебное пособие / А.Н. Лопанов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 149 с.
16. Карауш, С.А. Оценка параметров промышленных взрывов [Текст]: учебное пособие / С.А. Карауш. – Томск: Изд-во Том. гос. архит. строит. ун-та, 2014. – 96 с.

THE PROSPECT OF USING RECYCLED WATER SUPPLY AT THE MOTOR TRANSPORT ENTERPRISES OF SEVASTOPOL IN CASE OF TECHNOGENIC POLLUTION

Nichkova L.A.¹ Samorodova V.I.²

^{1,2} Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation

Annotation. Data on water use at motor transport enterprises, and water consumption for production and household needs of these enterprises are presented. Volume of water consumption and wastewater disposal at the sites of motor transport enterprises. The volumes of water consumed at the sites are given from the water consumption books of the sites in the city of Sevastopol.

Keywords: membrane technology, ultrafiltration of chemical washing, sensor, dose, recycle, Na-cation for softened water preparation, reverse osmosis, purified water, permeate.

УДК 532.529.5+556.55

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЛОЖНЫХ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Пашенцев А.И.¹, Гармидер А.А.², Данилович И.В.³

¹ КФУ им. В.И. Вернадского, Институт «Академия строительства и архитектуры»
295493 г. Симферополь, ул. Киевская, 181, e-mail: Aleksandr_Pashentsev@mail.ru

² КФУ им. В.И. Вернадского, Институт «Академия строительства и архитектуры»
295015 г. Симферополь ул. Киевская, 181 e-mail: An111net@mail.ru

³ КФУ им. В.И. Вернадского, Институт «Академия строительства и архитектуры»
295015 г. Симферополь ул. Киевская, 181 e-mail: svdt@mail.ru

Аннотация. Разработан методический подход к оценке экологической безопасности системы водоснабжения как объекта водохозяйственного комплекса на основе интегрального метода. Результирующий показатель экологической безопасности определяется на основе интегральных показателей: техническое состояние системы водоснабжения, качество системы водоснабжения, качество грунтовых вод, находящихся в зоне влияния системы. Разработаны шкалы идентификации по указанным выше интегральным показателям, а также в целом по интегральному показателю экологической безопасности системы водоснабжения.

Ключевые слова: экологическая безопасность, система водоснабжения, качество водоподачи.

ВВЕДЕНИЕ

Система водоснабжения в процессе функционирования находится под воздействием внешних факторов, что способствует накоплению и проявлению внешних эффектов, приводящих к возникновению нештатных ситуаций и утечкам воды. Систематическое и несанкционированное поступление воды в почву и грунтовые воды способствует ухудшению экологической ситуации, что может сопровождаться подъемом уровня грунтовых вод, изменением их минерализации, местным подтоплением территории. В этой связи рассмотрение вопросов связанных с поддержанием системы водоснабжения на требуемом техническом уровне при обеспечении паритетных условий развития технической системы и компонент окружающей среды, при обеспечении условий качества водоснабжения является актуальным в настоящее время.

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования является разработка методического подхода к оценке экологической безопасности системы водоснабжения, работающей в периоде времени. Для достижения поставленной цели решены задачи: проведен анализ существующих подходов к оценке экологической безопасности объектов водохозяйственного комплекса, обоснован методический подход к оценке показателя экологической безопасности на основе интегрального метода с разработкой шкалы идентификации, проведена апробация предложенного методического подхода с обоснованием полученных результатов расчетного процесса.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Исследованию проблемы экологической безопасности технических систем водохозяйственного комплекса посвящены работы многих российских ученых, акцентирующих внимание на возможность сопряжения технических и экологических вопросов. Так П.И. Васин считает необходимым для защиты территории, расположенной в низинах от подтопления, использовать насосные станции, а показателем эффективности можно считать снижение уровня подтопления, чего можно добиться согласованием таких параметров как расход насосной станции, дренажный расход, расчетное время откачки с учетом осадков [1]. Влияние технического состояния закрытой оросительной системы (ЗОС) в условиях режима нормальной работы на экологическое состояние земельного участка исследована в работах А.И. Пашенцева [3], что позволило установить зависимость между объемом утечек из ЗОС и изменением уровня грунтовых вод с разработкой рекомендаций по совершенствованию работы оросительной системы. Исследование надежности конструктивных элементов водосбросного сооружения шахтного типа позволило уточнить величину скорости ниспадающего потока воды в конце быстрого и неразмывающей скорости нижнего бьефа, выполненного в виде каменной наброски, что отражено

работах А.И. Пашенцева [4]. Влияние устойчивости русла реки на процесс подтопления территории исследован в работах Н.И. Харитоновой [8], где акцент делается на выявление участков реки подверженных размыву, что осуществляется на основе расчета показателей: устойчивость к размыву откоса и дна реки, оценка допустимых параметров заложения откосов и неразмывающей скорости потока воды. При этом остаются малоизученными вопросы влияния линейных сооружений систем водоснабжения на экологическую безопасность, что позволяет авторам внести определенный вклад в изучении данной проблемы.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Существующие подходы к оценке экологической безопасности объектов водохозяйственного комплекса используют ограниченное количество показателей, что может привести к получению субъективного результата расчетного процесса. На наш взгляд нужно применить такой подход, который позволит с одной стороны повысить уровень объективности расчетного процесса, а с другой – позволит обосновать принятие решений, способных купировать негативный эффект воздействия объекта данного комплекса на окружающую среду.

В этой связи акцентируем внимание на методическом подходе расчета показателей экологической безопасности системы водоснабжения, который призван оценить степень влияния объекта водохозяйственного комплекса на окружающую среду, под которым будем понимать техническую систему, работающую в периоде времени, выполняющую свое функциональное предназначение и оказывающее негативное воздействие на окружающую среду ввиду происходящих на ней аварийных ситуаций и отказов, вызванных нарушением технологии и правил эксплуатации, что имеет случайный характер.

Нужно отметить, что акцентирование внимания на случайном характере обусловлено тем, что происходящие отказы можно исключить в результате повышения технологичности самой системы и расширением профессиональных компетенций обслуживающего персонала. Для рассматриваемого методического подхода характерны особенности:

1. Объектом исследования выступает система водоснабжения как сложная техническая система, состоящая из большого количества последовательно соединенных участков и подвергаемая влиянию внешних факторов в периоде времени.

2. Под системой водоснабжения понимаем «комплекс взаимосвязанных инженерных устройств и сооружений, обеспечивающих потребителей водой в требуемом количестве и требуемого качества» [7, с. 89].

3. Оценка экологической безопасности системы водоснабжения проводится на стадии эксплуатации исследуемого объекта (системы) для периода нормальной работы, для которого характерен установившийся параметр потока отказов.

4. Объект исследования относится к числу ремонтпригодных, что указывает на возможность устранить отказ в периоде времени и восстановить работоспособность, что учитывается показателем параметр потока отказов.

5. Методический подход включает в себя две составляющие: техническую и экологическую, причем вторая является производной от первой, так как техническая составляющая применяется для оценки технического состояния отдельных участков в частности и системы водоснабжения в целом, и создает необходимую базу данных для определения показателей экологической безопасности исследуемой системы.

6. Система показателей в данном методическом подходе основана на расчете относительных коэффициентов не имеющих размерность, что позволяет повысить уровень объективности расчетного процесса и не задействовать аппарат функции желательности для приведения показателей в сопоставимый вид.

7. В методическом подходе используются единичные показатели на основе, которых проводится расчет комплексных показателей технической и экологической составляющих (рисунок 1).

8. В методическом подходе используются три группы показателей: технического состояния системы водоснабжения, качества системы водоснабжения, качества грунтовых вод.

9. Для расчета итоговых групповых и результирующего показателя экологической безопасности используется интегральный метод.

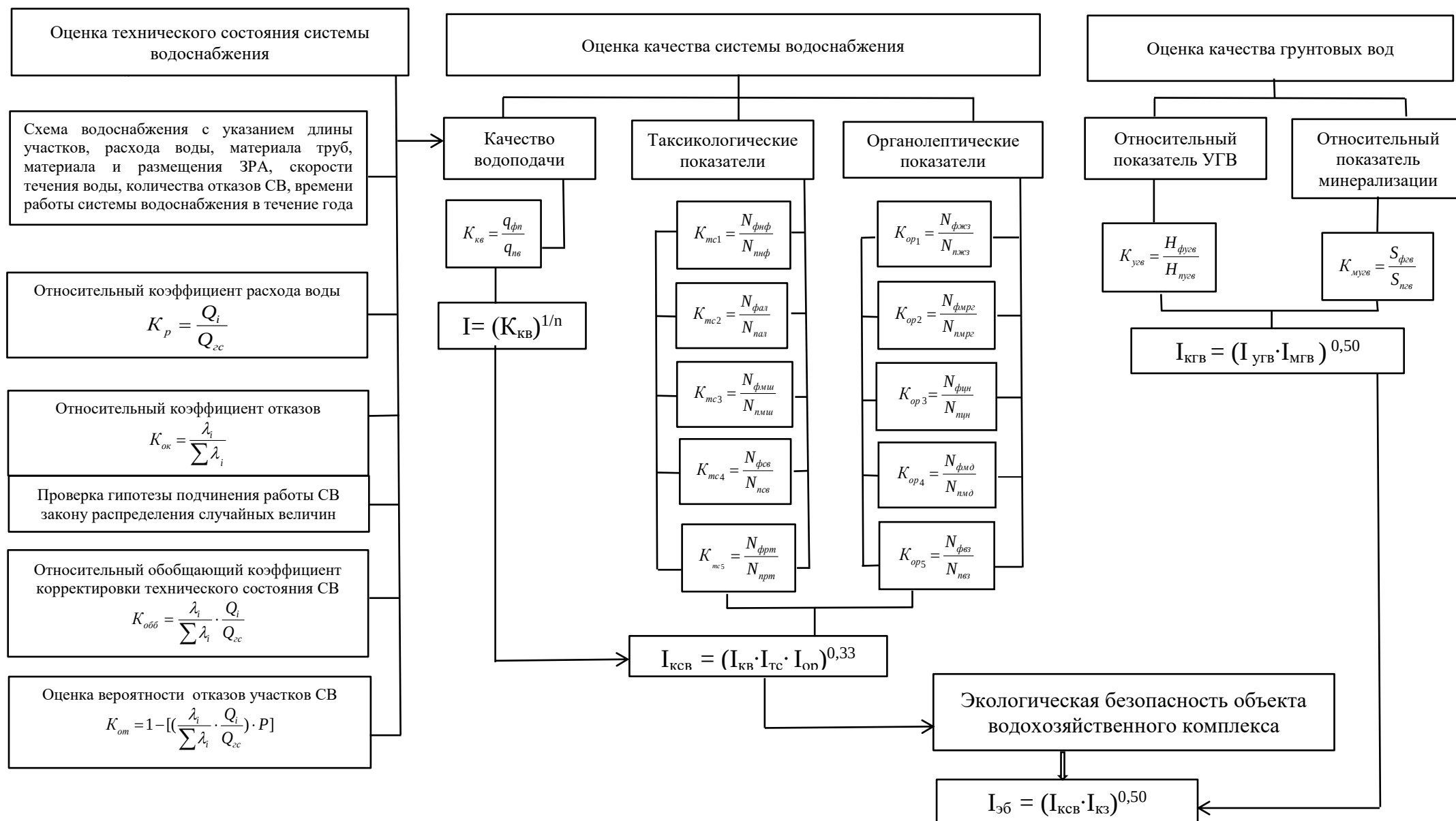


Рис.1. Методический подход к оценке экологической безопасности объекта водохозяйственного комплекса в процессе его эксплуатации

10. В методическом подходе используются равное количество единичных показателей для исключения субъективности расчетного процесса.

11. Для обоснования выводов по итоговым групповым и результирующему показателю разработана шкала идентификации.

Таблица 1.

Идентификация вероятности безотказной работы системы водоснабжения

Интервал оценки ВБР	Уровень ВБР системы водоснабжения	Развернутая характеристика
1,00-0,900	Высокий	Система водоснабжения работает в нормальном эксплуатационном режиме, подача, давление на участках СВ соответствуют проектным, параметр потока отказов элементов минимальный и не вызывает необходимость проведения ремонтных работ, проведением профилактических работ обеспечивается купирование проявления негативных эффектов
0,989-0,850	Благоприятный	Система водоснабжения работает в нормальном эксплуатационном режиме, фактический параметр потока отказов и частота отказов позволяет ей выполнять заданные функции, под воздействием внешних факторов происходит накопление и проявление негативных эффектов, устраняемые в сроки согласно требований нормативных документов
0,849-0,800	Средний	Система водоснабжения работает в нормальном эксплуатационном режиме, зафиксировано увеличение количества отказов, что привело к росту параметра потока отказов, снижению давления и расхода в краткосрочном периоде времени, не повлекшее за собой возникновение аварийных ситуаций с отключением отдельных участков сети
0,799-0,750	Низкий	Система водоснабжения работает с перебоями и частными остановами ввиду необходимости проведения ремонтных работ, подача и давление в СВ не соответствует данным гидравлического расчета, зафиксировано увеличение количества отказов на трубопроводах, запорно-регулирующей арматуры. Проявление негативных эффектов носит систематический характер, необходима замена отдельных конструктивных элементов системы

В основе подхода расчета коэффициента технического состояния системы водоснабжения находится учет интенсивности отказов участков системы, что предусматривает сбор, обработку и анализ данных об отказах в нормальный период работы, который характерен для системы, прошедшей период приработки и отличающийся установившимся незначительным количеством отказов, устраняемых в нормативный период времени согласно сложности. В процессе работы поток воды движется по разным участкам системы водоснабжения согласно параметров гидравлического расчета. Однако ввиду изменяющихся внешних факторов, оказывающих влияние на работоспособность как отдельных участков, так и системы водоснабжения в целом, происходит возникновение и накопление негативных эффектов, приводящих в отказам, что проявляется в виде утечек воды, что приводит к снижению давления и расхода. Возникновение негативных эффектов учитывается двумя относительными коэффициентами: расхода воды и отказов.

$$K_p = \frac{Q_i}{Q_{uc}}; \quad (1)$$

где Q_i , Q_{uc} – соответственно расход воды i -ого участка и в голове системы водоснабжения.

$$K_{ок} = \frac{\lambda_i}{\sum \lambda_i}; \quad (2)$$

где λ_i , $\sum \lambda_i$ – соответственно параметр потока отказов i -ого участка и суммарный поток отказов по системе водоснабжения в целом.

Данный подход позволяет определить показатель технического состояния как i -ого участка, так и системы водоснабжения в целом. Это позволяет установить участки подверженные отказам и

разработать мероприятия по их купированию. При этом обобщающий показатель технического состояния является интегральным, что позволяет минимизировать субъективность расчетного процесса. Идентификация полученных показателей проводится по данным таблицы 1, где представлены интервальные оценки (определены на основе экспериментальных данных), уровень и развернутая характеристика каждого из них.

Таблица 2.

Идентификация качества системы водоснабжения

Интервал оценки безвредности воды	Уровень безвредности воды	Развернутая характеристика
1,00-0,970	Высокий	Система водоснабжения работает в нормальном эксплуатационном режиме, вода СВ абсолютна безвредна, пригодна к потреблению
0,969-0,939	Благоприятный	Система водоснабжения работает в нормальном эксплуатационном режиме, объем утечек не превышает 0,5% от объема сетевой воды, вода системы водоснабжения абсолютна безвредна, пригодна к потреблению
0,938-0,908	Средний	Система водоснабжения работает в нормальном эксплуатационном режиме, объем утечек не превышает 1,5% от объема сетевой воды, вода СВ безвредна, пригодна к потреблению
0,907-0,878	Низкий	Система водоснабжения работает с нарушением нормального режима эксплуатации, утечки воды по трассе превышают 2% от объема сетевой воды, вода пригодна к потреблению, необходим контроль за состоянием воды, возможно влияние сезонного фактора на ухудшение качества воды
Менее 0,877	Критический	Система водоснабжения работает с нарушением нормального режима эксплуатации, наблюдается рост параметра потока отказов, вода не пригодна к потреблению, фактические показатели химических веществ, содержащихся в воде существенно превышают нормативные

Оценка качества системы водоснабжения включает в себя три расчетных процесса:

1. Качество водоподдачи – проводится путем сопоставления фактического расхода воды (определяется с учетом объема утечек по участкам системы водоснабжения) и планового (данные гидравлического расчета).

2. Интегрального показателя безвредности воды, определяемого по таксикологическим показателям на основе лабораторных данных по содержанию в исследуемых пробах воды нефтепродуктов, алюминия, мышьяка, свинца, ртути. Для этого необходимо сопоставить фактическое и нормативное содержание указанных выше веществ.

3. Интегрального показателя благоприятности воды, определяемого по органолептическим показателям на основе лабораторных данных по содержанию в исследуемых пробах воды железа, марганца, цинка, меди, взвешенных частиц. Для этого нужно сопоставить фактическое и нормативное содержание указанных выше веществ.

Интегральный показатель качества системы водоснабжения предлагается определять:

$$I_{\text{КВ}} = (I_{\text{КВ}} \cdot I_{\text{ТС}} \cdot I_{\text{ОР}})^{0,33}; \quad (3)$$

где $I_{\text{КВ}}$, $I_{\text{ТС}}$, $I_{\text{ОР}}$ – интегральные показатели качества подподачи, безвредности и благоприятности, определенные соответственно по таксикологическим и органолептическим показателям.

Идентификация полученных показателей проводится по данным таблицы 2, где представлены интервальные оценки (определены на основе экспериментальных данных), уровень и развернутая характеристика каждого из них.

Нужно отметить, что расчет интервальных оценок производился на основе фактических данных объекта исследования с использованием формулы Старджеса. Для получения объективной интерпретации полученных результатов расчета разработана детальная характеристика каждого из

них, включающая в себя обоснование данных по объему утечек, что было введено на основании консультаций с специалистами водного хозяйства Республики Крым.

Таблица 3.

Идентификация качества грунтовых вод в районе работы системы водоснабжения		
Интервал оценки качества грунтовых вод	Уровень качества грунтовых вод	Развернутая характеристика
1,00-0,850	Высокий	Система водоснабжения работает в нормальном эксплуатационном режиме, утечек не обнаружено, подъема грунтовых вод не зафиксировано
0,849-0,700	Благоприятный	Система водоснабжения работает в нормальном эксплуатационном режиме, отмечены утечки воды из системы, имеющие не регулярный характер, подъема уровня грунтовых вод и изменения их минерализации не выявлено
0,699-0,550	Средний	Система водоснабжения работает с нарушением режима нормальной эксплуатации, отмечены значительные утечки воды из СВ, имеющие систематический характер, при этом подъема уровня грунтовых вод, а также изменения их минерализации не выявлено
0,549-0,400	Низкий	Система водоснабжения работает с нарушением режима нормальной эксплуатации, отмечены существенные утечки воды из СВ, имеющие систематический характер, зафиксирован подъем уровня грунтовых вод, при этом выявлено изменение их минерализации.
Менее 0,400	Критический	Система водоснабжения работает с нарушением режима нормальной эксплуатации, отмечены существенные утечки воды из СВ, приведшие в подтоплению отдельных участков

Оценка качества грунтовых вод в зоне влияния системы водоснабжения включает в себя два расчетных процесса:

1. Относительный показатель уровня грунтовых вод – определяется путем сопоставления уровня залегания грунтовых вод в периоде времени, а именно фактический в момент проведения исследования и предыдущий. Для этого необходимо располагать базой данных по результатам исследования и хранить ее в специальном блоке данных.

2. Относительный показатель минерализации грунтовых вод – определяется путем сопоставления данных минерализации грунтовых вод в момент проведения исследования и предыдущий период времени. Эти данные можно получить на основе проведения лабораторных исследований по образцам, отобраным в зоне работы системы водоснабжения.

Нужно отметить, что в процессе функционирования системы водоснабжения в результате влияния внешних факторов происходит возникновение, проявление и накопление негативных эффектов, которые могут привести к проявлению отказов и утечкам воды с последующим просачиванием в почву и возможным пополнением грунтовых вод.

Поступление пресной воды способствует изменению солевого состава грунтовых вод, что несомненно покажет результат лабораторных анализов в динамике.

Интегральный показатель качества грунтовых вод предлагается определять:

$$I_{\text{кгв}} = (I_{\text{угв}} \cdot I_{\text{мгв}})^{0,50}; \quad (4)$$

где $I_{\text{угв}}$, $I_{\text{мгв}}$ - соответственно относительные показатели уровня грунтовых вод, минерализации грунтовых вод.

Идентификация полученных показателей проводится по данным таблицы 3, где представлены интервальные оценки (определены на основе экспериментальных данных), уровень и развернутая характеристика каждого из них. Критический уровень качества грунтовых вод соответствует интервальной оценке менее 0,40, что указывает на возможность подтопления территории ввиду

возможного подъема уровня грунтовых вод, вызванное совместным действием природно-климатических условий и утечками из системы водоснабжения в периоде времени.

Таблица 4.

Идентификация экологической безопасности системы водоснабжения

Интервал оценки безвредности воды	Уровень безвредности воды	Развернутая характеристика
1,00-0,900	Высокий	Система водоснабжения работает в нормальном эксплуатационном режиме, вода абсолютна безвредна и пригодна к потреблению, утечек не обнаружено, подъема уровня и изменения минерализации грунтовых вод не зафиксировано
0,899-0,800	Благоприятный	Система водоснабжения работает в нормальном эксплуатационном режиме, вода безвредна и пригодна к потреблению, возможны утечки не регулярного характера не приводящие к подъему уровня и изменению минерализации грунтовых вод
0,799-0,700	Средний	Система работает с нарушением нормального режима эксплуатации, вода безвредна и пригодна для потребления, наблюдаются утечки не приводящие к местному подъему и «выклиниванию» грунтовых вод, минерализация не изменяется
0,699-0,600	Низкий	Система водоснабжения работает с нарушением режима нормальной эксплуатации, отмечены существенные утечки воды, имеющие систематический и регулярный характер, зафиксирован подъем уровня грунтовых вод и изменение их минерализации, выявлено местное «выклинивание» грунтовых вод, вода не безопасна в потреблении, нужен контроль сезонного характера за химическим состоянием воды
Менее 0,600	Критический	Система водоснабжения находится в аварийной ситуации, имеют место систематические утечки, приводящие к остановке работы системы, отмечается подтопление на отдельных участках с размывом трассы, вода не пригодна к потреблению

Оценка экологической безопасности системы водоснабжения осуществляется обобщенным интегральным показателем, рассчитанным на основе интегральных показателей:

1. Качества водоснабжения, определяемого как корень третьей степени из произведения интегральных показателей качества водоподачи, безвредности, благоприятности воды, подаваемой системой водоснабжения в конкретном районе.

2. Качества грунтовых вод в зоне функционирования системы водоснабжения, который определяется как корень квадратный из произведения интегральных показателей, отражающих изменение уровня грунтовых вод и их минерализации, вызванное поступающими утечками воды ввиду отказов на системе водоснабжения.

Идентификация полученных показателей проводится по данным таблицы 4, где представлены интервальные оценки (определены на основе экспериментальных данных), уровень и развернутая характеристика каждого из них. Необходимо отметить, что для повышения объективности расчетного процесса установлены шесть интервальных оценок с использованием формулы Старджеса на основе имеющейся базы данных на примере объекта исследования. Протяженность каждого интервала составляет 0,100, что свидетельствует об установлении требований по формированию условий для отнесения к определенному уровню безвредности.

Авторское видение характеристики интервальной оценки экологической безопасности: техническую составляющую, качества водоснабжения и грунтовых вод в зоне работы системы водоснабжения.

Таблица 5.

Апробация методического подхода к оценке экологической безопасности линейной системы водоснабжения

Участок системы	$K_{тс}$	$K_{кв}$	$K_{ткс}$	$K_{орг}$	$K_{утв}$	$K_{мнр}$	$K_{эблсв}$
1	2	3	4	5	6	7	8
НС-П1	0,982	1,00	$N_{нф}=1,81$ $N_{ал}=4,14$ $N_{мш}=0,50$ $N_{св}=2,00$ $N_{рт}=1,25$	$N_{жз}=0,88$ $N_{мрт}=0,91$ $N_{цин}=1,73$ $N_{мд}=0,89$ $N_{взв}=1,11$	0,89	0,85	1,178
П1-П2	0,998	0,945			0,76	0,89	
П2-П3	0,931	0,967			0,67	0,72	
П3-П4	0,942	1,00			0,81	0,88	
П4-П5	0,996	1,00			0,65	0,73	
П5-П6	0,997	0,957			0,91	0,92	
П6-П7	0,996	0,984			0,59	0,75	
П7-П8	0,997	1,00			-	-	
П8-П9	0,999	0,979			-	-	
П9-п.38	0,999	0,897			-	-	
Итого	0,983	0,972	2,161	1,063	0,747	0,817	
Система водоснабжения работает в нормальном эксплуатационном режиме, вода абсолютна безвредна и пригодна к потреблению, утечек не обнаружено, подъема уровня и изменения минерализации грунтовых вод не зафиксировано							

В графе 1 (участок системы) представлены пункты подачи воды от насосной станции до конечного потребителя, что указывает на довольно разветвленную сеть. Графа 2 (коэффициент технического состояния), определенного по данным отказов за период наблюдения за работой системы. Система отличается высоким уровнем технического состояния, который изменяется в пределах 0,931-0,999, при этом показатель в целом по системе составляет 0,983. Это позитивно отражается на показателях качества водоподачи, изменяющиеся по пунктам в пределах 0,945-1,00, что также соответствует высокому уровню. Изучение безвредности воды производилось на основе лабораторных данных по пяти веществам: нефтепродукты, алюминий, мышьяк, свинец, ртуть - показатели указывают на значительный запас фактических данных относительно нормативных данных, интегральный показатель безвредности составляет 2,161. Изучение благоприятности воды производилось на основе лабораторных данных по пяти веществам: железо, марганец, цинк, медь, взвешенные частицы - показатели указывают на значительный запас фактических данных относительно нормативных данных. Интегральный показатель благоприятности составляет 1,063. Численные значения обоих показателей указывают на наличие хороших качественных свойств используемой воды для водоснабжения, а содержание в ней веществ не превышает установленных нормативов. Нужно отметить, что при достаточно высоком уровне технического состояния системы водоснабжения, тем не менее имеются определенные утечки воды, которые вызваны отказами на системе. Однако объем утечек воды не большой, а изменение уровня грунтовых вод в зоне функционирования системы скорее обусловлены сезонным влиянием- выпадением атмосферных осадков в т.ч. экстремальных ливней, интегральный показатель 0,747, а уровень грунтовых вод не поднимается выше 10,78-10,95 м. Отмечается минимальное влияние на уровень минерализации грунтовых вод, так как интегральный показатель составляет 0,817. В целом по системе водоснабжения показатель экологической безопасности составляет 1,178, что соответствует высокому уровню при наличии определенного запаса в 17,80%.

ВЫВОДЫ

Разработан и обоснован методический подход к оценке экологической безопасности системы водоснабжения на основе интегрального метода расчета результирующего показателя, учитывающий показатели технического состояния системы, качества системы водоснабжения, качественного состояния грунтовых вод, находящихся в зоне влияния системы водоснабжения.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Целесообразно использовать предложенный методический подход к оценке экологической безопасности системы водоснабжения в периоде времени для составления карты-схемы изменения результирующего показателя на примере определенного населенного пункта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васин, П.И. Дренажные системы низинных земель [Текст] / П.И. Васин. – Саратов: Мысль. – 2021. – 190 с.
2. Ветрова, Н.М. Уровень экологической безопасности территории Крыма с учетом комплекса техногенных факторов [Текст] / Н.М. Ветрова, Т.В. Вереха // Экономика строительства и природопользования. – 2020. – № 3 (76). – С. 123-128.
3. Пашенцев, А.И. Оценка и обеспечение экологической надежности закрытых оросительных систем [Текст] автореф. дис. канд. тех., наук / А.И. Пашенцев. – Симферополь: КИПКС, 1997. – 16 с.
4. Пашенцев, А.И. Систематизация факторов, влияющих на инженерную защиту закрепленных русел [Текст] / А.И. Пашенцев, А.А. Гармидер, Т.Е. Кумович // Экономика строительства и природопользования. – 2023. – №1 (86). – С. 65 - 73 с.
5. Ростовцев, А.Н. Городские системы водоснабжения [Текст] / А.Н. Ростовцев. – Владимир: Наука. – 2022. – 196 с.
6. Тимченко, З.В. Экологическая надежность малых рек Крыма:[Текст] / З.В. Тимченко. – Симферополь: АРИАЛ. – 2018. – 177 с.
7. Таболин, Е.Г. Эксплуатация систем водоснабжения [Текст] / Е.Г. Таболин. – Красноярск: МТП. – 2021. – 198 с.
8. Харитонов, Н.И. Оценка неразмывающей скорости потока воды в малых реках [Текст] / Н.И. Харитонов // Рациональное использование водных ресурсов Российской Федерации: проблемы и перспективы. Междунар. науч-практич. конф. 15 ноября 2020. – Екатеринбург, 2020. – С. 89-95с.
9. Уфимцев, А.Г. Остаточный ресурс систем водоснабжения [Текст] / А.Г. Уфимцев, П.П. Свиридов // Символ науки. – 2017. – № 1. – С. 156 - 163 с.
10. Чепиков, П.И. Эксплуатация систем водоснабжения [Текст] / П.И. Чепиков. – Пермь: Наука. – 2019. – 185 с.

A METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESSING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF LINEAR WATER SUPPLY SYSTEMS

Pashentsev A.I.¹, Garmider A.A.², Danilovich S.V.³

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Institute "Academy of Construction and Architecture",
Simferopol, Crimea

Annotation. A methodological approach has been developed to assess the environmental safety of the water supply system as an object of the water management complex based on the integral method. The resulting indicator of environmental safety is determined on the basis of integral indicators: the technical condition of the water supply system, the quality of the water supply system, the quality of groundwater in the zone of influence of the system. Identification scales have been developed for the above-mentioned integral indicators and, in general, for the integral indicator of environmental safety of the water supply system.

Keywords: environmental safety, water supply system, water supply quality.

УДК 162.211.4 + 204.032

АНАЛИЗ НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ РОСТЕХНАДЗОРА ПО РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ

Юрченко А.С.¹, Ничкова Л.А.²

^{1,2} Политехнический институт (структурное подразделение), ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», 299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33, e-mail: nichkova@sevsu.ru,

Аннотация. В статье рассматривается информация о несчастных случаях, произошедших в ходе эксплуатации различного оборудования, энергоустановок организаций, подконтрольных органам Ростехнадзора, с января по июль 2024 года. Представлены мероприятия направленные на повышения уровень организации безопасного производства работ на электрических установках. Мероприятия направленные на исключения допуска персонала к работе без обязательной проверки выполнения организационных и технических мероприятий при подготовке рабочих мест.

Ключевые слова: Статистические показатели, Государственный инспектор, пожарный надзор, Республика Крым, протокол об административных правонарушениях, надзорная деятельность, штраф.

ВВЕДЕНИЕ

Индустриализация современного общества, усложнение технологических процессов производства неизбежно ведут к появлению негативных явлений, связанных с возникновением чрезвычайных ситуаций. Продолжают наносить огромный ущерб, опасные природные явления и стихийные бедствия метеорологического, гидрологического и геофизического происхождения. Разрушение зданий, сооружений, промышленных объектов, гибель людей и материальных ценностей имеют место не только во время войны, но и в мирное время в результате стихийных бедствий, производственных аварий и катастроф.

В связи с этим, важное социальное и экономическое значение имеет работа, направленная на проведение мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций. Знание основных характеристик стихийных бедствий, аварий, катастроф, современных средств нападения и их поражающих факторов, умение организовать защиту людей, продовольствия, водных источников и техники считается важнейшим и необходимым условием деятельности каждого из них в современных условиях, гарантией высокой готовности промышленного объекта к действиям в экстремальной ситуации [1, 2]. Защита населения в чрезвычайных ситуациях мирного времени осуществляется в рамках Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС).

Основополагающими законодательными актами в области защиты населения, материальных и культурных ценностей и территорий от чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биолого-социального характера являются:

Основной закон Российской Федерации (далее – РФ) – Конституция РФ от 12.12.1993 года (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 №6-ФКЗ, от 30.12.2008 №7-ФКЗ, от 05.02.2014 №2-ФКЗ, от 21.07.2014 №11-ФКЗ). Конституция РФ провозглашает человека, его права и свободы высшей ценностью, а признание, соблюдение и защиту прав и свобод человека и гражданина – обязанностью государства.

ДАННЫЕ И МЕТОДЫ

За отчётный период 2024 года произошло 17 несчастных случаев со смертельным исходом (17 погибших). За аналогичный период в 2023 году произошло 25 несчастных случаев (26 погибших), идет динамика снижения несчастных случаев со смертельным исходом [3-5]. Опасности в промышленности и энергетике, которые возникли в процессе эксплуатации промышленных и гражданских зданий и сооружений, объектов жилищно-коммунального хозяйства, систем жизнеобеспечения и коммуникаций, транспортных систем, при использовании химических и радиоактивных веществ, на объектах, поднадзорных Управлению по промышленной безопасности, электроэнергетике и безопасности гидротехнических сооружений города Севастополя находятся в

пределах, установленных законодательством Российской Федерации. На рисунке 1 представлена динамика травматизма со смертельным исходом за отчётный период.

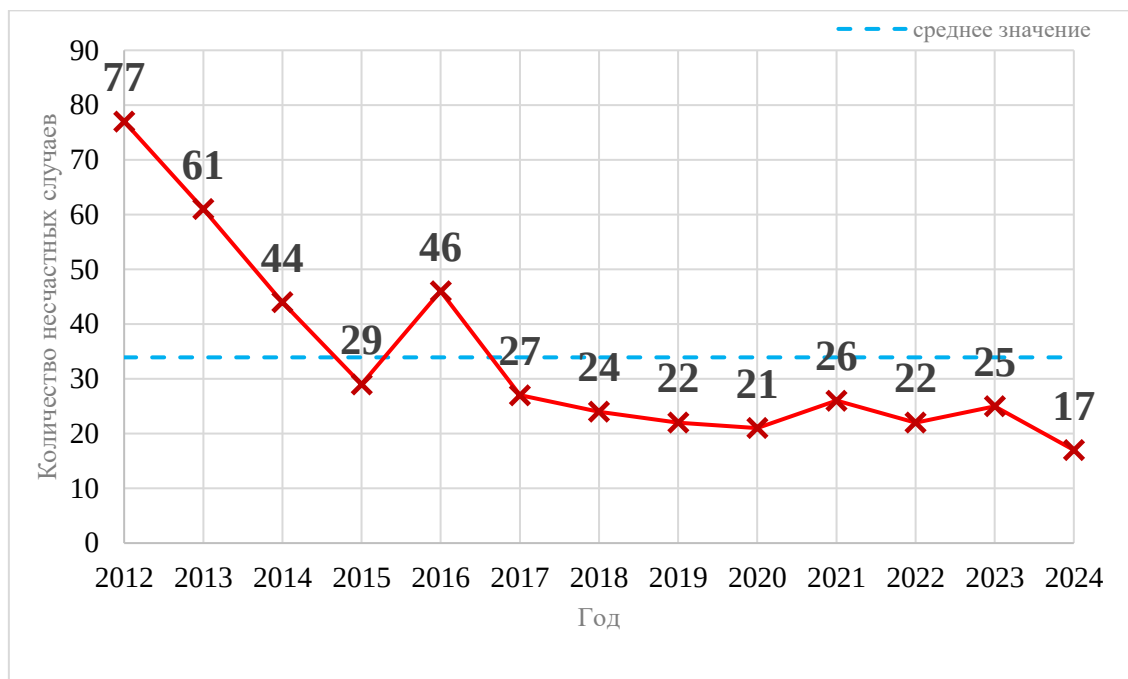


Рис. 1. Динамика травматизма со смертельным исходом за отчётный период

На объектах электрических сетей произошло 10 несчастных случаев со смертельным исходом, на электроустановках потребителей – 6, на теплогенерирующих установках и тепловых сетях – 1 (Рис. 2).

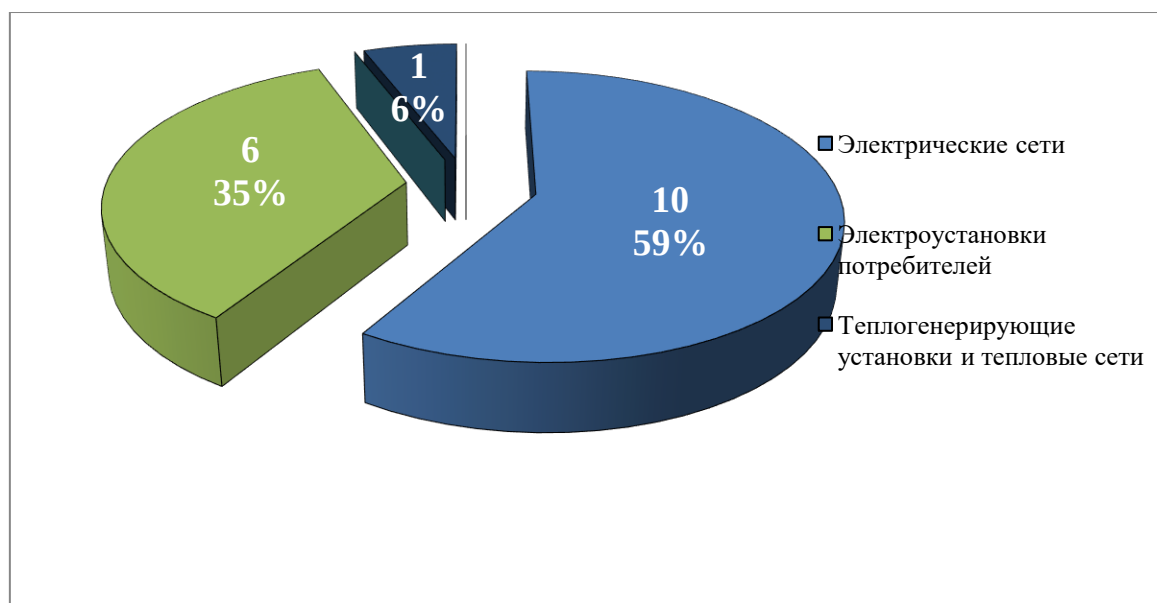


Рис. 2. Распределение несчастных случаев по видам объектов Ростехнадзора

Материалы о расследованных несчастных случаях в открытом доступе размещены на официальном сайте Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.

В 2024 году наибольшее количество несчастных случаев со смертельным исходом произошло в организациях, поднадзорных управлению Ростехнадзора (Рис. 3).

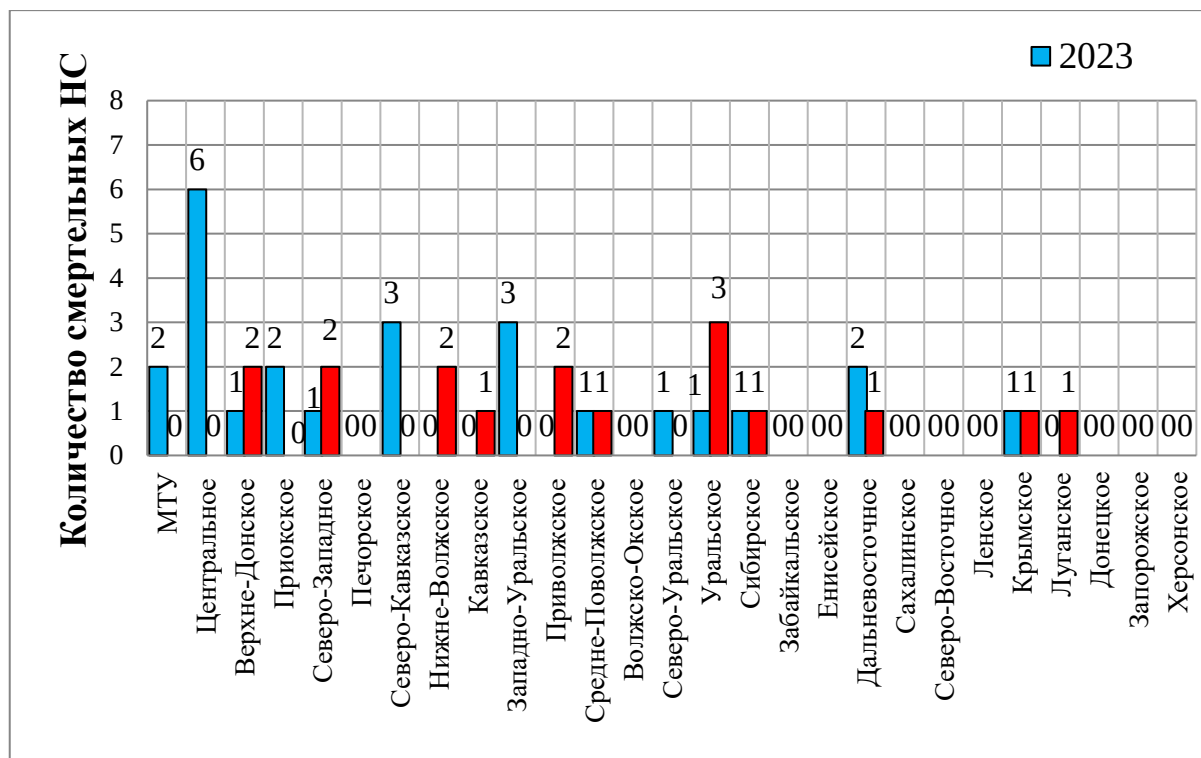


Рис.3. Обстоятельства несчастных случаев со смертельным исходом, произошедших за отчётный период

В июле 2024 г. зарегистрировано 5 несчастных случаев. Причины несчастного случая, как правило нарушение работником дисциплины труда, выразившееся в нахождении на территории помещения токопроводов (электроустановки), пересечении сигнальной ленты со знаком безопасности «Стоять! Напряжение!», приближению и прикосанию к электрооборудованию, находящемуся под напряжением, без диэлектрических средств индивидуальной защиты, в нарушении требований п. 3.3, 3.6, 4.2, 4.8 Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утвержденных Приказом Минтруда России от 15.12.2020 № 903н, и ст. 215 Трудового Кодекса Российской Федерации, п. 3.1, 3.12 Инструкции по охране труда. В жилищно-коммунальном хозяйстве функционирует 132 котельных, 5 водозаборов, 2 очистных сооружений водопровода, 9 очистных сооружений канализации. Протяженность тепловых сетей составляет 630,5 км, водопроводных 1144,94 км, канализационных 607,1 км, электрических 2938,1 км. По территории города проходит свыше 200 км железнодорожных путей, более 70 км морских судоходных путей, более 759 км автомобильных дорог, более 140 км газопроводов [6-9].

В качестве примера, приведем случай, что в ходе осмотра «Клима-3» электромонтёрами и было установлено, что теплоагрегатор не пригоден для ремонта и подлежит замене. Электромонтёры произвели его отключение от питающей электрической сети (КЛ 0,4 кВ). Мастер по ремонту оборудования по телефону проинформировал энергетика цеха № 5 о необходимости замены «Клима-3».

По производственной необходимости мастер по ремонту оборудования вывел из состава бригады одного из электромонтёров, о чём доложил энергетика цеха № 5.

В 13:55 энергетик цеха № 5 доставил на транспортном средстве в здание электрический теплоагрегатор «TIMBERLIK». Электромонтёр и энергетик цеха № 5 произвели выгрузку «TIMBERLIK».

Энергетик цеха № 5, рисунок 4, 5- не выдал новое письменное распоряжение и допустил электромонтёра к работам по подключению «TIMBERLIK» к питающей электрической сети 0,4 кВ, обладая на тот момент информацией об изменении состава бригады и условий работы.

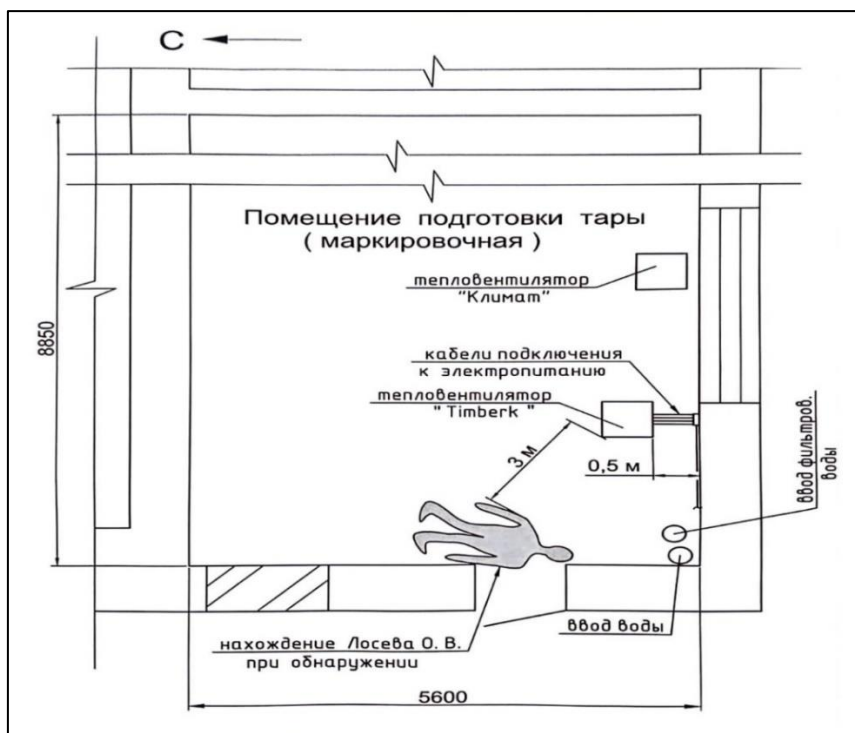


Рис. 4. Схема подключения помещения



Рис. 5. Вид рабочего помещения

Причинами несчастного случая стали неосторожность, невнимательность, выразившиеся в невыполнении работником технических мероприятий по обеспечению безопасности работ при подключении электрического тепловентилятора «TIMBERLIK», а именно: не обеспечил и не проверил отсутствие напряжения (п. 8.1 Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок, утв. приказом Минтруда России от 15.12.2020 №903н (далее –ПОТЭЭ) [10, 11].

Неудовлетворительная организация производства работ, выразившаяся в невыдаче соответствующего письменного распоряжения на производство работ в действующих электроустановках и, следовательно, не указание в нём необходимых мер безопасности,

мероприятий по подготовке рабочего места с учётом фактической схемы электроустановок и электрической сети (п. 7.1, 5.5 ПОТЭЭ).

Кроме того, с работником не провели целевой инструктажа по охране труда после изменения состава бригады, условий работы и допуска электромонтёра к работам по замене электрического тепловентилятора «Клима-3» на электрический тепловентилятор «TIMBERLIK» (п. 5.3 ПОТЭЭ).

ВЫВОДЫ

Исходя из анализа обстоятельств и причин смертельных несчастных случаев на энергоустановках, Ростехнадзор рекомендует руководителям организаций [12-17]:

1. Проводить ознакомление работников с материалами настоящего анализа при проведении занятий и инструктажей по охране труда.

2. Повысить уровень организации производства работ на электрических установках. Исключить допуск персонала к работе без обязательной проверки выполнения организационных и технических мероприятий при подготовке рабочих мест.

3. Обеспечить своевременную проверку знаний персоналом нормативных правовых актов по охране труда при эксплуатации электроустановок. Персонал, не прошедший проверку знаний, к работам в электроустановках не допускать.

4. Обеспечить установленный порядок содержания, применения и испытания средств защиты.

5. Усилить контроль за выполнением мероприятий, обеспечивающих безопасность работ.

6. Проводить разъяснительную работу с персоналом о недопустимости самовольных действий, повышать производственную дисциплину труда. Особое внимание обратить на организацию производства работ в начале рабочего дня и после перерыва на обед.

7. Повысить уровень организации работ по обслуживанию, замене и ремонту энергооборудования. Усилить контроль за соблюдением порядка включения и выключения энергооборудования и его осмотров.

8. Не допускать персонал к проведению работ в особо опасных помещениях и помещениях с повышенной опасностью без электрозащитных средств.

9. Не допускать проведение работ вне помещений при осуществлении технического обслуживания во время интенсивных осадков и при плохой видимости.

10. Обратить внимание на необходимость неукоснительного соблюдения требований производственных инструкций, инструкций по охране труда при выполнении работ, указаний, полученных при целевом инструктаже.

11. При проведении дней охраны труда обеспечить изучение требований правил безопасности и разъяснение необходимости их применения в ходе выполнения работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения». Серия 13. Выпуск 15. – М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследования проблем промышленной безопасности», 2021. – 352 с.

2. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: федеральный закон от 21 июля 1997года № 116-ФЗ // Собрание законодательства РФ. – 1997. - №30. – С. 3588-3603.

3. Абильтарова, Э.Н. Культура безопасности как один из методов профилактики производственного травматизма / Э.Н. Абильтарова. – Текст непосредственный // Строительство и техногенная безопасность. – 2018. – № 13 (65). – С. 169-176.

4. Александрова, А.В. Анализ и предупреждение производственного травматизма и профессиональных заболеваний : учебное пособие / А.В. Александрова. – Краснодар : КубГТУ, 2018. – 303 с. – ISBN 978-5-8333-0795-3.–Текст: электронный// Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/151181> (дата обращения: 12.02.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Альшиц, Е.А. Результативность предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний / Е.А. Альшиц, И.А. Кулькова. – Текст непосредственный // Управленец. – 2018. – Т. 9, № 2. – С. 18-25.
6. Бардина, Е.Г. Профилактика профессиональных заболеваний : учебное текстовое электронное издание локального распространения / Е.Г. Бардина, О.М. Зуева, Л.А. Иванова ; Минобрнауки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Омский государственный технический университет". – Омск : ОмГТУ, 2016. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Загл. с титул. экрана. – ISBN 978-5-8149-2263-2. – Текст. Изображение : электронные.
7. Быстров, Е.Н. Производственный травматизм : учебное пособие / Е.Н. Быстров. – Санкт-Петербург : ПГУПС, 2017. – 50 с. – ISBN 978-5-7641-1094-3. – Текст : электронный//Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/111743> (дата обращения: 12.02.2021). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Гальянов, И.В. Анализ показателей федерального наблюдения за травматизмом на производстве и предложения по их совершенствованию / И.В. Гальянов, Н.С. Студеникова. – Текст непосредственный // Вестник сельского развития и социальной политики. – 2022. – № 2 (14). – С. 13-20.
9. Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний : Федеральный закон от 24.07.1998 N 125-ФЗ (последняя редакция). – Текст : электронный // Консультант Плюс: справ. - правовая система. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19559/ (дата обращения: 10.09. 2024).
10. Об определении степени тяжести повреждения здоровья при несчастных случаях на производстве : Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 24 февраля 2005 г. N 160 : Приложение. Схема определения степени тяжести повреждения здоровья при несчастных случаях на производстве. – Текст : электронный // ГАРАНТ.РУ : информационно-правовой портал. – URL: <https://base.garant.ru/12139628/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (дата обращения: 10.09. 2024).
11. Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Содействие занятости населения» (с изменениями на 22 декабря 2020 г.) : Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 г. № 298 : [ред. от 22.12.2020 г.]. – Текст электронный // Консорциум Кодекс. : электронный фонд правовой и нормативно-технической документации : [сайт]. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/499091781>(дата обращения: 10.09.2024).
12. Об утверждении перечня профессиональных заболеваний : Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 27 апреля 2012 г. N 417н. – Текст : электронный // ГАРАНТ.РУ: информационно-правовой портал. – URL: <https://base.garant.ru/70177874/> (дата обращения: 12.09.2024).
13. Об утверждении Положения о расследовании и учете профессиональных заболеваний : Постановление Правительства РФ от 15.12.2000 N 967 : [ред. от 10.07.2022]. – Текст:электронный// КонсультантПлюс : справ.- правовая система. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_29577/ (дата обращения: 12.09.2024).
14. Об утверждении Порядка обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда работников организаций (с изменениями и дополнениями на 30 ноября 2016 г.) : Постановление Минтруда РФ и Минобразования РФ от 13 января 2003 г. № 1/29. – Текст электронный // ГАРАНТ.РУ : информационно-правовой портал. – URL : <https://base.garant.ru/185522/> (дата обращения: 10.02.2021).
15. Об утверждении программы "Нулевой травматизм" на 2019 - 2023 годы : Приказ управления записи актов гражданского состояния Самарской области от 7 мая 2019 г. № 168-ОД. – Текст электронный // Консорциум Кодекс. : электронный фонд правовой и нормативно-технической документации : [сайт]. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/561441544> (дата обращения: 10.09.2024).
16. Производственная травма и производственный травматизм: явление и сущность, случайность и закономерность / В.Б. Артемьев, В.В. Лисовский, И.Л. Кравчук [и др.]. – Текст непосредственный // Уголь. – 2020. – № 5 (1130). – С. 4-11.

17. Профилактика профессионально-обусловленных заболеваний и управление факторами риска их возникновения / А.В. Зеленко, О.К. Синякова, Е.А. Семушина, С. Щербинская. – Текст непосредственный // Медицинский журнал. – 2018. – № 1 (63). – С. 131-134.

ANALYSIS OF THE SUPERVISORY ACTIVITIES AND PREVENTIVE WORK OF ROSTECHNADZOR IN THE REPUBLIC OF CRIMEA

Yurchenko A.S.¹. Nichkova L.A.²

^{1,2} Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation

Annotation. The article discusses information about accidents that occurred during the operation of various equipment, power plants of organizations controlled by Rostekhnadzor bodies from January to July 2024. The measures aimed at increasing the level of organization of safe work at electrical installations are presented. Measures aimed at excluding the admission of personnel to work without mandatory verification of the implementation of organizational and technical measures in the preparation of workplaces.

Key words: Statistical indicators, State inspector, fire supervision, Republic of Crimea, protocol on administrative offenses, supervisory activities, fine.

Раздел 3. Проблемы организации строительства

УДК 728

СТРОИТЕЛЬСТВО В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОГО РЕЛЬЕФА ЮБК С УЧЕТОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ

Ермакова Е.С.¹, Мечик-Зарицкая С.А.², Цыганкова А.И.³, Чебыкина Е.Д.⁴

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского. Институт «Академия строительства и архитектуры»
295493, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 181

E-mail: ¹ievghieniiia@internet.ru, ²smechikzaritskaya@bk.ru, ³AleksandraTs2017@yandex.com,
⁴chebikina_l@mail.ru

Аннотация. В статье проводится анализ строительства на участках на сложном рельефе на примере городов Крыма. В статье рассматриваются типы застройки в разных городах. Выделяется два основных подхода застройки территории, исследуется использование специализированных технологий и методов, учитывающих сложный рельеф региона. Анализируется текущая застройка Крыма, трудности в обслуживании инфраструктуры, особенности строительства на склонах. Описывается развитие новых строительных технологий.

Ключевые слова: сложный рельеф, планировочная структура города, адаптивное строительство, террасирование, аддитивные технологии

ВВЕДЕНИЕ

Многообразие Крыма безгранично, одно из важнейших проявлений этого факта является многообразие ландшафтов. На территории относительно небольшого полуострова можно найти все основные морфологические формы рельефа. Именно эта особенность добавляет уникальности в подобное исследование, ведь рельеф в значительной мере влияет на выбор типа застройки. Чем разнообразнее рельеф, тем разнообразнее эта застройка.

Разнообразие тектоники рельефа местности, дает мощный импульс для развития разнообразия застройки. Выбор места освоения ЮБК, расположением населенных пунктов ограничивались распределением территориальным зонированием ЮБК. Существующая дорожная сеть дает возможность для освоения всего Южного Берега Крыма.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Определение факторов, которые необходимо учитывать при строительстве на сложном рельефе, путем анализа научного опыта, литературных источников и материалов в сфере градостроительства.

При формировании развития территории города по пространственной-планировочной структуре, необходимо обозначить основу планировочного каркаса города. Планировочная структура обозначает конфигурацию плана местности, и предопределяет дальнейшее развитие городских территорий [1].

Все компоненты планировочной структуры города закреплены в пространственной системе, чем выше жесткость компонентов структуры, тем более устойчива планировочная организация. Выделим пять планировочных схем: свободная, звездообразная, линейная, радиально-кольцевая [2].

Рассмотрены некоторые подходы, применяемые при строительстве в сложных геологических условиях южного берега Крыма, такие как метод террасирования [4] участка местности и технологии применения свайно-плитного фундамента [3]. Застройка методом террасирования на переменном рельефе местности чрезвычайно актуально для застройки Южного берега Крыма. Необходимо внедрять в практику застройки побережья методом террасирования, основой которого является интегрирование здания в существующий ландшафт местности, при этом минимизируя негативное влияние застройки на ландшафт, сокращает объём изымаемого грунта. Террасная застройка является важным методом в работе архитектора и конструктора, позволяющий создать функциональные, привлекательные, комфортные пространства в рекреационной среде. При использовании метода террасирования в застройке важным фактором является формообразование

здания, что влияет на конструктивные решения фундамента. Здание необходимо адаптировать в окружающий рельеф местности при этом воздействие на него должно быть минимальным. При проектировании фундаментов здания необходимо адаптировать их к форме, контурам и неровностям рельефа местности и ландшафта, на котором возводится здание. Необходима оптимизация конструкций фундамента к профилю естественного ландшафта местности. В качестве решения возможно использовать в данной ситуации свайно-плитного фундамента, позволяющий обеспечивать стабильность и надежность здания в целом.

Выделено два варианта застройки в условиях сложного рельефа ЮБК, основанных на принципе подчинения здания рельефу местности. Принцип поляризации- здание приподнято над поверхностью земли на опорах, естественный ландшафт остается не затронут. Принцип интеграции архитектурных объектов- принцип основан на внедрении в ландшафт местности. Для вида застройки выбирают террасированный тип застройки. Рекомендуется использовать фундаменты неглубокого заложения, такие как железобетонные плиты, чтобы свести к минимуму риск повреждения при таких условиях рельефа.

С учетом особенностей строительства в условиях сложного рельефа обсуждается важность учета воздействия строительства на окружающую среду на крутом рельефе [8]. Отмечается, что строительство на сложном рельефе может оказать значительное воздействие на окружающую экосистему, и важно предпринять шаги для минимизации этого воздействия. Сюда отнесем проектирование и строительство зданий таким образом, чтобы их объемно-планировочные и конструктивные решения подчинялись рельефу местности органично встраивались в среду.

Освещается способ использования 3D-принтеров в строительстве. При использовании аддитивных технологий в строительстве отмечается ряд преимуществ, снижение трудозатрат, снижение расходов на материалы [9].

Аддитивные технологии в архитектуре и строительстве ориентированы на несколько видов устройств. Разделяют несколько типов устройств в использовании в архитектуре и строительстве. Отметим основные виды устройств 3D принтеров: порталный тип принтера, трехосевой (дельтовидный) тип, крановый тип [10]. По мере увеличения частоты использования аддитивных технологий, архитектурно-строительные, объемно-планировочные, художественно-образные решения вырастут кратно в архитектуре и строительстве [11].

При использовании аддитивных технологий объект создается при помощи многослойного нанесения материала. В строительстве аддитивные технологии набирают популярность благодаря скорости, эффективности, и вариативности при возведении зданий. Очевидны ряд преимуществ данных технологий строительства: увеличение темпов и скорости строительства, эффективность строительства, осуществление неординарных решений и подходов при строительстве и проектировании. Рассматривается обзор потенциала аддитивного производства в строительстве и его влияния на отрасль.

Анализ данных дает представление о проблемах строительства в Крыму, важности адаптации строительных технологий к геологическим условиям и важности надлежащего управления инфраструктурой в регионах, подверженных стихийным бедствиям, таким как наводнения и подвижки грунта.

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

- проанализировать существующие тенденции застройки, в условиях сложного рельефа ЮБК;
- изучить и выявить сложности, связанные с застройкой в условиях сложного рельефа ЮБК;
- изучить факторы, влияющие на современную систему застройки, ландшафта местности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

На сегодняшний день место для застройки выбирают в прибрежной полосе, при этом не учитывают природный ландшафт, зачастую оказывая сильное влияние методом застройки на рельеф местности. При этом становится очевидным развитие застройки в условиях сложного рельефа ЮБК.

Рельеф, который раньше был фактором выбора местоположения строительства города, изменяется в фактор определяющий его развитие. На исторической территории многих городов Крыма не осталось благоприятных мест для строительства, ярким примером является город Ялта.

В градостроительном решении при проектировании и строительстве курортных комплексов применяют следующие типы застройки: свободная, групповая, сетчатая, точечная, строчная [1].

Рассматривая типы застройки на примере города Феодосии (рис.1) и городского округа Ялты (рис.2) можно выделить линейную планировочную структуру, обусловленную их расположением на берегу Черного моря, вдоль которого они развиваются.

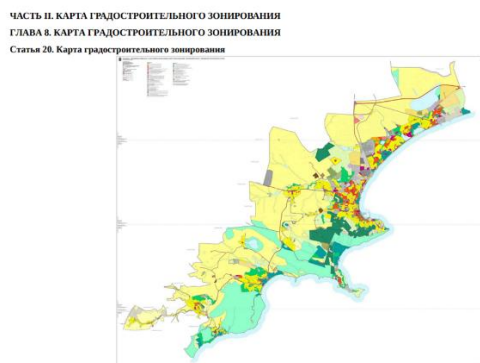


Рис. 1. Планировочная структура г. Феодосии



Рис.2. Планировочная структура городского округа Ялта

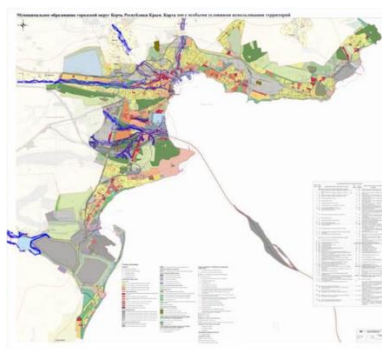


Рис.3. Планировочная структура г. Керчь

Лучевая планировочная структура характерна для городов со сложным рельефом. Примером является города Керчь и Ялта (рис.3)

В то время как в Симферополе (рис.4) доминирует радиально-кольцевая планировочная структура, так как город находится на относительно спокойном рельефе, благодаря чему есть возможность применить для застройки самую эффективную планировочную структуру.

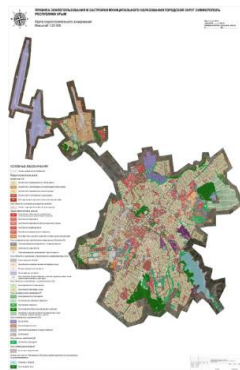


Рис.4. Планировочная структура г.

Эта зависимость позволяет изучить особенности влияния геоморфологического фактора на выбор типа планировочной структуры.

При строительстве на сложном рельефе можно выделить два основных подхода: адаптивное строительство и террасирование [2]. При адаптивном строительстве важно использовать архитектурные и инженерные решения, которые адаптируются к окружающей среде. Это включает в себя использование наклонных фундаментов, укрепление склонов и другие технологии, способствующие безопасному строительству. Террасирование является одним из распространенных методов, применяемых при строительстве на крутых склонах, который позволяет создавать плоские участки для строительства, минимизируя эрозию и обеспечивая устойчивость зданий.

Особенности строительства на склонах в Крыму включают в себя использование специализированных технологий и методов, учитывающих сложный рельеф региона. Некоторые из особенностей строительства на склонах в Крыму включают:

1. Применение винтовых свай: в условиях Крыма для строительства на склонах использовать винтовые сваи, которые обеспечивают быстрый монтаж и устойчивость сооружений [3].

2. Дома террасного типа: для строительства на сложных склонах в Крыму применяют дома террасного типа, что способствует адаптации застройки к местности [4].

3. Учет особенностей строения ландшафта: при инженерно-геологических изысканиях важно учитывать геологические характеристики местности, природные факторы, влияющие на условия проектирования: сейсмика, характер горных пород, селевые потоки, оползни, осыпи [5]. При проектировании и строительстве в сложных физико-геологических условиях местности, необходимо учитывать ряд проблем:

1. Эрозия почвы: из-за изменений в ландшафте, связанных со строительством, возможно увеличение риска эрозии почвы, особенно на крутых склонах.

2. Проблемы с дренажем: неровный рельеф может создавать проблемы с дренажной системой, что может привести к застою воды и повреждению сооружений.

3. Опасность обвалов и оползней: сложный рельеф может быть подвержен опасности обвалов и оползней после строительства из-за изменений в гидрогеологическом режиме местности.

Если рассматривать сегодняшнюю застройку Крыма в сложных геологических условиях с сильными перепадами уровня высот, то можно сделать следующие заключения:

1. Проблема дренажных систем. На примере Ялты можно в значительной степени увидеть данную проблему. По мере роста города, и увеличения плотности застройки, остаются не решенными проблемы берегоукрепления, дренажных систем, ливневых стоков. Застройка города осуществляется не комплексно, точечно, что приводит к проблеме подтопления города, разрушению подпорных стен [6].

2. Опасность обвалов и оползней. Для Южного берега Крыма характерны оползни и обвалы. После обильных осадков почва насыщается водой, что активизирует оползни [7].

Для предотвращения подобных ситуаций, предлагается несколько концепций: Осваивать территории комплексно, выбирать в качестве застройки места с менее плотной застройкой или вовсе малоосвоенные места, к таким в частности относятся места со сложным геологическим строением, сильным перепадом высот. Использовать при застройке метод террасирования и применения технологий свайно-плиточных фундаментов [8].

Для предотвращения влияния оползней на несущую способность зданий, необходима система укрепления оползней, комплексные решения дренажных и водосборных систем, комплексные решения по озеленению территории поврежденных оползневыми явлениями, в частности задействовать оползневые районы под парковые массивы. Территории застройки Южного берега Крыма должны развиваться по глубинной планировочной схеме.

Совершенствование строительной индустрии и технологий возведения зданий, таких как аддитивные технологии, в частности строительный 3D-принтер (рис.5) в значительной степени оптимизирует процесс строительства и строительных работ в условиях сложного рельефа ЮБК. Аддитивные технологии, представляют собой метод, при котором последовательно, послойно, наращивают материал строительства. Строительный принтер - это тип 3D- принтера, который используется для создания трехмерных объектов по подготовленной компьютерной 3D-модели, из различных материалов [9].



Рис.5. Строительный 3D-принтер

Аддитивные технологии находятся в начальном этапе развития в строительной отрасли, имеют ряд недостатков и преимуществ в проектировании и строительстве.

Возведение конструкций с использованием аддитивных технологий имеет множество плюсов для строительства, в том числе на сложном рельефе Крыма. Выделим некоторые плюсы использования технологий 3D-печати в строительстве и архитектуре [10]:

- Сокращение сроков возведения здания, за счет высоких темпов производительности печати;
- Технологическая возможность, благодаря которой возможно создавать проекты сложной конфигурации, с использованием сложных архитектурно-конструктивных схем;
- Снижение человеко-часов и трудозатрат;
- Автоматизация процесса, в следствии чего снижены ошибки в процессе строительства;
- Оптимизация расходов;
- Оптимизация строительного процесса;

Однако, применение трехмерных технологий также имеет свои негативные аспекты. Самый значительный из них – их ограниченное использование [11].

Выделим следующие недостатки, связанные с процессами строительства в условиях сложного рельефа:

- Отсутствие автоматизированного способа армирования конструкций зданий и сооружений;
- К подготовке строительной площадке предъявляются особые требования;
- Перепад высот рельефа местности затрудняет установку, крупногабаритного оборудования на участке строительства в условиях ограниченного пространства;
- На современном рынке небольшой выбор оборудования;
- Высокая стоимость оборудования, уязвимость принтера к неблагоприятным условиям среды.

Развитие аддитивных технологий в строительстве имеет огромный потенциал. Применение 3D-печати поможет разнообразить строительство на сложном рельефе для создания уникальных и сложных конструкций, которые были бы невозможны при использовании традиционных методов строительства. Например, сооружения, созданные с помощью 3D-печати, могут быть адаптированы к любому рельефу, а также могут быть созданы с учетом особенностей местности, таких как ветровые нагрузки или направление стока воды [12].

Вопрос определения областей, в которых более рационально использование аддитивных технологии исследован не до конца, но его польза в условиях сложного рельефа очевидна.

Проблемой использования аддитивного метода в строительстве, заключается в способе армирования, по этим показателям 3D-печать несовершенна по сравнению с монолитным

строительством. Армирование здесь осуществляется лишь ручным способом. При осуществлении армирования стержни арматуры располагают послойно, в результате чего увеличиваются затраты, и время возведения, что является неприемлемым т.к главным преимуществом печати строительным 3D-принтером, является высокие темпы производительности печати [12].

Аддитивные технологии строительства — это новая ступень в развитии отрасли архитектуры и строительства, которая дает возможность архитекторам и конструкторам сокращать время возведения и воплощать необычные по формообразованию конструкции. Технологии 3D-печати при наличии некоторых недостатков, имеют ряд преимуществ для перспективы развития отрасли архитектуры и строительства и создания безопасной среды для человека.

ВЫВОДЫ

Строительство в условиях сложного рельефа ЮБК, требует комплексных подходов, использования новых современных технологий строительства, учета местных особенностей для благоприятного развития рекреационного фактора Крымского побережья в целом. Применение новых инновационных подходов в строительстве на Южном берегу Крыма должно быть направлено на сохранение уникальности природного ландшафта местности, обеспечении комфортности как для отдыхающих, так и для местных жителей. Были выявлены градостроительные ситуации, приведен анализ существующего состояния застройки в сложных геологических условиях ландшафта городов Крыма. Выявлены проблемы застройки крымского побережья, намечены пути решения. Для достижения преимуществ 3D-печати в строительстве при создании формообразований сложной геометрии, необходимо дальнейшее изучение выявления методологии прочностных качеств объектов, создаваемых аддитивными технологиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лайдон, М., Гарсиа, Э. Тактический урбанизм: краткосрочные действия — долгосрочные перемены. - 978-5-906264-93-0 изд. - Москва: Strelka Press, 2019. - 304 с.
2. Геометрия города: виды застройки // 4brain URL: <https://4brain.ru/urban/geometry.php> (дата обращения: 21.03.2024).
3. Винтовые сваи для фундамента: «за» и «против». Особенности использования в Крыму // Симферопольская база «Фрегат» URL: <https://fregatrk.ru/stati/vintovye-svai-dlya-fundamenta-za-i-protiv-osobennosti-ispolzovaniya-v-krymu> (дата обращения 21.03.2024).
4. Бабаян, А. С. Блокированные жилые застройки / А.С. Бабаян, Л.Р. Вебер // Строительство в прибрежных курортных регионах: Материалы X Международной научно-практической конференции, Сочи, 21–25 мая 2018 года / Под научной редакцией К.Н. Макарова. Том 1. – Сочи: Сочинский государственный университет, 2018. – С. 97-101. – EDN OQFALX.
5. Строительство фундаментов в Крыму с учетом геологических особенностей // URL: <https://nkzem.ru/stroitelstvo-fundamentov-v-krymu-s-uchetom-geologicheskikh-osobennostey/> (дата обращения 21.03.2024)
6. Разрушения и подтопления - власти Ялты фиксируют ущерб после очередного ливня // Новости Ялта 24 URL: <http://www.yalta-24.ru/vsya-yalta/proisshestviya/35591-razrusheniya-i-podtopleniya-vlasti-yalty-fiksiruyut-ushcherb-posle-ocherednogo-livnya> (дата обращения 22.03.2024)
7. Крым сползает в воду // Крым.Реалии URL: <https://ru.krymr.com/a/krym-spolzayet-v-vodubor-be-s-opolznyami-meshayut-sanktsii/31384299.html> (дата обращения 22.04.2024)
8. Сторчай, Н. Особенности строительства на сложном рельефе / Н. Сторчай // Образовательный портал «Справочник». — Дата последнего обновления статьи: 21.04.2023. — URL https://spravochnik.ru/arhitektura_i_stroitelstvo/osobennosti_stroitelstva_na_slozhnom_relefe/ (дата обращения: 22.03.2024)
9. Аддитивные технологии возведения зданий и сооружений. Строительные 3d-принтеры и подходящие для них материалы // studfile URL: <https://studfile.net/preview/16567745/page/7/> (дата обращения: 24.03.2024).

10. Сарсенгалиева, М.Е. Современные 3D-технологии в архитектуре и строительстве / М.Е. Сарсенгалиева. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2022. — № 17 (412). — С. 45-48. — URL: <https://moluch.ru/archive/412/90636/> (дата обращения: 21.03.2024)
11. Абаева, А.В. Инновационные технологии строительства зданий и сооружений: 3d-печать // Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник», 6/2022.
12. Аддитивные технологии в строительстве: применение, преимущества и недостатки // gectaro URL: <https://gectaro.com/blog/tpost/bsb6idfvz1-additivnie-tehnologii-v-stroitelstve-pri> (дата обращения: 25.03.2024).

CONSTRUCTION IN CONDITIONS OF DIFFICULT TERRAIN OF THE SOUTH CAUCASUS, TAKING INTO ACCOUNT THE USE OF ADDITIVE TECHNOLOGIES FOR THE CONSTRUCTION OF BUILDINGS

Ermakova E.S., Mechik-Zaritskaya S.A., Tsygankova A.I., Chebykina E.D.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Institute "Academy of Construction and Architecture"
181, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea 295493
E-mail: rievghieniia@internet.ru smechikzaritskaya@bk.ru AleksandraTs2017@yandex.com
chebikina_l@mail.ru

Annotation. The article analyses the construction on plots on a difficult relief on the example of the cities of Crimea. The article considers the types of construction in different cities. Two main approaches of territory development are singled out, the use of specialised technologies and methods, taking into account the complex relief of the region, is investigated. It analyses the current development of Crimea, difficulties in infrastructure maintenance, peculiarities of construction on slopes. The development of new construction technologies is described.

Keywords: complex relief, urban planning structure, adaptive construction, terracing, additive technologi

УДК 624.131.213

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЫПУЧИХ ВЕЩЕСТВ В КАЧЕСТВЕ РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬНЫХ 3-D ПРИНТЕРАХ

Одинцов А.Н.

ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет,
299053, г. Севастополь, Российская федерация, ул. Университетская, 33, e-mail: anodincov@sevsu.ru

Аннотация. Статья посвящена дальнейшему совершенствованию SLS технологии в 3-D печати, в которой в качестве расходного материала возможно применение различных дешевых сыпучих материалов. Данная работа является концептуальной и ее основная задача – показать возможный вектор развития строительной отрасли в недалеком будущем.

Ключевые слова: расходный материал, диоксид кремния (SiO_2), энтропия, строительный 3-D принтер, плазмотрон косвенного действия, лазерное сварочное оборудование.

ВВЕДЕНИЕ

Современные аддитивные технологии применяются не только на различных промышленных предприятиях, но и с недавних пор довольно широко используются в бытовой, повседневной жизни. Темпы их развития и разнообразие областей применения поражают воображение. На сегодняшний день в 3-D принтерах используются различные виды расходных материалов. В зависимости от поставленных задач, типа специализированного принтера и способа послойного выборочного нанесения, расходные материалы могут быть жидкими, пастообразными, в виде гранул, нитей, порошка и т.д. При этом следует обратить внимание на то, что многие расходные материалы имеют достаточно высокую стоимость, что, существенно ограничивает возможности их широкого применения.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

Анализ ряда публикаций [1 – 8], показывает, что на сегодняшний день можно насчитать 11 типов различных расходных материалов, применяющихся в аддитивных технологиях. В опубликованных материалах [1 – 3, 8, 9] можно суммарно выделить до 22 видов разновидностей 3-D печати. В данной работе основной акцент сделан на возможность использования дешевых сыпучих материалов, прежде всего обычного песка в 3-D прототипировании.

Анализируя сведения, представленные в публикациях [2, 10, 11], можно сделать вывод, что в настоящее время существующие специальные принтеры для 3-D печати песком в основном используются для быстрого изготовления разнообразных литейных форм сложной пространственной конфигурации. В источнике [11], отмечается возможность их использования в работе художников, дизайнеров, архитекторов для визуализации, тестирования и корректировки различных проектов на ранних стадиях создания.

Основной принцип технологии 3-D печати сыпучим материалом, заключается в послойном нанесении и выравнивании порции порошкообразного материала с последующим выборочным нанесением того или иного связующего материала, за счет которого, после его затвердевания и формируется конечное изделие. Так по технологии BinderJetting [9] путем послойного нанесения связующего вещества на сыпучий материал можно печатать металлическим порошком, гипсом и множеством других материалов, в том числе — и песком.

Среди существующих компактных 3-D принтеров особняком стоят специализированные строительные принтеры, имеющие большие габаритные размеры и позволяющие изготавливать элементы строительных конструкций или печатать здания целиком. В них используют специально подготовленные бетонные смеси, толщина нанесения которых может достигать нескольких сантиметров за один проход. Потенциально, за одни сутки, такой принтер может напечатать целый этаж здания. По сведениям [3] автоматизация и использование 3-D принтеров в строительстве приносит огромную экономию средств. В статье отмечается, что фирме Mighty Buildings, требуется только 5% от той рабочей силы, которая была бы задействована ранее.

Еще одним из перспективных направлений дальнейшего совершенствования и развития 3-D печати является технология селективного лазерного спекания (SLS метод). Дело в том, что с 2014 года технология является общедоступной, в связи с истекшим сроком последнего заявленного патента [12]. В основе SLS-технологии лежит метод спекания порошковых материалов с использованием ИК-лазера при высоких температурах, за счёт чего крупинцы порошкового сырья соединяются друг с другом [13]. Спекание мелких частиц порошка происходит с помощью лазера, послойно воссоздающего заданную 3D-модель. Такой метод изготовления изделий позволяет исключить из процесса печать опорных конструкций, поскольку в них нет необходимости — опорой служит вся масса порошкообразного материала, не подвергающаяся спеканию. При этом порошок, служивший поддержкой для изделия, можно использовать снова при изготовлении очередной партии деталей.

В источнике [13] приведены технические характеристики некоторых 3D-принтеров, работающие на базе технологии SLS. Так в 3D-принтере Sinterit Lisa Pro используется инфракрасный лазер мощностью всего 5 Вт, а в качестве расходного материала используются порошки PA11, PA12, Smooth, Flexa. При этом может обеспечиваться точность печати 50 мкм, однако столь малая толщина формируемого слоя будет сказываться на общем времени изготовления изделия. При изготовлении изделий из металлических тугоплавких порошков, например, вольфрама, безусловно требуется лазер гораздо большей мощности.

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью данной работы является дальнейший поиск путей сокращения времени изготовления и снижения стоимости конечного изделия, выполненного SLS методом по сравнению с существующими на сегодняшний день приемами и способами. Выполненный выше анализ публикаций, указывает на потенциальную возможность замены дорогостоящих порошкообразных расходных материалов более дешевыми и менее требовательными к химическому составу, физическим свойствам и ряду других показателей.

В соответствии с поставленной целью основными задачами исследования являются:

1. Оценка объемов энергетических затрат и расходуемых материалов при изготовлении изделий различными способами;
2. Обоснование возможности перехода от традиционного способа ведения строительных работ с применением цемента в качестве основного связующего компонента к использованию SLS метода в строительных 3-D принтерах при формировании крупных объектов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. Оценка влияния величины энтропии на стоимость конечного продукта.

Для начала рассмотрим простой пример. Допустим, у нас имеется кусок природного песчаника, рис. 1,а, который часто используется в строительстве и отделочных работах.

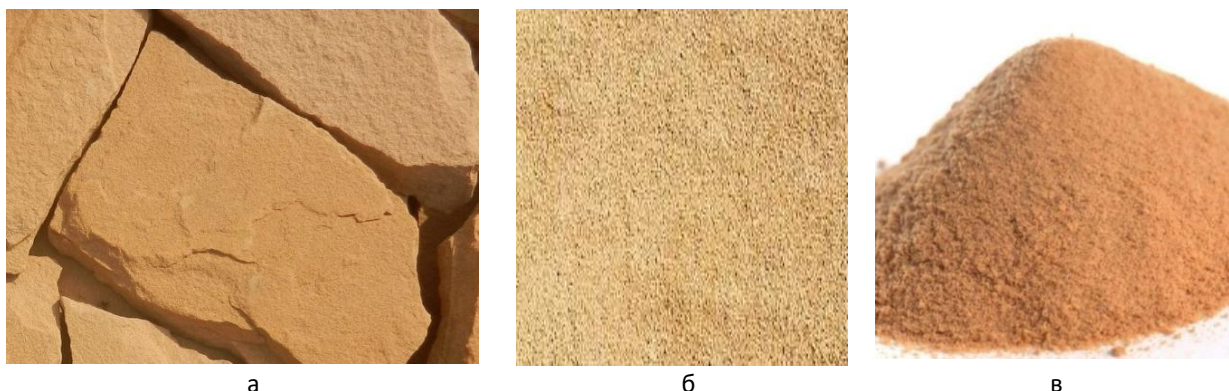


Рис. 1. Превращение песчаника в песок

Для возможности применения его по назначению, как правило, ему необходимо придать определенную форму и размеры. Для этого придется совершить несложную механическую работу по удалению лишних частей камня путем отбивания, отпиливания, шлифовки и т.п. процедур, рис. 1,б. Если же кусок песчаника и далее подвергать механическому воздействию, то в результате мы получим кучку обыкновенного песка представленного на рис. 1,в.

Для оценки энергетической составляющей данного процесса можно воспользоваться известным уравнением первого закона термодинамики [14],

$$dU = dQ - dL, \quad (1)$$

из которого видно, что для изменения внутренней энергии dU рассматриваемой системы необходимо совершить работу величиной dL и, при этом, произойдет выделение некоторого количества теплоты dQ . В рассмотренном выше примере, с точки зрения классической термодинамики, можно принять условие того, что внутренняя энергия куска песчаника и полученной нами кучки песка, после ее охлаждения до первоначальной температуры останется прежней, а ее изменение $dU = 0$. В рассмотренном выше примере, с учетом закона сохранения энергии (1), вся совершенная механическая работа по дроблению куска песчаника вызовет его нагревание, при этом будет выполняться условие $dL = dQ$, [Дж].

Логика уравнения (1) указывает нам на то, что стоимость любого конечного изделия, например, «кирпича», изготавливаемого тем или иным способом, также будет минимальной, при наименьших затратах энергии и совершенной механической работы.

При этом не следует забывать и о том, что в рассмотренном выше примере произойдет увеличение энтропии на величину Δs , значение которой может быть вычислено по известному выражению

$$\Delta s = \frac{dQ}{T}, \quad (2)$$

поскольку в процессе дробления песчаника увеличивается число несвязанных между собой частиц песка, и, следовательно, возрастает число их степеней свободы.

Учитывая принятое выше условие того, что $dL = dQ$, уравнение (2), формально, может быть записано и в несколько ином виде:

$$\Delta s = \frac{dL}{T}. \quad (3)$$

Следует отметить, что размерность энтропии Δs , [Дж/К], в формах записи (2) и (3) полностью совпадают. Вычисление «механической энтропии» Δs в виде выражения (3) отражает возможность ее увеличения, а в некоторых случаях и ее уменьшения за счет совершения механической работы.

Процесс изменения величины «механической энтропии» Δs можно рассмотреть на примере кубиков находящихся в коробке (см. рис. 2,а). Если совершить несложную работу величиной dL и высыпать кубики из коробки (см. рис. 2,б), а затем попытаться произвольно засыпать их обратно в коробку, то, обычно, получаем результат представленный на рисунке 2,в – кубики могут не поместиться даже в коробку гораздо большего размера.

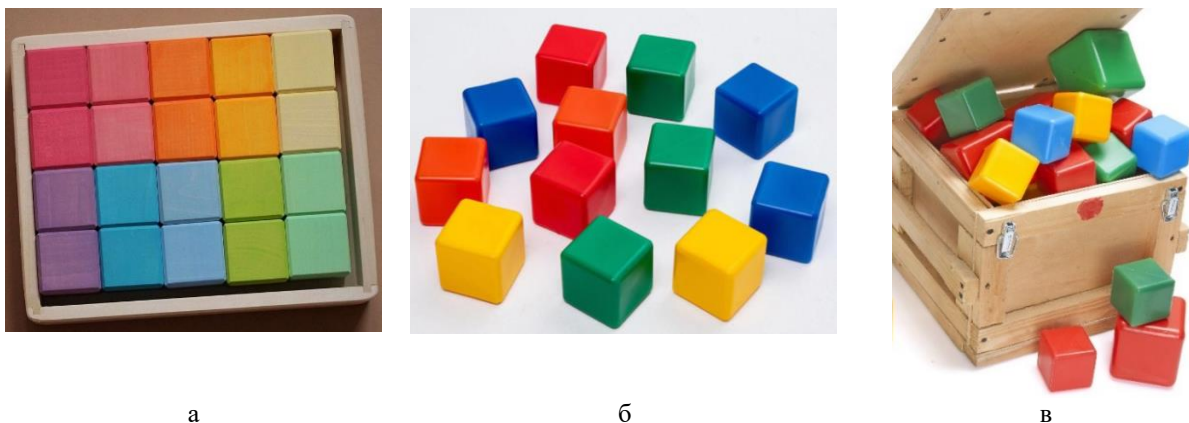


Рис. 2. Система «кубики в коробке»

Для того чтобы поместить кубики обратно в первоначальную коробку (см. рис. 2, а+, потребуется выполнить работу dL^* для уменьшения их «механической энтропии» на величину Δs^* . Здесь следует отметить, что величина $\Delta s^* \geq \Delta s$ и, соответственно $dL^* \geq dL$, поскольку в данном случае мы видим возрастание энтропии рассматриваемой системы и необходимость совершения большей механической работы dL^* затрачиваемой на складывание кубиков обратно в коробку по сравнению с величиной работы dL затраченной на их высыпание из коробки. Рассмотренный выше пример, с точки зрения термодинамики, полностью подтверждает известную всем поговорку: - «ломать не строить».

Но вернемся к полученной нами выше кучке песка. Для уменьшения ее энтропии Δs^* , т.е. возможности жесткой фиксации положения имеющихся твердых частиц можно воспользоваться несколькими способами, например:

1. их сжатием и выдержкой под большой нагрузкой;
2. за счет применения каких-либо склеивающих веществ;
3. за счет применения каких-либо цементирующих составов;
4. за счет изменения фазового состояния частиц.

Рассмотрим каждый способ более детально:

В первом случае может потребоваться очень мощный пресс способный обеспечивать необходимое усилие для сдавливания и «слипания» частиц между собой. В естественных условиях в качестве склеивающего компонента могут выступать известь, пепел от извержения вулканов и т.п. В естественных условиях процессы литизации могут протекать в течение очень длительных промежутков времени. Такой способ целесообразно применять для достаточно пластичных материалов, например из глины, но, после придания необходимой формы изделию все же требуется определенное термическое воздействие.

Во втором случае, применение клеящих веществ как правило оказывается достаточно дорогим, а в ряде случаев и небезопасным с учетом возможной токсичности применяемых компонентов (эпоксидные смолы с отвердителем, фурановые смолы, фенолформальдегидные смолы и т.п.).

Третий способ относительно дешев и широко применяется более сотни лет. Однако полный цикл производства цемента требует более детального рассмотрения с точки зрения энергетических, транспортных и других технологических затрат.

Четвертый способ в настоящее время практически не используется, за исключением отдельных случаев, например, каменного литья [15], нанесения тонких металлических и керамических покрытий с особыми свойствами (термическая стойкость, антикоррозионные свойства, сопротивление к истиранию и др.) путем газопламенного или плазменного напыления [16, 17].

Проведенный выше анализ показывает, что в настоящее время, наиболее распространенным остается способ соединения твердых тел с помощью цемента. Совершенно очевидно, что использование строительных материалов, например, камней, буквально валяющихся у нас под ногами, может обойтись значительно дешевле чем использование специально изготовленных кирпичей, но их произвольная форма и широкий диапазон прочностных характеристик вряд ли

сможет обеспечить заложенные в проекте параметры. Как правило для реализации любого строительного проекта приходится закупать или изготавливать кирпичи, блоки и другие элементы с требующимися размерами и прочностными характеристиками, при этом на их изготовление приходится затрачивать значительные энергетические ресурсы и выполнять достаточно большой и разнообразный спектр различных видов механической работы.

2. Оценка энергетических затрат при производстве кирпича.

Строительный кирпич используется человеком с незапамятных времен. Однако увидеть какие-то принципиальные отличия в технологии его современного производства достаточно сложно. Ручная формовка глины заменена машинной, уточнены и оптимизированы соотношения компонентов входящих в состав того или иного вида кирпича, оптимизированы температурные режимы его сушки и обжига. Типичная структурная схема производства кирпича изображена на рис. 3.

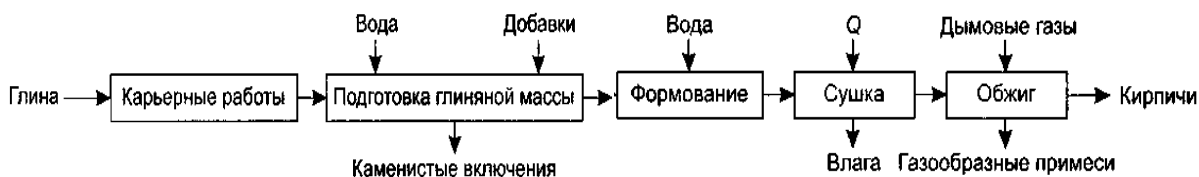


Рис. 3. Структурная схема производства керамического кирпича по пластическому способу

Наиболее энергозатратной частью в традиционной технологии производства керамического кирпича является обжиг. Например, при изготовлении кирпича из красной глины, требуется нагрев до 950-1050 °С и выдержка в специальной печи в течение нескольких часов [18]. Принципиальная схема устройства обжиговой печи представлена на рис. 4.

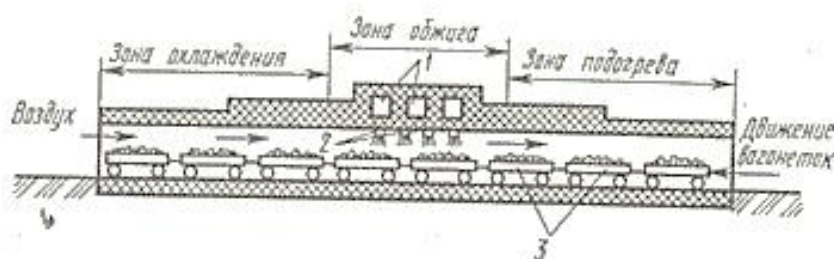


Рис. 4. Туннельная печь в разрезе: 1 – каналы подачи воздуха; 2 – газовые горелки; 3 – вагонетки с кирпичом

При производстве кирпича, энергетические затраты могут достигать 2 – 2,2 ГДж тепла на 1 тонну выпускаемой продукции. Значительная часть тепловой энергии затрачивается на испарение влаги до начала обжига.

3. Оценка энергетических затрат при производстве цемента.

Для производства цемента применяют два основных способа – сухой и мокрый.

Мокрый способ получил широкое применение еще в конце XIX века после начала внедрения и усовершенствования длинных вращающихся печей, которые пришли на смену менее совершенным шахтным печам. При мокром способе получения клинкера помол и смешение сырья осуществляются в водной среде. Перед попаданием шлама во вращающуюся печь, его влажесодержание достигает 40% [19]. При обжиге, на ее испарение, приходится затрачивать большое количество теплоты. Такой способ производства цемента получил наиболее широкое применение в странах, обладающих богатыми источниками топлива (Россия, Канада, США). В этих странах и в настоящее время значительное количество цемента производится именно мокрым способом [19]. Обобщенная структурная схема производства цемента мокрым способом представлена на рис. 5, а типичная технологическая линия приведена на рис. 6.

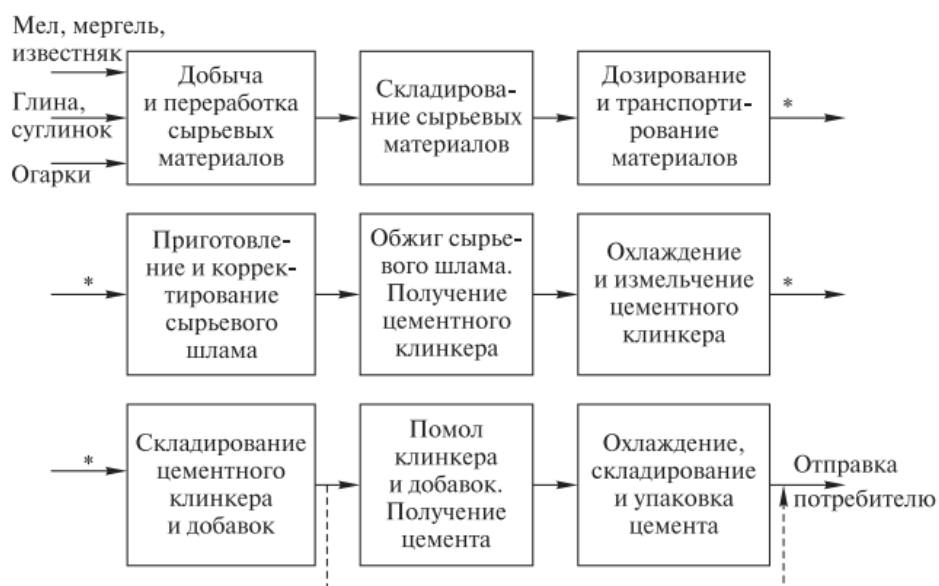


Рис. 5. Технологическая схема производства цемента мокрым способом [19]

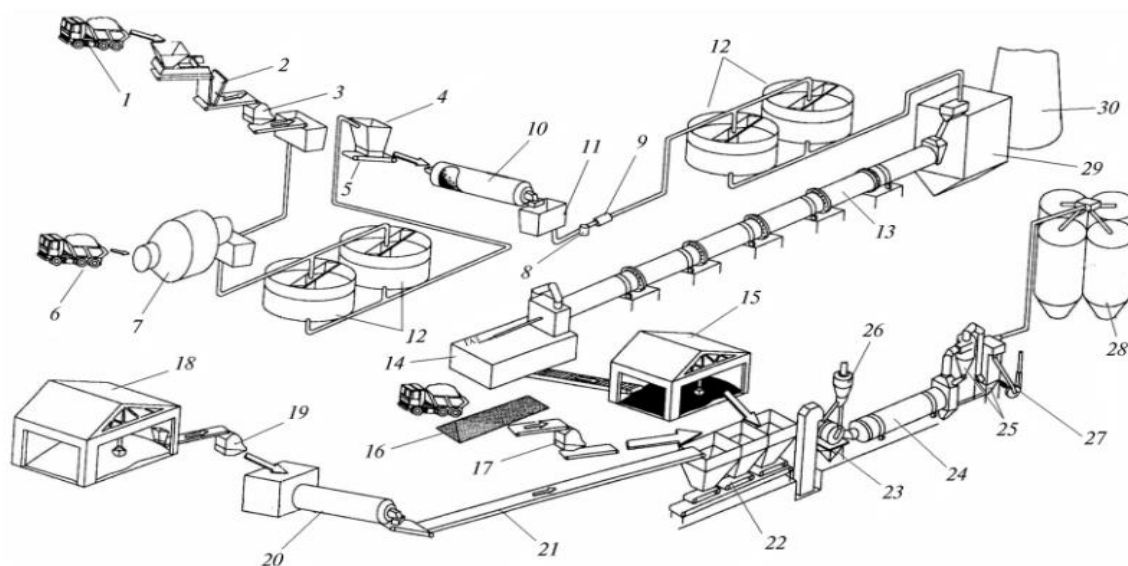


Рис. 6. Технологическая линия по производству цемента мокрым способом [19]:

1 — автотранспорт; 2 — щековая дробилка; 3, 17, 19 — молотковые дробилки; 4 — бункер; 5 — дозатор; 6 — транспорт; 7 — мельница «Гидрофол»; 8 — насос; 9 — дозатор; 10 — мельница сырьевого помола; 11 — бункер; 12 — шламбассейн; 13 — вращающаяся печь; 14 — колосниковый холодильник; 15 — склад клинкера; 16 — склад гипса; 18 — склад добавок; 20 — сушильный барабан; 21 — ленточный конвейер; 22 — бункер-дозатор; 23 — предизмельчитель; 24 — мельница помола клинкера; 25, 26 — система очистки воздуха; 27 — вентилятор; 28 — силосный склад; 29 — электрофилتر; 30 — дымоходная труба

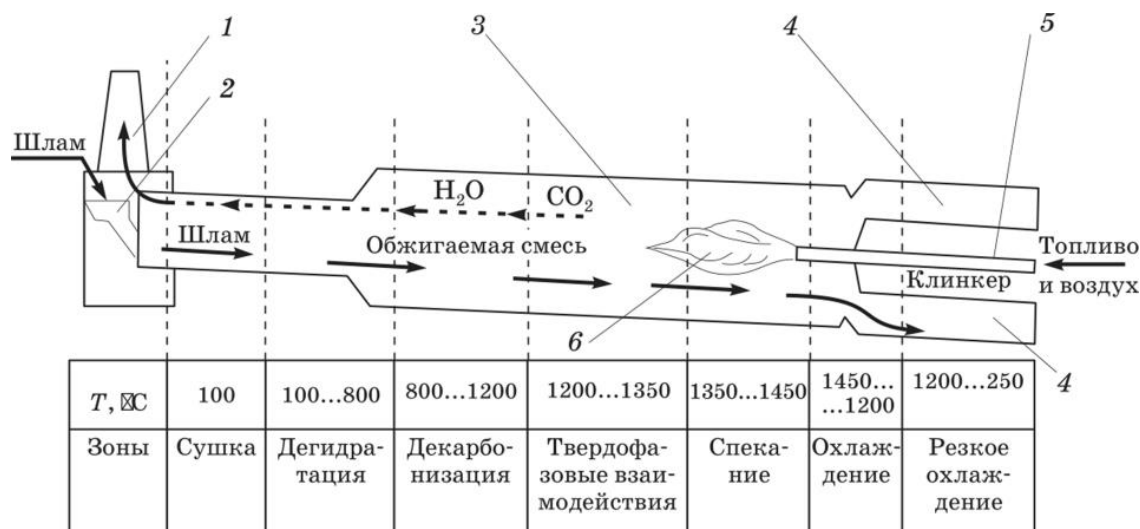


Рис.7. Характерный профиль изменения температуры во вращающейся печи

При мокром способе, для получения 1т клинкера необходимо затратить 5,8 – 6,7 ГДж тепла. При использовании сухого способа, затраты значительно меньше и составляют около 3,2 ГДж тепла [20]. При этом следует отметить, что помимо тепловой энергии, другие сопутствующие затраты на 1 т выпускаемой продукции, расходующиеся во всем производственном цикле, могут достигать 90 - 150 кВт·ч [21].

4. Оценка возможных энергетических затрат при использовании SLS метода в 3-D принтере

Предлагаемая структурная схема использования специального 3-D принтера позволяющего изготавливать различные изделия из песка SLS методом представлена на рис. 8.

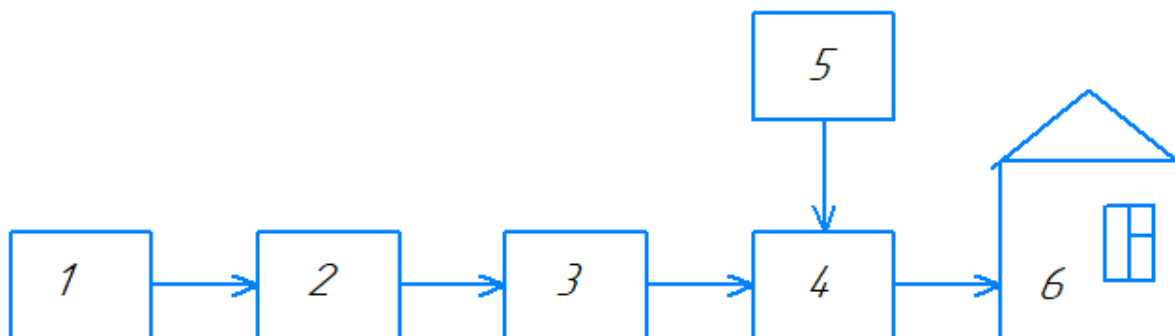


Рис. 8 Структурная схема использования специального 3-D принтера:

1 – источник добычи песка (карьер, пустыня); 2 – система транспортировки (а/м, жд. транспорт и др.); 3 – участок подготовки песка (просеивание, сушка); 4 – специальный 3-D принтер; 5 – источник электрической энергии; 6 – изготавливаемое изделие

Как видно из представленной выше схемы, строительным материалом являются частицы песка, для получения которых не требуется затрачивать энергию, поскольку он образовался в результате естественных процессов. Потребуются небольшие энергетические затраты, которые будут включать в себя: его погрузку (1), транспортировку (2) и механическое просеивание (3) в месте установки специального 3-D принтера.

Основное потребление энергии (электрической энергии) будет происходить **только один раз** при кратковременном изменении его фазового состояния - полного или частичного расплавления небольшого слоя песка SLS методом.

Так, для изменения фазового состояния песка, состоящего в основном из диоксида кремния, его необходимо разогреть до температуры 1600 °С. Учитывая теплоемкость сухого песка, которая

составляет $C_{\text{песка}} = 0,8$ [кДж/кг·град], для расплавления 1 т песка (без учета тепловых потерь) потребуется:

$$Q_{\text{пл}} = C_{\text{песка}} \cdot m \cdot T_{\text{пл}} = 0,8 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^3 \cdot 1600 = 1,28 \text{ ГДж.}$$

С учетом возможных тепловых потерь на уровне 30%, потребуется около 1,66 ГДж, что существенно меньше, чем при производстве кирпича или при производстве цемента сухим способом. В табл.1 представлены энергетические, временные и другие сравнительные характеристики при производстве кирпича, цемента и процесса кратковременного расплавления диоксида кремния (SiO_2).

Таблица 1

Сравнение энергетических, временных, температурных и энтропийных параметров при производстве 1 т продукции

Оцениваемые параметры	Расходный материал			примечание
	Глина	Известняк, глина, огарки	Песок	
Затраты тепла, ГДж	2 – 2,2	5,8 – 6,7 (3,2 – 3,3)	1,66	в скобках при сухом способе
Максимальная температура процесса, °C	950 - 1050	1450	1600	
Изменение энтропии, ΔS [Дж/К]	$2,1 \cdot 10^6$	$(2,2 - 4,4) \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^6$	учитывается только наиболее энергозатратная часть технологического процесса
Время протекания высокотемпературного процесса	Часы	Минуты	Секунды*	
Получаемый конечный продукт	Полуфабрикат/ кирпич	Полуфабрикат/ цемент	Готовое изделие	

* - время воздействия в зоне выборочного плавления расходного материала. Время изготовления готового изделия зависит от мощности лазера, толщины формируемого слоя и др. технологических параметров.

Как видно из таблицы 1 для полного или частичного расплавления диоксида кремния требуется обеспечить более высокую температуру процесса, однако локальное воздействие на расходный материал способствует значительному уменьшению требуемого количества подводимой теплоты и сокращает время технологического процесса. Все это сказывается на уменьшении энтропии (меры бесполезной потери энергии) в рассматриваемом процессе и, как следствие, позволит значительно снизить стоимость конечного изделия. Следует так же отметить, что процесс изготовления изделия может быть практически полностью автоматизирован и не требует большого числа обслуживающего персонала.

Ранее, в работе [22], были опубликованы предварительные результаты, показывающие потенциальную возможность быстрого расплавления частиц песка с помощью высокотемпературного плазмотрона косвенного действия. Результаты экспериментов представлены на рисунке 9.



Рис. 9. Остеклованная масса, полученная из песка (SiO_2) в результате кратковременного воздействия струи высокотемпературной плазмы [22]

Однако проведенные натурные эксперименты показали необходимость разработки плазмотрона специальной конструкции, которая позволила бы наносить расплавленные частицы песка в заданную область пространства, примерно так же, как это происходит при газопламенном или плазменном напылении [16, 17].

Альтернативным способом быстрого нагрева частиц песка может стать применение имеющегося на рынке лазерного сварочного оборудования, например, [23]. Данное оборудование в основном используется для получения неразъемных металлических соединений, в том числе из таких «капризных» материалов как алюминий, титан, нержавеющая сталь и др. Кроме того, оно позволяет выполнять так называемую лазерную очистку поверхностей от различных загрязнений (краски, ржавчины и др.) путем изменения мощности, фокусировки и ширины сканирования лазерного луча. Можно предположить, что серийно выпускаемое лазерное сварочное оборудование будет способно решать поставленную выше задачу по полному или, при необходимости, неполному расплавлению частиц песка, что так же будет способствовать снижению потребляемой мощности.

Учитывая что современное сварочное лазерное оборудование выпускается с номинальной мощностью 1,5 – 30 кВт [23, 24] и позволяет регулировать плотность потока лазерного луча в широком диапазоне ($10^5 - 10^7$ Вт/см²), а сканирующая система позволяет регулировать фокусировку и ширину рабочей зоны до нескольких сантиметров, данное оборудование вполне может быть интегрировано в конструкции серийно выпускаемых 3-D принтеров для отработки требуемых рабочих режимов.

ВЫВОДЫ

Интегрирование лазерного сварочного оборудования в 3-D принтер существенно расширит технологические горизонты SLS метода, а возможность использования в качестве расходного материала широко распространенного и недорогого песка, состоящего в основном из диоксида кремния, позволит существенно снизить стоимость конечных изделий и значительно расширит область их практического применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Классификация 3D принтеров (7 технологий 3D печати) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/articles/208906/>
2. Классификация 3D-принтеров: от технологий до материалов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vektor.ru/blog/vidy-3d-printerov.html?ysclid=ls25fonw4o270962699>

3. 3D-принтер [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/3D-принтер>
4. Виды 3D принтеров и их классификация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://idsmart.kz/blog/vidy-3d-printerov-i-ikh-klassifikatsiya/?ysclid=ls25xdtbt8631866070>
5. Типы 3D-принтеров и их характеристики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hwlibre.com/ru/типы-3d-принтеров/>
6. Разные виды 3D-принтеров или технологии 3D-печати [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cvetmir3d.ru/blog/poleznoe/raznye-vidy-3d-printerov-ili-tehnologii-3d-pechati/?ysclid=ls266677pj12498461>
7. Виды и особенности 3D принтеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hitech-online.ru/kompyutery-orgtehnika/printer/vidy-3d.html?ysclid=ls268ei5rm575562664>
8. Современные 3D-принтеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://compuart.ru/article/24978?ysclid=ls26b9cdkl551330381>
9. 3D-печать песком — обзор технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://top3dshop.ru/blog/sand-3d-printing-technology-review.html>
10. Аддитивные технологии и оборудование 3D-печати песчаных форм [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://extxe.com/3855/additivnye-tehnologii-i-oborudovanie-3d-pechati-peschanyh-form/?ysclid=ls26pcizz8968324003>
11. Соколова, С. Альтернативные варианты применения 3D-печати песком С. Соколова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://globatek.ru/blog/cases/3d-pechat-peskom-altern?ysclid=ls26rjpnwbf914104339>
12. Carl R. Deckard. Патент US 5597589 A "Apparatus for producing parts by selective sintering"
13. SLS-печать: обзор технологии, сферы применения и популярные модели 3D-принтеров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vektorus.ru/blog/sls-tehnologiya-3d-pechati.html?ysclid=ls5r6adipe997554694>
14. Ляшков, В.И. Теоретические основы теплотехники: Учеб. пособие 2-е изд., стер. М.: Изд-во Машиностроение-1, 2005. 260 с.
15. Волокитин, О.Г. Физико-химические закономерности получения силикатных расплавов в низкотемпературной плазме и материалов на их основе [Текст]: дис. ... докт. техн. наук / О.Г. Волокитин. – Томск, 2015. – 285 с.
16. Газопламенное напыление [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Газопламенное_напыление
17. Плазменное напыление. Принцип, оборудование плазменного напыления [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://extxe.com/14186/plazmennoe-napylenie-princip-oborudovanie-plazmennogo-napylenija/?ysclid=ls7u2077z4791930515>
18. Кирпич [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Кирпич>
19. Технологические схемы и оборудование для производства цемента [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://extxe.com/4810/tehnologicheskie-shemy-i-oborudovanie-dlja-proizvodstva-cementa/?ysclid=lrp821n867470625631>
20. Production of Cement, Lime and Magnesium Oxide / Joint Research Centre. Institute for Prospective Technological Studies Sustainable Production and Consumption Unit. European IPPC Bureau, June 2012. 481 p.
21. Energy and Resources Efficiency in the Cement Industry / Dr. Volker Hoenig. Industrial Technologies. ECRA. June 2012. 12 p.
22. Одинцов, А.Н. Что нам стоит дом построить / А.Н. Одинцов // Изобретатель и рационализатор. – 2019. - №1. – С. 20 – 21.
23. Всё о лазерной сварке: преимущества и недостатки, характеристика, виды, дефекты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://laserstore.ru/blog/vse-o-lazerno-i-svarke/?ysclid=ls7u6tv8mr831288278>
24. Лазерная сварка: принципы, преимущества, плюсы и минусы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vlgrad.3dtool.ru/stati/lazernaya-svarka-preimushchestva-nedostatki-tehnologii/?ysclid=ls7uahwflw455609134>

ABOUT POSSIBILITY OF USING OF BULK MATERIALS AS CONSUMABLES FOR CONSTRUCTION VIA 3D PRINTERS

Odintsov A.N.

FGAOU VO Sevastopol State University, 299053, Sevastopol, Russian Federation, st.Universitetskaya 33,
e-mail: anodincov@sevsu.ru

Annotation. This article is dedicated to further advancements in SLS technology in 3D printing, exploring the potential use of various inexpensive bulk materials as base consumables. This conceptual work aims to illustrate a possible direction for the future development of the construction industry.

Keywords: consumable material, silicon dioxide (SiO_2), entropy, construction 3-D printer, directional plasmatron, laser welding equipment.

Раздел 4. Экологическая безопасность

УДК 628.16.081.3

ФИЛЬТРУЮЩАЯ ЗАГРУЗКА НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ ФИЛЬТР-ПАТРОНОВ

Асташина М.В, Лапшакова И.В., Гайсина С.И., Рахимова Э.Д.

Архитектурно-строительный институт ФГБОУ ВО УГНТУ,
450080, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Менделеева 195, , e-mail: aqua_ufa@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены актуальные вопросы предочистки дождевых стоков с применением сорбционных фильтров, представлены технологические решения применения фильтрующей загрузки на основе вторичных ресурсов – измельченной резиновой крошки, а также показаны основные характеристики сорбента по ГОСТ. Предмет исследования: сорбционные свойства резиновой крошки, как вторичного ресурса для фильтрующей загрузки фильтр-патрона.

Материалы и методы: сорбционные свойства проверяли по ГОСТ 33627-2015 «Уголь активированный. Стандартный метод определения сорбционных характеристик адсорбентов», ГОСТ 16190-70 «Сорбенты. Метод определения насыпной плотности», ГОСТ 16188-70 «Сорбенты. Метод определения прочности на истирание», ГОСТ 4453-74 «Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный».

Выводы: полученные результаты сорбционной активности твердого углеродного остатка и сравнения их с сорбционной активностью берёзового активированного угля позволяют оценить перспективность использования утилизированных резиновых покрышек для очистки сточных вод.

Ключевые слова: резиновые покрышки, резиновая крошка, эффект очистки, сорбционная емкость, адсорбция, очистка сточных вод, вторичные ресурсы.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в связи с интенсивным развитием нефтяной и нефтехимической промышленности увеличивается воздействие на окружающую среду. В результате промышленной деятельности, сельского хозяйства и несанкционированного выброса отходов, сточные воды резко ухудшают потребительские свойства воды, делая её непригодной для питья, бытовых и промышленных нужд. Поступление загрязнений в озера, реки, моря вызывает гибель большинства их обитателей. Поэтому проблема очистки воды от загрязнений является приоритетной [1, 2].

Одной из первенствующих задач в сфере решения проблем защиты окружающей среды является поиск результативных и безопасных технологий очистки сточных вод. Перспективным направлением является технология, базирующаяся на применении сорбентов на основе природных и искусственных материалов, а также отходов производств [3]. Это не только является решением проблемы загрязнения окружающей среды, но и позволяет значительно удешевить конечный продукт, что приводит к финансовой выгоде.

В Российской Федерации проблема образования, утилизации, накопления, хранения отходов производства затрагивает большую часть регионов. Аналитическая служба на основе данных Росприроднадзора подсчитала, что в 2022 году российские предприятия сгенерировали 9 млрд тонн отходов. Это на 6,7% (почти на 600 млн т) больше, чем в 2021 году. В европейских странах более 50% отходов перерабатывается, а в России только 35 % промышленных отходов используется в качестве вторсырья [4, 5].

Темпы увеличения образования отходов возрастают с каждым днем. За последнее время скорость прироста составила около 15-16 % в год. Однако до определенного периода подобные показатели не вызывали угрозы. В настоящее время человеческая деятельность достаточно развита, что влечет за собой значительное количество отходов производства. В связи с этим поднимается вопрос их утилизации. Большую заинтересованность представляет преобразование отходов с целью получения товаров различного назначения, в том числе и сорбентов для очистки сточных вод [6-9].

Использование углеродных сорбентов исключает проблемы, связанные с растворением в агрессивных средах при эксплуатации, чрезмерным набуханием и, как итог этого, затруднением движения потока воды при очистке.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проведение испытаний по определению качественных характеристик фильтрующей загрузки на основе вторичных ресурсов – измельченных автомобильных покрышек, проводится согласно соответствующим методикам ГОСТ [10-13].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Динамические испытания сорбентов на плавучесть. С помощью настоящего испытания определяют гидрофильные и гидрофобные свойства сорбента при действующих условиях. Испытания проводят при температуре 23 ± 4 °С [10].

Пробу адсорбента массой 10 г взвесили и поместили в колбу вместимостью 4000 мл (рисунок 1), наполнили её водой в объеме 2000 мл. Колбу плотно закрыли и закрепили в устройстве для встряхивания. В течение 15 минут колбу встряхивали на устройстве, совершающем 150 движений в минуту с амплитудой 2,5 см. После этого колбу сняли с устройства и дали ей постоять 2 минуты.



Рис.1. Сорбенты после динамического испытания

В результате осмотра содержимого выявили, что при испытании сорбентов резиновая крошка фракции 3-5 мм на 70% осела на дно. Данный сорбент не прошел испытание, так как допустимое значение осевшего сорбента не должно превышать 10% [9, п. 9.2.2].

Обожжённая резиновая крошка осела на 10%, что говорит о том, что данный сорбент прошел динамическое испытание.

Лучше всего себя показала резиновая крошка фракции 1,5-3 мм. Плавучесть сорбента составила 97%.

Определение насыпной плотности сорбентов. В колбу объемом 200 мл (рисунок 2) насыпаем порционно адсорбент и уплотняем его стеклянным стержнем [11]. Заполняем колбу до отметки 100 мл и взвешиваем. Насыпная плотность есть отношение массы адсорбента к занимаемому объему при нормированном уплотнении.



Рис.2. Значение массы адсорбента

После измерения массы сорбентов насыпная плотность составляет:

- резиновая крошка фракции 1,5-3 мм: 0,518 г/мл;
- резиновая крошка фракции 3-5 мм: 0,567 г/мл;
- обожженная резиновая крошка: 0,398 г/мл.

Испытание на прочность при истирании. Пробу для испытания отбирают в отношении массы навески равной 1/20 части массы сорбента в 1 л по формуле [12]:

$$m = \frac{1}{20} (\rho \cdot v), \quad (1)$$

где ρ – плотность сорбента;

v – объем, равный 1 л.

Получаем:

масса резиновой крошки фракции 1,5-3 мм для проведения исследования:

$$m = 1/20(518 \cdot 1) = 25,9 \text{ г};$$

масса резиновой крошки фракции 3-5 мм для проведения исследования:

$$m = 1/20(567 \cdot 1) = 28,35 \text{ г};$$

масса обожженной резиновой крошки для проведения исследования:

$$m = 1/20(398 \cdot 1) = 19,9 \text{ г}.$$

После определения необходимых масс, пересыпаем навески каждого исследуемого сорбента в колбы. Колбы помещаем на виброустановку на 5 минут. После истечения времени пробу просеиваем через сито и взвешиваем остаток.

Испытания проводятся трижды для каждой фильтрующей загрузки. Результаты испытания продемонстрированы в таблице 1.

Определение прочности на истирание вычисляется по формуле:

$$\Pi = 100\% - \frac{M1 - M2}{M1} * 100\%, \quad (2)$$

где $M1$ – масса навески до проведения испытания, г;

$M2$ – масса навески после проведения испытания, г.

Таблица 1.
Результаты измерения прочности сорбентов на истирание

Наименование сорбента	№	Масса до испытания	Масса после испытания	Среднее значение	Прочность на истирание, %
Резиновая крошка фракции 1,5-3 мм	1	25,9	25,5	25,57	98,34
	2	25,9	25,68		
	3	25,9	25,52		
Резиновая крошка фракции 3-5 мм	1	28,35	28,28	28,26	99,68
	2	28,35	28,25		
	3	28,35	28,26		
Обожженная резиновая крошка	1	19,9	19,24	19,19	96,43
	2	19,9	19,15		
	3	19,9	19,20		

Так как данное исследование проводилось не в соответствии с ГОСТ из-за отсутствия необходимого оборудования [13], следует пересчитать результаты исследования относительно активированного березового угля.

Масса активированного березового угля для проведения исследования:

$$m=1/20(480*1)=24 \text{ г.}$$

После проведения испытания трех навесок БАУ на прочность при истирании среднее значение массы навесок после прохождения исследования составило 21,85 г.

Прочность на истирание составляет:

$$P_{\text{БАУ}} = 100 - \frac{24 - 21,85}{24} \cdot 100\% = 91,04 \%$$

Согласно ГОСТ 6217-70 прочность на истирание активированного угля составляет 87%. Для определения более точных значений прочности необходимо определить коэффициент пересчета.

$$k = \frac{P_{\text{ГОСТ}}}{P_{\text{БАУ}}}, \quad (3)$$

где $P_{\text{ГОСТ}}$ – прочность на истирание активированного угля, указанная в ГОСТе;

$P_{\text{БАУ}}$ – прочность на истирание активированного угля, полученная путем проведения испытания.

$$k=87/91,04=0,96$$

Далее необходимо полученные значения прочности фильтрующей загрузки на истирание пересчитать с вышеуказанным коэффициентом.

Результаты пересчета значений указаны в таблице 2.

Таблица 2.
Результаты исследования сорбентов на прочность с использованием коэффициента

Наименование фильтрующей загрузки	Прочность на истирание без коэффициента, %	Прочность на истирание с применением коэффициента, %
Резиновая крошка фракции 1,5-3 мм	98,34	94,41
Резиновая крошка фракции 3-5 мм	99,68	95,69
Обожженная резиновая крошка	96,43	93,57

Исходя из результатов, указанных в таблице 2, можно сделать вывод, что исследуемые в данном проекте сорбенты обладают высокой прочностью на истирание, благодаря чему срок их эксплуатации будет значительно дольше, чем у сорбентов с более низким показателем прочности.

Ускоренное испытание сорбентов на сорбцию нефтепродуктов. Пробу адсорбента взвесили и записали её массу [10]. В емкость для испытания налили испытуемую жидкость слоем необходимой толщины. Пробу адсорбента поместили в сито, которое опустили в емкость для испытаний. Сито с адсорбентом должно свободно размещаться внутри емкости. Через 15 минут сито с адсорбентом сняли и дали жидкости стечь в течение 2 минут (рисунок 3). После этого сразу подставили под сито с адсорбентом предварительно взвешенный лоток для сбора продолжающих стекать капель и переносят сито в лоток. Лоток с адсорбентом взвесили, результат взвешивания записали в таблицу 1.



Рис.3. Сорбенты после ускоренного испытания на сорбцию нефтепродуктов

Таблица 3.
Результаты ускоренных испытаний на сорбцию нефтепродуктов

№	Исходная масса сорбента, г	Конечная масса сорбента, г		
		Резиновая крошка фракции 1,5-3 мм	Резиновая крошка фракции 3-5 мм	Обожженная резиновая крошка
1	4	11,96	9,42	7,04
2		12,28	9,16	6,92
3		12,38	8,70	8,04
Ср. знач.		12,21	9,09	7,30

После проведенного испытания, согласно [10, п. 9.5.2-9.5.4], рассчитываем показатели сорбируемости:

- массовая сорбируемость нефтепродукта как отношение массы адсорбированного нефтепродукта к массе сухого сорбента:

$$m = \frac{S_s}{S_o}, \quad (4)$$

где $S_s = (S_{st} - S_o)$ – масса адсорбированного нефтепродукта,

S_o – масса первоначальной пробы адсорбента, взятой для испытаний (сухого),

S_{st} – масса пробы адсорбента после обработки нефтепродуктом при проведении ускоренного испытания на адсорбцию нефтепродуктов.

Массовая сорбируемость нефтепродукта резиновой крошкой фракции 1,5-3 мм:

$$m = \frac{12,21 - 4}{4} = 2,05$$

массовая сорбируемость нефтепродукта резиновой крошкой фракции 3-5 мм:

$$m = \frac{9,09 - 4}{4} = 1,27 \text{ г/г};$$

массовая сорбируемость нефтепродукта обожженной резиновой крошкой:

$$m = \frac{7,30 - 4}{4} = 0,83 \text{ г/г.}$$

- Объемную сорбируемость нефтепродукта вычисляют как отношение объема адсорбированного нефтепродукта к объему сухого адсорбента по формуле:

$$v = \frac{S_{sv}/\rho_n}{S_{ov}/\rho_c}, \quad (5)$$

где S_{sv} – масса адсорбированного нефтепродукта,

$\rho_n=0,820$ – плотность нефти,

S_{ov} – первоначальная масса сухого сорбента,

ρ_c – плотность сорбента, определяемая в п. 2.1.2

Объемная сорбируемость нефтепродукта резиновой крошкой фракции 1,5-3 мм:

$$v = \frac{12,21/0,820}{4/0,518} = 1,92 \text{ см}^3/\text{см}^3;$$

объемная сорбируемость нефтепродукта резиновой крошкой фракции 3-5 мм:

$$v = \frac{9,09/0,820}{4/0,567} = 1,57 \text{ см}^3/\text{см}^3;$$

объемная сорбируемость нефтепродукта обожженной резиновой крошкой:

$$v = \frac{7,30/0,820}{4/0,398} = 0,89 \text{ см}^3/\text{см}^3.$$

- Фактор вместимости сорбента, равный величине, обратной отношению объема адсорбированного нефтепродукта к объему сухого сорбента, вычисляют по формуле:

$$c = \frac{S_{ov}/\rho_c}{S_{sv}/\rho_n} \quad (6)$$

фактор вместимости резиновой крошки фракции 1,5-3 мм:

$$c = \frac{4/0,518}{12,21/0,820} = 0,52 \text{ см}^3/\text{см}^3;$$

фактор вместимости резиновой крошки фракции 3-5 мм:

$$c = \frac{4/0,567}{9,09/0,820} = 0,64 \text{ см}^3/\text{см}^3;$$

фактор вместимости обожженной резиновой крошки:

$$c = \frac{4/0,398}{7,30/0,820} = 1,13 \text{ см}^3/\text{см}^3.$$

Таким образом, по итогу ускоренных испытаний на сорбцию нефтепродуктов наилучшими показателями обладает резиновая крошка фракцией 1,5-3 мм.

Продолжительное испытание сорбентов на сорбцию нефтепродуктов. Пробу адсорбента взвесили и записали её массу [10]. В емкость для испытания налили испытуемую жидкость слоем необходимой толщины. Пробу адсорбента поместили в сито, которое опустили в емкость для испытаний. Сито с адсорбентом должно свободно размещаться внутри емкости. Через 24 часа сито с адсорбентом вынули и дали жидкости стечь в течение 2 минут. После этого сразу подставили под сито с адсорбентом предварительно взвешенный лоток для сбора продолжающих стекать капель и переносят сито в лоток. Лоток с адсорбентом взвесили, результат взвешивания записали в таблицу 4.

Таблица 4.

Результаты продолжительных испытаний на сорбцию нефтепродуктов

№	Исходная масса сорбента, г	Конечная масса сорбента, г		
		Резиновая крошка фракции 1,5-3 мм	Резиновая крошка фракции 3-5 мм	Обожженная резиновая крошка
1	4	8,86	6,06	5,92
2		7,50	6,24	5,24
3		8,62	6,26	6,18
Ср. знач.		8,33	6,19	5,78

После проведенного испытания, согласно [10, п. 9.5.2-9.5.4], рассчитываем показатели сорбируемости:

- Массовая сорбируемость нефтепродукта как отношение массы адсорбированного нефтепродукта к массе сухого сорбента:

$$m = \frac{S_s}{S_o}, \quad (7)$$

где $S_s = (S_{st} - S_o)$ – масса адсорбированного нефтепродукта,

S_o – масса первоначальной пробы адсорбента, взятой для испытаний (сухого),

S_{st} – масса пробы адсорбента после обработки нефтепродуктом при проведении ускоренного испытания на адсорбцию нефтепродуктов.

Массовая сорбируемость нефтепродукта резиновой крошкой фракции 1,5-3 мм:

$$m = \frac{8,33 - 4}{4} = 1,08 \text{ г/г};$$

массовая сорбируемость нефтепродукта резиновой крошкой фракции 3-5 мм:

$$m = \frac{6,19 - 4}{4} = 0,55 \text{ г/г};$$

массовая сорбируемость нефтепродукта обожженной резиновой крошкой:

$$m = \frac{5,78 - 4}{4} = 0,45 \text{ г/г}.$$

- Объемную сорбируемость нефтепродукта вычисляют как отношение объема адсорбированного нефтепродукта к объему сухого адсорбента по формуле:

$$v = \frac{S_{sv}/\rho_n}{S_{ov}/\rho_c}, \quad (8)$$

где S_{sv} – масса адсорбированного нефтепродукта,

$\rho_n = 0,820$ – плотность нефти,

S_{ov} – первоначальная масса сухого сорбента,

ρ_c – плотность сорбента.

Объемная сорбируемость нефтепродукта резиновой крошкой фракции 1,5-3 мм:

$$v = \frac{8,33/0,820}{4/0,518} = 1,32 \text{ см}^3/\text{см}^3;$$

объемная сорбируемость нефтепродукта резиновой крошкой фракции 3-5 мм:

$$v = \frac{6,19/0,820}{4/0,567} = 1,07 \text{ см}^3/\text{см}^3;$$

объемная сорбируемость нефтепродукта обожженной резиновой крошкой:

$$v = \frac{5,78/0,820}{4/0,398} = 0,70 \text{ см}^3/\text{см}^3.$$

- Фактор вместимости сорбента, равный величине, обратной отношению объема адсорбированного нефтепродукта к объему сухого сорбента, вычисляют по формуле:

$$c = \frac{S_{ov}/\rho_c}{S_{sv}/\rho_n} \quad (9)$$

Фактор вместимости резиновой крошки фракции 1,5-3 мм:

$$c = \frac{4/0,518}{8,33/0,820} = 0,76 \text{ см}^3/\text{см}^3$$

фактор вместимости резиновой крошки фракции 3-5 мм:

$$c = \frac{4/0,567}{6,19/0,820} = 0,94 \text{ см}^3/\text{см}^3$$

фактор вместимости обожженной резиновой крошки:

$$c = \frac{4/0,398}{5,78/0,820} = 1,43 \text{ см}^3/\text{см}^3$$

Таким образом, по итогу продолжительных испытаний на сорбцию нефтепродуктов наилучшими показателями обладает резиновая крошка фракцией 1,5-3 мм.

Испытания сорбентов на очистку от метиленового синего. Модельный раствор метиленового синего с различными концентрациями заливался в колонки, размещенные на стенде (рисунок 4), предварительно заполненные исследуемыми сорбентами (резиновая крошка фракцией 0,2-0,8 мм и 1-2 мм, березовый активированный уголь, активированный гранулированный уголь, с размерами гранул 3 мм, и твердый углеродный остаток, с размерами частиц 1,25-7,5 мм). Очищенная вода протекала в пробирки (рисунок 4) и исследовалась на фотокалориметре.



Рис.4. Колонки с испытываемыми сорбентами

Как видно из рисунка 5 наилучший эффект очистки показал сорбент из обожженной резиновой крошки (86,03 %). С увеличением концентрации эффект очистки у обожженной резиновой крошки возрастает. У резиновых крошек фракций 1,5-3 мм и 3-5 мм максимальный эффект очистки получен при концентрации метиленового синего 8 мг/л.

После проведения 2-3 испытаний требуется промывка, так как сорбенты теряли свою способность задерживать краситель.

Испытания сорбентов на очистку от железа и марганца. Для проверки сорбентов на очистку от железа и марганца используются тест-системы, благодаря которым определяются концентрации ионов в воде до испытания и после.

Отобранная проба объемом 2 мл помещается в колбу, далее в колбу добавляем 3 капли первого реагента и перемешиваем, после добавляем 5 капель второго реагента. Все перемешиваем и оставляем на 5 мин. Определяется концентрация железа в воде при помощи сравнения окраски раствора с цветовой шкалой (рисунок 6).

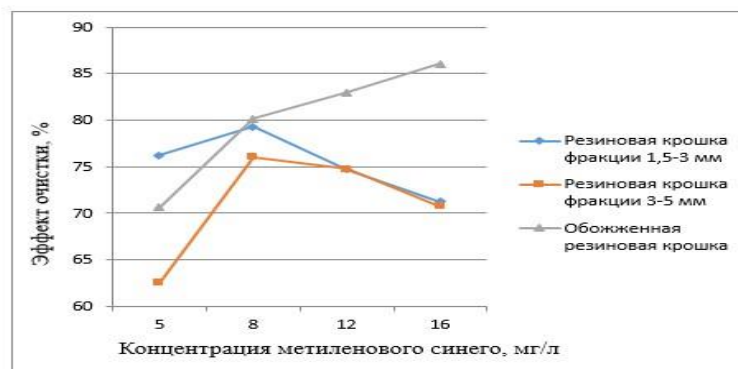


Рис.5. Очистка от метиленового синего

После проведенных испытаний по очистке воды от ионов железа наилучший показатель показала обожженная резиновая крошка. Данный сорбент больше всех приблизился до значения ПДК=0,3 мг/л.

Наименьший результат показала крошка фракции 3-5 мм, но для предварительной очистки данный результат является допустимым.

Тест-система для определения марганца устроена таким же образом, что и для определения железа. 2 мл пробы помещаем в колориметрическую колбу, добавляем 3 капли первого реагента, перемешиваем, добавляем 15 капель раствора второго реагента, перемешиваем и оставляем на 5 минут. После этого добавляем еще 1 каплю первого реагента и 2 капли второго реагента. Определяется концентрация марганца в воде при помощи сравнения окраски раствора с цветовой шкалой.



Рис. 6. Определение концентрации железа

Для проведения данного опыта изготавливаем модельный раствор с разными концентрациями ионов железа. Результаты представлены на рисунке 7.

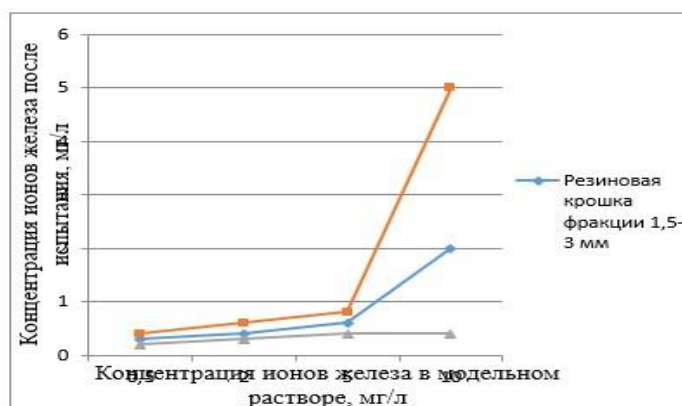


Рис. 7. Очистка воды от ионов железа

Для проведения данного опыта изготавливаем модельный раствор с разными концентрациями ионов марганца. Результаты представлены на рисунке 8.

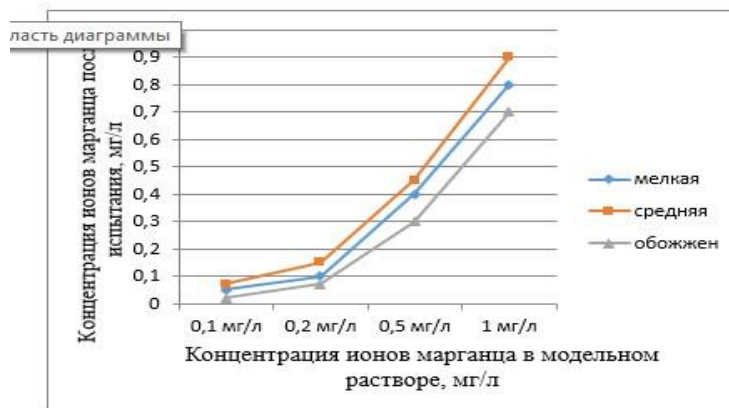


Рис. 8. Очистка воды от ионов марганца

По результатам испытаний на очистку воды от марганца результата ПДК=0,1 мг/л получается достичь при начальной концентрации до 0,2 мг/л.

По результатам проведенных испытаний можно сделать вывод, что обожженная резиновая крошка является наиболее эффективной в очистке воды от метиленового синего, ионов железа и марганца.

Резиновая крошка фракции 1,5-3 мм имеет наибольшие показатели по массовой и объемной сорбируемости нефтепродуктов.

Все сорбенты, исследуемые в данной работе, способны поглощать и удерживать красители, но при длительной эксплуатации требуют промывки.

После проведенных испытаний качественные характеристики сорбентов подходят для использования их в системах предварительной очистки воды. Согласно постановлению Правительства РФ от 29.07.2013 №644 «Об утверждении Правил холодного водоснабжения и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» Приложения №5 «Перечень максимально допустимых значений нормативных показателей общих свойств сточных вод и концентрации загрязняющих веществ в сточных водах, установленных в целях предотвращения негативного воздействия на работу централизованных систем водоотведения» [21] данные сорбенты позволяют снизить концентрации ионов железа и марганца до допустимых.

Испытание сорбента на очистку от взвешенных веществ. Для проведения испытаний использовалась лабораторная установка (рисунок 9), имитирующая сорбционный фильтр, загрузкой которого являются испытываемые сорбенты [14].

Установка состоит из бака 1, в котором происходит динамическое перемешивание взвеси для поддержания постоянной концентрации и предотвращения процесса отстаивания. Из бака 1 вода через трубопроводы 2 попадает в колонки 4, заполненные на 1 м испытываемыми загрузками. Для регулирования и поддержания скорости подачи воды перед каждой колонкой установлены краны 3. Цистерна 7 необходима для подачи воды и поддержания постоянного уровня в баке 1. Для поддержания постоянного уровня создан перелив 8. Вода из цистерны подается в бак при помощи насоса 6, который также дополнительно создает перемешивание в баке.

Вода, прошедшая через загрузку, попадает в емкости для сбора очищенной воды 5. Пробы для замера эффекта очистки снимаются каждые 30 минут.

Очистка стоков от взвешенных веществ является первым и важным этапом. Для проведения данного исследования в качестве загрязнителя использовался бентонит, который предварительно был перемолот до частиц диаметром 0,5-1 мм.

Испытания по очистке воды от взвешенных примесей проводились для разных концентраций загрязнения.

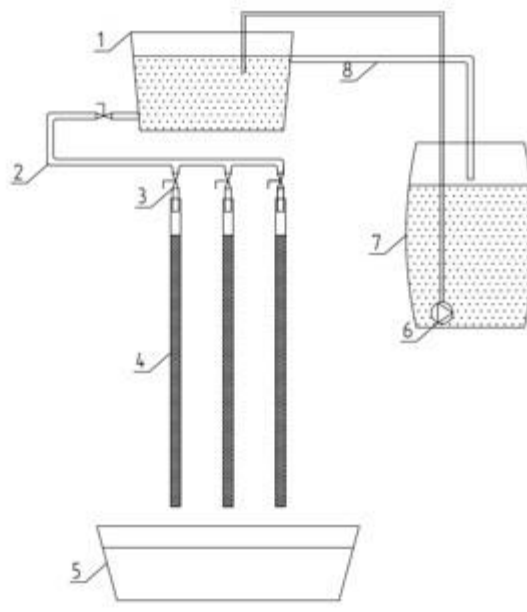


Рис. 9. Лабораторная установка для проведения испытаний

Испытание сорбентов на очистку от взвешенных веществ с концентрацией 50 мг/л.

Проверка сорбентов на очистку сточных вод от взвешенных веществ начинается с 50 мг/л.

Пробы воды, прошедшей через испытываемую фильтрующую загрузку, снимались каждые 30 минут. Объем пробы составлял 50 мл. Результаты замерялись при помощи фотоколориметра при длине волны 450 нм. В качестве сравнительной пробы использовалась дистиллированная вода.

Допустимые скорости течения воды для скорых фильтров находятся в пределах 8-15 м/ч. Для определения скорости течения воды при прохождении через фильтрующую загрузку замерялся объем, проходящий фильтр за 1 минуту. Полученное значение переводилось в необходимые единицы. При концентрации взвешенных веществ 50 мг/л средняя скорость воды составила:

- 9,72 м/ч для резиновой крошки фракции 1,5-3 мм;
- 15 м/ч для резиновой крошки фракции 3-5 мм;
- 13,76 м/ч для обожженной резиновой крошки.

После снятия проб и проверки их через фотоколориметр рассчитывается эффект очистки по формуле:

$$\varepsilon = \frac{A_{\text{начальная}} - A_t}{A_{\text{изначальная}}} \times 100\%, \quad (10)$$

где $A_{\text{начальная}}$ – оптическая плотность исходной воды;

A_t – оптическая плотность пробы за время t .

Результаты измерений представлены на рисунке 10.

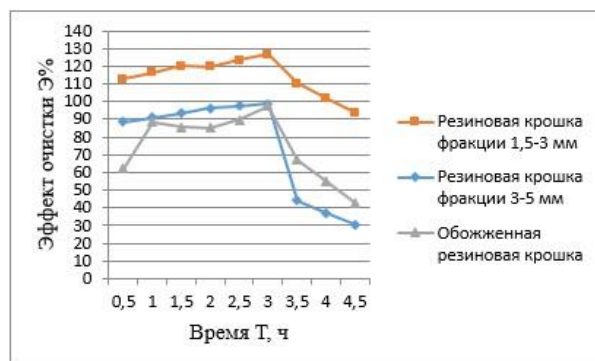


Рис. 10. Эффект очистки от взвешенных веществ при начальной концентрации 50 мг/л

По результатам замеров на протяжении 4,5 часов можно сделать вывод, что резиновая крошка фракции 1,5-3 мм показала наилучший эффект очистки.

Все проверяемые сорбенты держали примерно одинаковый эффект очистки от взвешенных веществ на протяжении 3 часов, далее эффект очистки идет на спад.

Испытание сорбентов на очистку от взвешенных веществ с концентрацией 100 мг/л. Пробы снимались каждые 30 минут. Результаты замерялись при помощи фотоколориметра при длине волны 450 нм.

При концентрации взвешенных веществ 100 мг/л средняя скорость воды составила:

-8,35 м/ч для резиновой крошки фракции 1,5-3 мм;

-9,55 м/ч для резиновой крошки фракции 3-5 мм;

-5,68 м/ч для обожженной резиновой крошки.

Результаты представлены на рисунке 11.

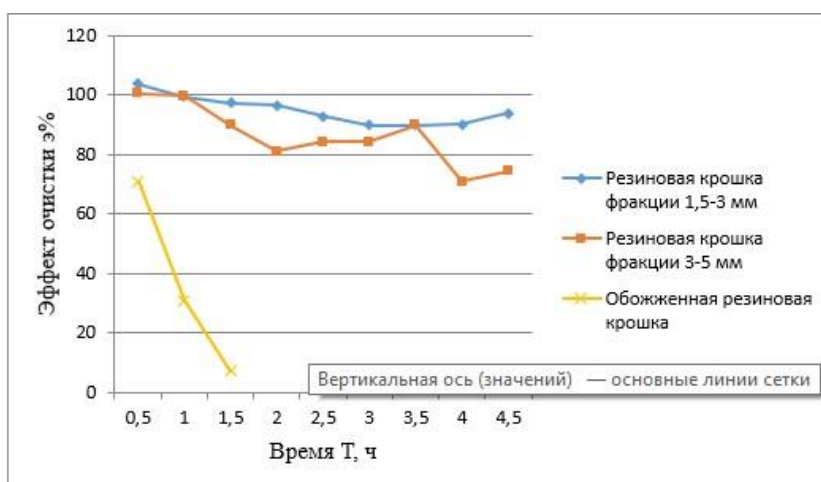


Рис. 11. Эффект очистки от взвешенных веществ при начальной концентрации 100 мг/л

В результате замеров на протяжении 4,5 часов можно сделать вывод, что резиновая крошка фракции 1,5-3 мм показала наилучший и практически постоянный эффект очистки, но более низкий, чем при концентрации 50 мг/л.

Эффект очистки обожженной резиновой крошкой стремительно падал, вследствие чего можно сделать вывод, что данная загрузка не подходит для очистки от взвешенных веществ с концентрацией 100 мг/л и выше. Поэтому в дальнейших измерениях очистки от взвешенных веществ данный сорбент проверяться не будет.

Резиновая крошка фракции 3-5 мм показал ухудшение очистки через 3,5 часа непрерывной работы.

Испытание сорбентов на очистку от взвешенных веществ с концентрацией 150 мг/л. Пробы снимались каждые 30 минут. Результаты замерялись при помощи фотоколориметра при длине волны 450 нм.

При концентрации взвешенных веществ 150 мг/л средняя скорость воды составила:

- 8,15 м/ч для резиновой крошки фракции 1,5-3 мм;

- 9,86 м/ч для резиновой крошки фракции 3-5 мм;

Результаты измерений представлены на рис 12.

По итогу замеров на протяжении 4,5 часов можно сделать вывод, что резиновая крошка фракции 1,5-3 мм показала наилучший и постоянный эффект очистки.

Эффект очистки резиновой крошкой фракции 3-5 мм постепенно падал на протяжении всего времени испытания, вследствие чего можно сделать вывод, что данная загрузка требует более частых промывок, по сравнению с фракцией 1,5-3 мм. После 3,5 часов непрерывной работы эффект очистки от взвешенных веществ составил меньше 50 %.

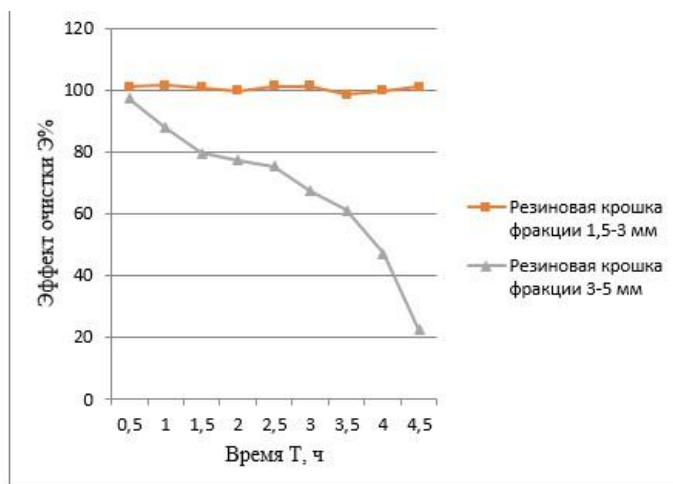


Рис. 12. Эффект очистки от взвешенных веществ при начальной концентрации 150 мг/л

ВЫВОДЫ

По итогам проведенных исследований можно сделать вывод, резиновая крошка фракции 1,5-3 мм показала наилучший результат по проверке на плавучесть, сорбцию нефтепродуктов, а также по очистке от взвешенных веществ с концентрацией 50, 100 и 150 мг/л с постоянным эффектом очистки до 99%.

Резиновая крошка фракции 3-5 мм в результате исследований показала наилучший результат по прочности на истирание с показателем 95,69%.

Обоженная резиновая крошка более эффективна при очистке модельного раствора от метиленового синего, а также от ионов железа и марганца с эффектом, очищая воду в 25 и 1,5 раза соответственно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Габдраупова, А.Д. Очистка поверхностного стока с автомобильных дорог / А.Д. Габдраупова, И.В. Лапшакова // Водоснабжение, водоотведение и системы защиты окружающей среды. – 2012. – С. 123-125.
2. Кулипанов, Б.О. Способы очистки сточных вод с автомагистралей / .О.Б. Кулипанов, И.В. Лапшакова // Материалы 73-й научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых УГНТУ. – Уфа, 2022. – С. 214-215.
3. Асташина, М.В. Очистка поверхностных сточных вод с магистралей с применением отходов нефтехимического производства / М.В. Асташина, А.У. Ишмухаметова, И.В. Лапшакова // Водные ресурсы – основа глобальных и региональных проектов обустройства России, Сибири и Арктики в XXI веке. Сборник статей национальной научно-практической конференции с международным участием. – Тюмень, 2021. – С. 14-17.
4. Асташина, М.В. Минеральный продукт содового производства как вторичный ресурс. / М.В. Асташина, Д.В. Кузнецов, Д.А. Синицин // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2023. – № 4 (144). – С. 200-209.
5. Асташина, М.В. Утилизация твердого углеродного остатка пиролиза и резиновой крошки изношенных шин для очистки сточных вод. / М.В. Асташина, А.А. Булатова // Строительство и техногенная безопасность. – 2019. – №17(69).– с. 17-124.
6. Кулипанов, Б.О. Экспериментальные исследования эффективности очистки поверхностных сточных вод при отстаивании / Б.О. Кулипанов, Р.Р. Насибуллин, И.В. Лапшакова // Водоснабжение, водоотведение и системы защиты окружающей среды. Статьи и тезисы. – Уфа, 2023. – С. 38-41.
7. Булатова, А.А. Исследование в области утилизации резиновой крошки и твердого углеродного остатка пиролиза изношенных шин для очистки сточных вод / А.А. Булатова,

М.В. Асташина, В.Д. Назаров // VIII Международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Водоснабжение, водоотведение и системы защиты окружающей среды». – Уфа, 2019.

8. Стрелков, А.К. Проведение лабораторного исследования по осаждению компонентов загрязняющих веществ поверхностных сточных вод в исторической части города Самара / А.К. Стрелков, М.В. Шувалов, Е.Д. Палагин и др. // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2023. № 4 (144). – С. 162-175.

9. Лапшакова, И.В. Разработка и исследование альтернативных видов сорбентов для очистки поверхностных сточных вод / И.В. Лапшакова, Р.Р. Гимазетдинов // Проблемы строительного комплекса России. Материалы XXV Всероссийской научно-технической конференции. – Уфа, 2021. – С. 349-350.

10. ГОСТ 33627-2015 Уголь активированный. Стандартный метод определения сорбционных характеристик адсорбентов [Текст]. – Введ. 2017-04-01. – М.: Стандартинформ, 2019. – 15 с.

11. ГОСТ 16190-70 Сорбенты. Метод определения насыпной плотности. – Введ. 1971-07-01. – М. Изд-во стандартов, 1970. – 7 с.

12. ГОСТ 16188-70 Сорбенты. Метод определения прочности на истирание. – Введ. 1971-07-01. – М. Изд-во стандартов, 1970. – 7 с.

13. ГОСТ 4453-74 Уголь активный осветляющий древесный порошкообразный. – Введ. 1976-01-01. – М. Изд-во стандартов, 1970. – 23 с.

14. Кулипанов, Б.О. Применение фильтрующего патрона для очистки сточных вод с автомагистралей / Б.О. Кулипанов, И.В. Лапшакова // Водоснабжение, водоотведение и системы защиты окружающей среды. – Уфа, 2022. С. 58-63.

FILTER MEDIA BASED ON SECONDARY RESOURCES FOR FILTER CARTRIDGES

Astashina M.V., Lapshakova I.V., Gaisina S.I., Rakhimova E.D.

Architectural and Construction Institute of Ufa State Oil Technical University

Annotation. In this article the urgent questions of pre-treatment of rainwater runoff with the use of sorption filters are considered, technological solutions of application of filter loading on the basis of secondary resources - crushed rubber crumbs are presented, and also the main characteristics of the sorbent according to GOST are shown

Subject of the study: sorption properties of crumb rubber as a secondary resource for filter loading of the filter cartridge.

Materials and methods: sorption properties were tested according to GOST 33627-2015 "Activated carbon. Standard method for determining the sorption characteristics of adsorbents", GOST 16190-70 "Sorbents. Method for determination of bulk density", GOST 16188-70 "Sorbents. Method of determination of abrasion strength", GOST 4453-74 "Active clarifying charcoal powdered".

Conclusions: the obtained results of sorption activity of solid carbon residue and their comparison with the sorption activity of birch activated charcoal allow us to assess the prospects of using recycled rubber tires for wastewater treatment.

Keywords: rubber tires, crumb rubber, purification effect, sorption capacity, adsorption, wastewater treatment, secondary resources.

УДК 621.77

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА НАЛИВНОМ СУДНЕ

Морев Д.С.¹, Хромов Е.В.²

^{1,2}Морской институт (структурное подразделение), ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», 299053, г. Севастополь, ул. Университетская, 33, e-mail: ¹dima2003@mail.ru, ²ev.khromov@mail.ru

Аннотация. Проблема противопожарной защиты морских судов является одной из основных в общем комплексе обеспечения безопасности плавания и охраны человеческой жизни на море. В данной статье предложены мероприятия по предупреждению и тушению пожаров на наливном судне.

Ключевые слова: пожарная безопасность, машинно-котельное отделение, нефтепродукты, электрооборудование, пожарная сигнализация, аварийные насосы, химическая пена, пенные огнетушители.

ВВЕДЕНИЕ

Начиная с 1929 года требования пожарной безопасности на судах вышли из рамок национальных правил и были включены в Международную конвенцию по охране человеческой жизни на море.

Из всех видов аварий на танкерах взрывы и пожары наиболее опасны, так как в ряде случаев они сопровождаются человеческими жертвами и сопряжены с огромными разрушениями, зачастую кончаются гибелью танкера и груза. Если взрыв или пожар на танкере происходит во время стоянки в порту, то могут пострадать также стоящие рядом с аварийным суда и портовые сооружения. Эти обстоятельства заставляют судовладельцев использовать на танкерах новейшие средства предупреждения взрывов и пожаров [1-5].

Характерными источниками возникновения взрывов и пожаров на танкере являются следующие объекты:

- Машинно-котельное отделение (МКО).

Угрозу пожара или взрыва создает энергоустановка, повышение температуры выхлопных коллекторов, возникновение возможных неисправностей электрооборудования, наличие большого количества топлива, масла.

- Грузовые отсеки (танки) и системы трубопроводов, обеспечивающие перекачку нефтепродуктов. В танках скапливаются взрывоопасные пары нефтепродуктов, а в системах трубопроводов возможны утечки этих паров.

- Служебные и бытовые помещения.

Причины возгорания возможны от неисправностей электрооборудования, наличия теплонагревательного оборудования и приборов, нарушение пожарной безопасности судовым составом.

Пожарная безопасность на судах достигается:

- профилактическими мерами, т. е. недопущением условий возникновения пожара;
- конструктивными решениями корпуса судна, обеспечивающими препятствия распространению возникшего пожара на соседние отсеки и объекты;
- применение несгораемых материалов звукоизоляции и термоизоляции служебных помещений и кают;
- средствами активного подавления пожара, включающими в себя переносные устройства и стационарные системы пожаротушения.

Мероприятия, обеспечивающие пожарную безопасность судов:

- конструирование судов согласно установленным правилам;
- снабжение судов противопожарным оборудованием и другими средствами;
- хранение противопожарной техники в специальных местах с открытым доступом (пожарные посты), работоспособность и полная исправность оборудования;
- выполнение всех правил и требований членами экипажа;

- соблюдение противопожарного режима на судне;
- знание и четкое следование специальным требованиям при перевозке грузов, погрузочным / разгрузочным и другим работам.

Для рассмотренного наливного судна представлены следующие системы пожарной сигнализации:

- обнаружения;
- оповещения;
- предупреждения.

Конструктивно системы пожарной сигнализации состоят из пожарных извещателей, приемной станции, источников питания и линий передач, выносных (звуковых и световых) сигнальных устройств.

Извещатели установлены в каждом помещении, ограниченном переборками, палубами и выгородками. Они срабатывают независимо от того, в какой части помещения возник пожар.

В системе пожарной защиты танкера предусмотрены ручные и автоматические пожарные извещатели. Автоматические пожарные извещатели в зависимости от того, на какое явление, сопутствующее пожару, они реагируют, подразделяют на тепловые, дымовые, световые и комбинированные. С помощью ручных пожарных извещателей лица, обнаружившие очаг пожара, могут немедленно сообщить об этом на центральный пожарный пост на судне. Сигнализация обнаружения пожара тем или иным способом определяет признаки пожара и формирует кодированный сигнал-сообщение. Сигнализация оповещения, предназначенная для уведомления экипажа о возгорании.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Сигнализация оповещения совмещена с авральной сигнализацией на судне. На рассматриваемом танкере – это радиотрансляционные станции, колокола громкого боя, сирены и световые сигналы. Сигнализация оповещения состоит из двух самостоятельных групп устройств: для пассажиров (или производственного персонала) и для экипажа.

Сигнализацией предупреждения о пуске в действие систем объемного пожаротушения оборудованы помещения, в которых могут находиться люди. Этот сигнал подается только в пределах того помещения, куда вводится огнетушащее вещество, опасное для жизни.

Управление всеми системами централизованно, дублирующее управление предусмотрено на специальных постах [6].

Система водяного пожаротушения является основной, обязательной системой пожаротушения и предназначена для тушения пожаров компактными или распыленными струями воды. Кроме того, ее допускается использовать для обеспечения водой систем пенного пожаротушения, спринклерной, подачи бытовой забортной воды, орошения трапов и выходов из машинно-котельных отделений, проходов через противопожарные переборки, палуб на танкерах, создания водяных завес, подачи рабочей воды к стационарным и переносным эжекторам, заполнения балластных цистерн и коффердамов и откачки воды из них, если они не предназначены для хранения жидкого топлива, обмывки якорных цепей и клюзов, мытья палуб, продувки донной и бортовой арматуры, промывки сточно-фановых труб и др.

Система водяного пожаротушения состоит из следующих основных элементов:

- пожарных насосов;
- трубопроводов (приемных и напорных);
- пожарных кранов (концевых клапанов);
- приводов управления арматурой и насосами;
- контрольно-измерительных приборов;
- пожарных рукавов с быстросмыкающимися соединительными головками и стволами.

Систему водяного пожаротушения обслуживают пожарные насосы, количество и тип привода которых зависит от национальных Правил классификации судов (рисунок 1).

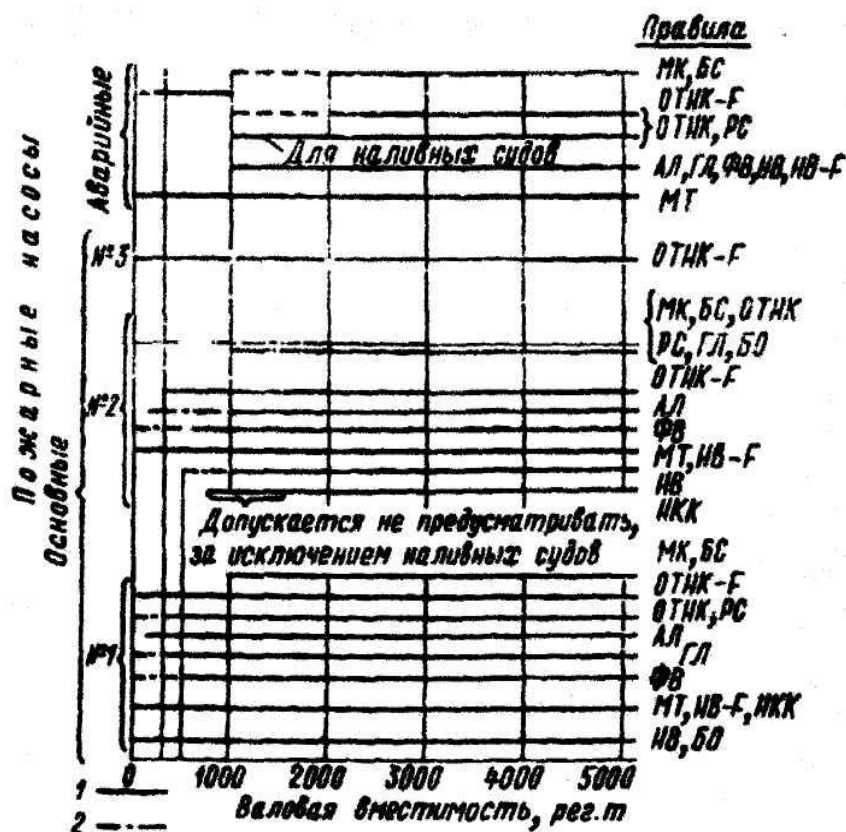


Рис. 1. Количество и тип привода пожарных насосов на танкере:

1 – стационарные с независимым приводом, 2 – стационарные с приводом от главных двигателей.

Примечание. Указанные в статье системы пожаротушения предусмотрены в дополнение к обязательной системе водяного пожаротушения в соответствии с требованиями: ОТНК – Орган технического надзора и классификации судов; АЛ – Регистр судоходства Ллойда; БС – Бюро судоходства США; ФВ – Французское Бюро Веритас; ГЛ – Германский Ллойд; НВ – Норвежское Бюро Веритас; НКК – «Ниппон Кайджи Киокай»; МТ – Министерство транспорта Великобритании; БО – Береговая охрана США [7, 8].

На данном танкере будут установлены дополнительные аварийные насосы. Они устанавливаются на случай, если основные пожарные насосы (источники энергии для их привода и кингстоны) могут одновременно выйти из строя при пожаре, либо тушение пожара в танках при воспламенении нефти.

В соответствии с требованием этих же Правил суммарная производительность основных пожарных насосов должна быть строго определенной. Она зависит от размерений судна – величины m (рисунок 2).

На этом графике по оси абсцисс отложен квадрат безразмерной величины

$$m = 1.68(L(B + D))^{1/2} + 25, \quad (1)$$

где L – длина судна между перпендикулярами, м;

B – ширина судна наибольшая, м;

D – высота борта до палубы переборок на миделе, м.

По оси ординат отложена суммарная производительность насосов.

Минимальную производительность наименьшего пожарного насоса все Правила назначают из условия подачи воды, необходимой для работы двух струй; максимальная производительность насосов требуется более $180 \text{ м}^3/\text{ч}$. По правилам НВ этот предел равен $200 \text{ м}^3/\text{ч}$, а для судов, строящихся на класс «F» – $300 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В Правилах НВ и ГЛ производительность этих насосов определена в зависимости от производительности основных пожарных насосов. Вообще при вычислении производительности

каждого пожарного насоса, кроме аварийного, исходят из двух положений: она должна быть не менее 80% средней (требуемую суммарную делят на минимальное число основных насосов) и обеспечивать работу не менее двух пожарных стволов.

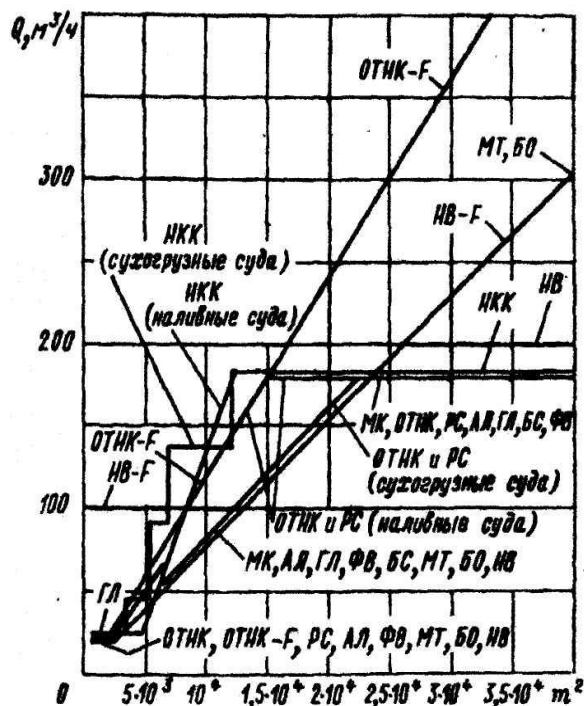


Рис. 2. Производительность пожарных насосов на танкере (без учета дополнительной потребности в воде для других систем пожаротушения)

Минимальную производительность аварийных пожарных насосов рассчитывают отдельно в зависимости от вместимости судна (рисунок 3).

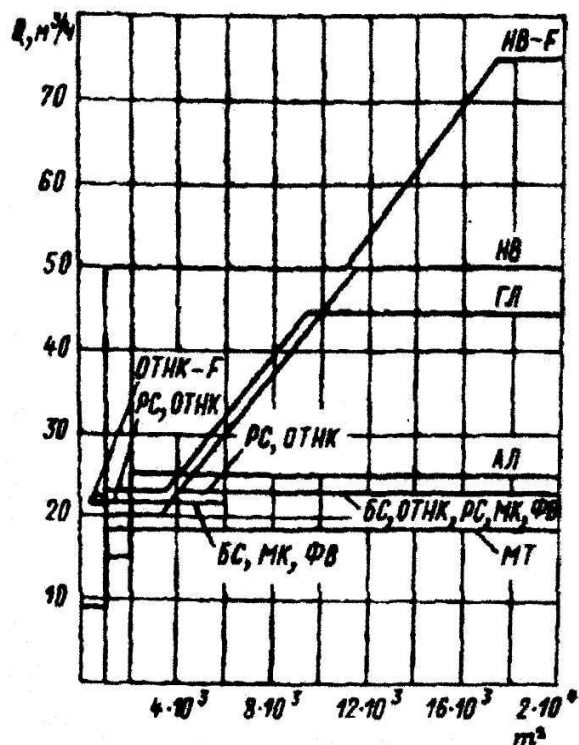


Рис. 3. Производительность аварийных пожарных насосов на танкере (без учета дополнительной потребности в воде для других систем пожаротушения)

Минимальный диаметр spryska ствола равен 12 мм, пожарного рукава – 65 мм, длина рукава – 20м.

Суммарная производительность стационарных пожарных насосов, кроме аварийного, при указанном выше давлении у пожарного крана и при подаче воды через ручные пожарные стволы должна составлять:

$$Q=km^2, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2)$$

где k – коэффициент, равный 0.016 – для пассажирских и приравненных к ним судов с критерием службы $C_s=30$ и более; 0.012 – для пассажирских и приравненных к ним судов с критерием службы $C_s<30$ и для наливных судов; 0.010 – для всех остальных судов при валовой вместимости 1000 рег. т и менее; 0.008 – для всех остальных судов при валовой вместимости более 1000 рег. т;

C_s – критерий службы, определяемый в соответствии с указаниями Правил обеспечения непотопляемости морских судов.

Произведен расчет суммарной производительности насосов для рассматриваемого судна $m = 96,2$ и $Q = 462 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Пожарные краны на судне, согласно Правилам, расположены так, чтобы в любую часть судовых помещений можно было подать не менее двух струй. Диаметры spryskov стволы приняты 15 мм.

Системы водяного пожаротушения в основном обслуживают центробежные одноступенчатые и иногда многоступенчатые насосы, работающие параллельно или последовательно. Как правило, мощности одноступенчатых центробежных насосов достаточно: они развивают напор до 100 – 200 м вод. ст. при производительности 160 – 250 м³/ч и обладают вакуумметрическими высотами всасывания 3 – 5 м вод. ст.

Основной тип пожарных насосов – электроприводный с вертикальным расположением вала рабочего колеса. Во избежание засорения песком или илом при приеме заборной воды на приемной трубе перед насосом установлен фильтр – грязевая коробка.

В помещениях машинно-котельного отделения для тушения возникновения пожаров будет установлена система водораспыления. Водораспылители находятся под подволоком защищаемого помещения, в шахте машинно-котельного отделения (обязательно выше уровня топливных и масляных цистерн), под плитами настила машинно-котельного отделения, над сточными льялами. Запорные клапаны системы располагают вне охраняемых помещений, для быстрого включения.

Для данного танкера недостаточно одной только системы водяного пожаротушения. Если произойдет возгорание в нефтяных танках или в МКО, то потушить такой пожар водой будет невозможно. Поэтому на данном судне предусмотрены еще две системы пожаротушения.

В МКО установлена система пожаротушения химической пеной. Химическая пена состоит из 80% углекислого газа, 19.7% воды (раствора) и 0.3% пенообразующего вещества. Низкая плотность пены (20.4 кгс*с²/м⁴) позволяет ей легко удерживаться на поверхности легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. Покрывая горящие материалы и предметы жидкой пленкой, пена охлаждает их вытесняет из заполняемого ею продукта горения.

Подачу системы пенотушения (л/с) можно подсчитать по формуле:

$$Q_n = i * S, \quad (3)$$

где $i = 0,2025 \text{ л/с*м}^2$ – рекомендуемая скорость подачи раствора;

S – площадь наибольшего защищаемого помещения, м².

Объем вырабатываемой генераторами пены (м³) должен быть не менее

$$V_n = 60kQnt*10^{-3}, \quad (4)$$

где k – кратность пены;

Q_n – подача системы, л/с;

t – продолжительность непрерывной работы системы, мин.

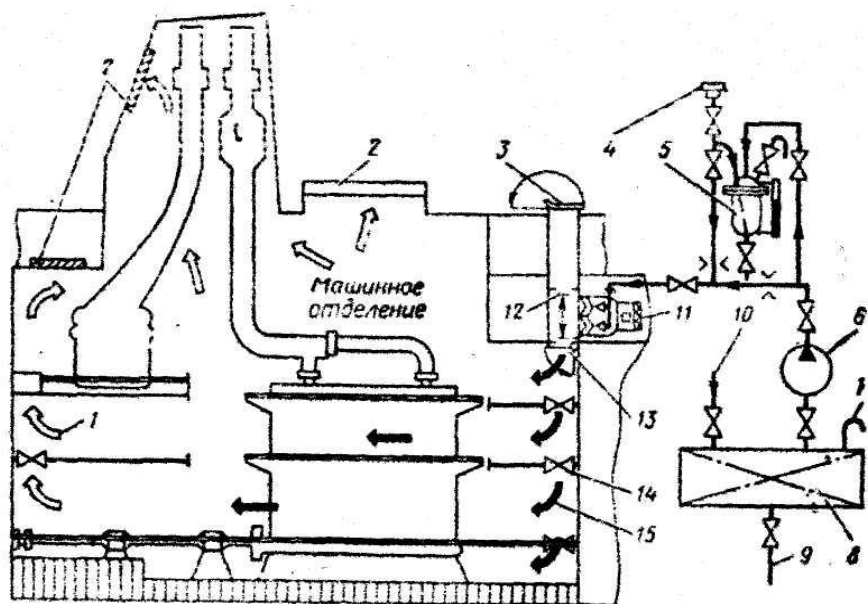


Рис. 4. Схема системы пожаротушения высокократной пеной в машинном отделении:

1 – направление вытесняемых продуктов горения; 2 – вентиляционное отверстие для отвода продуктов горения в атмосферу; 3 – канал для выхода пены на палубу; 4 – втулка наливная; 5 – бак-дозатор; 6 – насос для пресной воды; 7 – наливная труба; 8 – запас пресной воды; 9 – спускная труба; 10 – трубопровод пресной воды; 11 – генератор высокократной пены; 12 – переключающее устройство; 13 – крышка канала; 14 – отверстие в платформах; 15 – направление потока высокократной пены.

Пена подается в МКО непосредственно из выходного патрубка генератора высокократной пены 11. Выходной патрубок генератора защищен от проникновения дыма и пламени на станцию пенотушения специальными крышками 13, которыми управляют дистанционно в верхней части помещения обязательно предусматривается устройство вентиляционных отверстий 2 для отвода продуктов горения, вытесняемых пеной. Через отверстия 14 в платформах пена может заполнять нижние этажи МКО и проникать под его плиты. В рассматриваемой системе пенотушения предусматривается установка переключающего устройства 12, позволяющего выпускать пену на палубу через специальный канал 3.

Вся аппаратура для получения высокократной пены располагается за пределами защищаемых помещений [9-13].

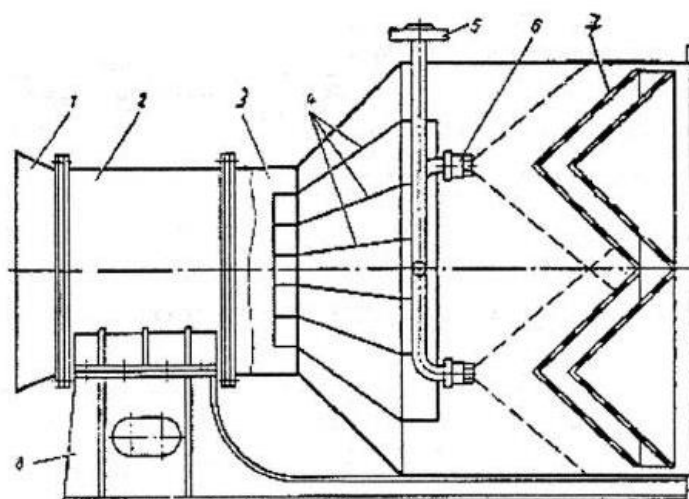


Рис. 5. Генератор высокократной пены ГВПВ-400:

1 – коллектор с предохранительной решеткой; 2 – осевой электровентилятор; 3 – корпус; 4 – направляющие обечайки; 5 – патрубок для подвода раствора пенообразователя; 6 – центробежный распылитель; 7 – пенообразующая сетка пирамидальной формы; 8 – фундаментная рама.

Система тушения пожара инертными газами используется для создания в грузовых танках не взрывоопасной концентрации кислорода (менее 8%) при погрузке, перевозке и выгрузки нефтяного груза [15].

В состав системы входят: генератор газа; скрубберы (аппараты для охлаждения и очистки газов от твердых частиц и сернистых продуктов сгорания); нагнетатели газа; приборы контроля и управления.

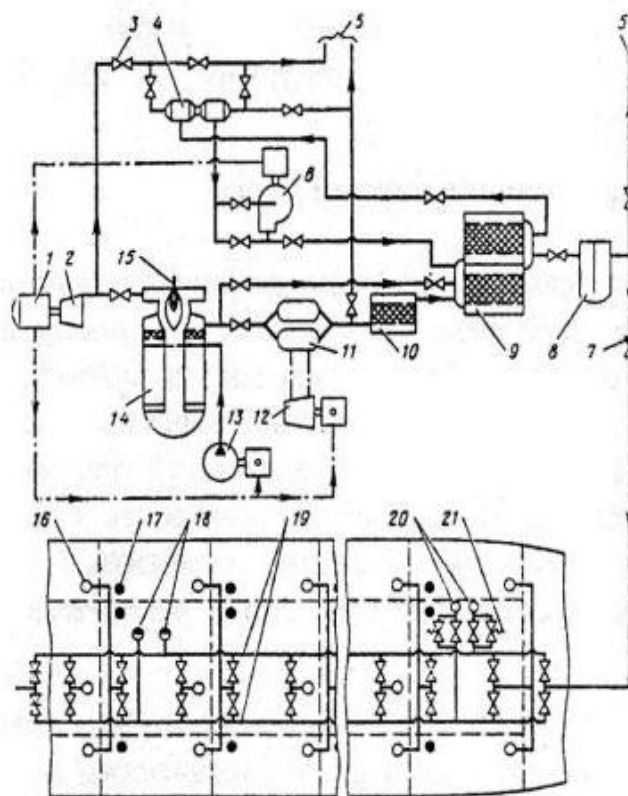


Рис. 6. Схема системы с генератором инертных газов:

1 – электрогенератор; 2 – газовая турбина; 3 – запорный клапан; 4 – регенератор; 5 – трубопроводы для отвода газов в атмосферу; 6 – центробежный вентилятор; 7 – невозвратный клапан; 8 – гидравлический затвор; 9 – осушитель; 10 – фильтр; 11 – охладитель; 12 – рефрижераторная установка; 13 – насос заборной воды; 14 – скруббер; 15 – топливная форсунка; 16 – расширительная шахта грузового наливного отсека; 17 – труба для вытеснения газов из грузового отсека; 18 – жидкостные регуляторы давления; 19 – палубные магистрали инертного газа; 20 – газотводные трубы; 21 – дыхательный клапан.

В данной схеме используется газовая турбина 2, которая одновременно выполняет роль привода электрогенератора 1, полностью обеспечивающего все потребители системы электроэнергией. Из турбины продукты горения поступают в скруббер 14, в котором происходит дожигание кислорода в специальной камере. Здесь же газы очищаются от сажи и сернистых соединений, а также охлаждаются распылённой заборной водой, подаваемой насосом 13. В охладителях 11 инертный газ охлаждается до температуры конденсации водяного пара и таким образом частично осушается. Дальнейшее снижение влажности газа осуществляется в осушителе, содержащем большое количество влагопоглотителя. Гидравлический затвор 8 препятствует возврату горячих газов из грузовых танков обратно в систему инертных газов.

Система управляется дистанционно одним оператором и снабжена приборами автоматического контроля параметров инертного газа, воздуха, воды, а также предохранительными устройствами [8-14].

Кроме указанных систем пожаротушения предусмотрены огнетушители, поскольку они являются эффективным средством пожаротушения в начальный момент загорания и могут быть использованы одним человеком (устанавливаются у входа в помещения в местах, удобных для подхода к ним). Применяются пенные огнетушители емкостью от 9 до 13,5 л и углекислотные с массой заряда до 5,5 кг. Так же возможно применение порошковых огнетушителей.

ВЫВОДЫ

Основными требованиями для быстрого и эффективного устранения очага возгорания на рассмотренном судне являются: наличие исправной сигнализации, наличие вышеперечисленных исправных систем пожаротушения и оперативные действия всего судового состава.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила классификации и постройки морских судов. Российский морской регистр судоходства / Санкт-Петербург, – 2020. (<http://www.rsclass.org/ru/register/publications/packages.php>).
2. Международный кодекс по системам пожарной безопасности (резолюция MSC. 98 (73) ИМО с поправками) – 4-е изд., испр. и доп. – СПб.: АО «ЦНИИМФ», 2016. – 184 с.
3. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года (ПДНВ-78) с поправками (консолидированный текст). – СПб.: АО «ЦНИИМФ», 2016. – 824 с.
4. Правила по охране труда на морских судах и судах внутреннего водного транспорта. 2020 г. – М., 2020.
5. Костылев, И.И. Судовые системы: учебник [Текст] / И.И. Костылев, В.А. Петухов. – СПб.: Изд-во ГМА им. адм. С. О. Макарова, 2010. – 420 с.
6. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 2022 года, текст, измененный Протоколом 1988 года к ней, с поправками (СОЛАС). – СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2010. – 992 с.
7. Международная Конвенция по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ), Книга III, пересмотренное издание, - СПб.: ЗАО "ЦНИИМФ", 2020 г. – 304 с.
8. Международная Конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 г., измененная протоколом 1978 г. к ней (МАРПОЛ 73/78). Книги I и II. – СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2019. – 760 с.
9. Международное руководство по безопасности для нефтяных танкеров и терминалов (ISGOTT 5-е издание). – СПб.: ЗАО "ЦНИИМФ", 2021 г. – 504 с.
10. Международный кодекс по системам пожарной безопасности. Поправки (Бюллетень №30 к МК СОЛАС-74), – СПб.: ЗАО "ЦНИИМФ", 2021 г. – 60 с.
11. МКУБ (Резолюция ИМО А.741(18) с поправками) и Руководство по внедрению МКУБ Администрациями (Резолюция ИМО А.1022(26)), – СПб.: ЗАО "ЦНИИМФ", 2020 г. – 94 с.
12. Общие правила плавания и стоянки судов в морских портах РФ и на подходах к ним (вступили в силу 18 мая 2010 г.) (рус/англ.) – СПб.: ЗАО "ЦНИИМФ", 2020 г. – 108 с.
13. Об утверждении Положения об одобрении типов аппаратуры и освидетельствовании объектов и центров [Текст]: Приказ Минтранса России от 10.02.2020 г. № 32 // Российская газета. – 2010. – № 135.
14. Об утверждении Положения о дипломировании членов экипажей морских судов [Текст]: Приказ Минтранса России от 15.03.2012 г. № 62 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. – 2012. – № 40.
15. Руководство 2020 года по контролю судов государством порта в рамках пересмотренного Приложения VI к Конвенции МАРПОЛ (Резолюция ИМО МЕРС.181(59)), – СПб.: ЗАО «МОРСАР», 2020. – 32 с.

DEVELOPMENT OF MEASURES TO IMPROVE FIRE SAFETY ON A TANKER

Morev D.S.,¹ Khromov E.V.²

^{1,2} Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation

Annotation. The problem of fire protection of sea vessels is one of the main ones in the general complex of ensuring the safety of navigation and the protection of human life at sea. This article suggests measures to prevent and extinguish fires on a tanker.

Keywords: fire safety, engine and boiler room, petroleum products, electrical equipment, fire alarm, emergency pumps, chemical foam, foam fire extinguishers.

УДК 662.221.4 + 504.054

ТЕХНОЛОГИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ОБРАЩЕНИЯ ГРАНУЛИТА-РП 2 ДЛЯ ОХРАНЫ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ КРЫМА

Половинко И.В.

Межрегиональное управление Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору
по Республике Крым и г. Севастополю
295022, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Кечкеметская, 198, e-mail: bezopasnik@mail.ru

Аннотация В статье рассматриваются простейшие взрывчатые вещества, используемых при ведении взрывных работ на карьерах Крыма, дана оценка влияния ядовитых газообразных продуктов на окружающую природную среду, образующихся при ведении взрывных работ. Описаны вредные факторы, возникающие в процессе ведения взрывных работ. Рассмотрены основные методы испытания взрывчатого вещества промышленного назначения, гранулит марки РП-2 с целью определения его пригодности к безопасному использованию при производстве, хранении, транспортировке и применении. Приводится оценка характеристик взрывчатого вещества гранулит марки РП-2. Представлены сведения об основных достоинствах и недостатках гранулита марки РП-2 при его применении, хранении. Описаны результаты опыта по разработке предлагаемой автором статьи технологии экспресс-анализа по определению пригодности к использованию гранулита марки РП-2 на всех этапах осуществляемых технологических процессов при производстве, хранении, транспортировке и применении простейшего взрывчатого вещества гранулит марки РП-2. Предложена технология определения удельной плотности гранулита РП-2 с целью обеспечения безопасности его обращения. Сделаны выводы о целесообразности разработки комплексной технологии экспресс-анализа гранулита марки РП-2 с целью определения пригодности его к использованию при производстве, хранении, транспортировке и применении.

Ключевые слова: простейшие взрывчатые вещества, испытания, экологическая безопасность, охрана окружающей среды, взрывные работы, гранулированная аммиачная селитра, нефтепродукт.

ВВЕДЕНИЕ

Производители нерудных строительных материалов – карьеры являются крупнейшими потребителями промышленных взрывчатых веществ в горнодобывающей промышленности Крымского региона. Карьеры, на которых ведётся добыча полезных ископаемых с применением взрывчатых материалов промышленного назначения относятся к категории опасных производственных объектов [1].

Простейшие (сухие) промышленные взрывчатые вещества (ВВ) – гранулированные порошкообразные взрывчатые вещества, а также пороха и изделия на их основе, предназначенные для взрывания шпуровых и скважинных зарядов на земной поверхности в основном в сухих горных выработках.

В данную группу входят: аммонал, гранулотол, граммонит, алюмотол, игданит, гранулит, тротил.

В свою очередь, водосодержащие ВВ – эмульсионные взрывчатые вещества, такие как акванал, акватол, селипор, карбатылы, предназначены для взрывания шпуровых и скважинных зарядов на земной поверхности в основном в обводненных горных выработках.

Гранулит марки РП применяются для ведения взрывных работ при добыче полезных ископаемых для рыхления твердых пород, с последующей переработкой полученной в процессе взрывания горной массы на щебень [2].

В период с 2014 года, после вступления в состав Российской Федерации Республики Крым и города Севастополя по 2022 год включительно в местах ведения взрывных работ израсходовано 15 тыс. тонн простейшего промышленного взрывчатого вещества гранулит марки РП. В тот же период, объём произведённого гранулит марки РП составил 16,8 тыс. тонн. Данные показатели, в разы превышающие объёмы производства и расхода эмульсионных взрывчатых веществ, 5,6 т. 6,1 т. соответственно, позволяют сделать вывод о том, что гранулит марки РП является основным промышленным ВВ, применяемым при ведении взрывных работ на карьерах Крымского полуострова [3]. Однако, несмотря на своё широкое применение, гранулит марки РП остаётся источником выделения большого количества ядовитых газов, образующихся при взрыве, которые приносят вред окружающей природной среде и оказывают негативное влияние на экологическую безопасность Крымского полуострова. В данной ситуации актуальность настоящего

исследования заключается в разработке комплексной технологии экспресс-анализа пригодности использования гранулита марки РП с целью повышения качества взрывчатого вещества и как следствие, снижения вредоносных выбросов диоксида азота в окружающую среду и обеспечение промышленной и экологической безопасности [4].

ЦЕЛЬ СТАТЬИ

Целью данного исследования является разработка методики экспресс-анализа взрывчатого вещества гранулит марки РП-2 для улучшения его качества и как следствие, снижения вредных выбросов токсичных веществ в окружающую среду.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ

Использованы материалы по теме [1-4] и действующие нормативы по контролю качества отдельных веществ.

Использован экспериментально-аналитический метод для разработки автором технологии экспресс-анализа определения пригодности гранулита марки РП к использованию с целью недопущения загрязнения окружающей среды. Использовались данные численного эксперимента по определению плотности образцов не в лабораторных условиях. Для определения использовалась стеклянная мерная колба, вес которой составляет 220 г, а также кухонные весы с погрешностью взвешивания до десятых грамма.



Рис. 1. Массовый взрыв для рыхления горных пород на карьере Ульяновского месторождения известняков.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Перед тем, как перейти к анализу существующих методов испытания гранулита марки РП по определению пригодности к применению и описанию экспериментального метода, рассмотрим вредные факторы взрыва. Для этого рассмотрим соответствующие фотосъёмки при проведении взрывных работ. Как видно на Рис. 1, массовый взрыв является причиной выбросов большого количества пыли токсичных газов, которые в свою очередь являются одним из факторов, оказывающих влияние на промышленную и экологическую безопасность при разработке месторождений полезных ископаемых.

Токсичные газы, выделяющиеся при взрывании скважинных зарядов ВВ, оказывают негативное влияние как на окружающую природную среду, население, территории, так и на работников горнодобывающих предприятий. К одним из наиболее токсичных продуктов взрыва следует относить оксиды азота и окись углерода [5].

Выделение оксидов азота сопровождается образованием «оранжевого облака» или так называемого «лисьего хвоста». При ведении взрывных работ выделяется оксид азота NO, который, будучи выпущенным в атмосферу, быстро соединяется с кислородом, и превращается в диоксид азота NO₂. Причиной образования токсичных продуктов взрыва является применение при разработке месторождений некачественных промышленных взрывчатых веществ, в частности простейшего гранулированного ВВ гранулит марки РП. В свою очередь причиной производства

недоброкачественной продукции гранулит РП является неравномерное смешивание компонентов ВВ, неблагоприятные погодные условия (пониженная либо повышенная температура окружающей среды, нарушение технологии производства вследствие невыполнения требований технологических регламентов производства, утряска в процессе транспортировки. При низких температурах рыжий «лисий хвост» становится бесцветным и не восприимчивым человеческому глазу. Его образование влияет на раннюю желтизну и бурые пятна на листьях деревьев, их увядание и гибель, на формирование кислотных облаков и осадков, так как при взаимодействии NO_2 с водой образуется азотная кислота. Негативное свойство – образование азотной кислоты при реакции NO_2 с водой при попадании в организм человека и животных оказывает губительное воздействие. Все слизистые являются влажными, т.е. содержат воду. А это значит, при вдыхании паров NO_2 в горле, носоглотке, на стенках альвеол легких образуется HNO_3 , которая разъедает эти органы, запускается процесс разрушения человеческого и животного организма.

Ранние исследования учёных показали, что затруднение дыхания у здорового человека наступает при концентрации NO_2 всего $0,056 \text{ мг/м}^3$, а склонного к заболеваниям легких – при $0,038 \text{ мг/м}^3$. Влияние NO_2 на организм даже в малых концентрациях снижает его сопротивляемость и запускает вредоносные болезненные процессы. Особенно остро это проявляется у детей [6].

В соответствии с требованиями правил безопасности ведения взрывных работ, гранулит марки РП должен подвергаться испытаниям.

Гранулит марки РП должен соответствовать техническим условиям его изготовления и регламентному документу технологического процесса производства, который утвержден организацией, его изготавливающей [7].

Методикой испытаний в соответствии с техническими условиями обращения с гранулитом марки РП предусмотрен визуальный осмотр упаковки, внешнего вида взрывчатого вещества, определение массовой доли воды с отбором проб, определение содержания компонентов гранулит марки РП, определение жидкого нефтепродукта, определение полноты детонации с взрыванием гранулит марки РП, определение рассыпчатости (сыпучести).

Одним из существующих методов испытания гранулит марки РП является определение насыпной плотности. Её определение производится посредством измерения массы взрывчатого вещества, с утряской помещённого в цилиндрическую емкость (стакан).

Проведение испытания осуществляется с помощью стакана емкостью ~ 1 литр и весов с погрешностью измерения до $0,01$ г. Определяется вес стакана, а также масса воды, последовательно загружаемых в стакан.

Насыпная плотность гранулит РП определяется из соотношения:

$$\gamma = (m_3 - m_1) / (m_2 - m_1), \text{ г/см}^3,$$

где m_1 - масса стакана, г;

m_2 - масса стакана с водой, г; m_3 - масса стакана с пробой взрывчатого вещества, г.

Несмотря на большой объем исследований, достигнутые успехи и полученные результаты в направлении разработки методов испытаний, вышеуказанные методы недостаточны для отображения полной картины. В частности, результаты определения пригодности гранулит марки РП-2 к использованию посредством осмотра состояния внешнего вида взрывчатого вещества, его упаковки, маркировки являются приблизительными и неточными. Взрывание гранулит марки РП-2 для определения возможности к разрушающему воздействию является небезопасным, трудоёмким и дорогостоящим методом. Определение пригодности к взрыванию гранулит марки РП-2 в лабораторных условиях также является весьма трудоёмким процессом, требующим применение специальных приборов, посуды, химических реактивов и реагентов. Новизна исследования заключается в организации контроля за качеством взрывчатого вещества на местах работ производства, хранения, транспортировки, применения взрывчатого вещества гранулит марки РП-2. Концепция исследования заключается в разработке методики экспресс-анализа для контроля за технологическими процессами обращения со взрывчатым веществом гранулит марки РП-2 на всех этапах [8].

Возвращаясь к вышеизложенному, необходима разработка новых технологий определения пригодности к использованию гранулит марки РП-2, которые возможно было бы применять на

местах производства работ по изготовлению, транспортировке, хранению и применению гранулита марки РП-2.

При проведении исследований с целью разработки новых методов, технологий и усовершенствования существующих автором предполагается обратить особое внимание на недостатки гранулита РП, а именно: его слёживаемость, гигроскопичность, низкую водостойкость, недостаточное детонационное давление при взрывании трудновзрываемых крепких пород, большое количество выделяемых при взрыве токсичных газов. Вышеуказанные недостатки основного компонента гранулита РП-2 – аммиачной селитры, негативно сказывается на качестве изготавливаемого взрывчатого вещества, что в свою очередь создает предпосылки к нарушению требований безопасности ведения взрывных работ и негативно влияет на окружающую природную среду в местах производства взрывных работ, на нерудных месторождениях полезных ископаемых.

При определении пригодности к использованию гранулита марки РП-2, автором автором проведён эксперимент с целью разработки новейшей технологии экспресс-анализа, подразумевающей под собой определение удельной плотности взрывчатого вещества при наличии избыточного количества нефтепродукта и наличия воды, ухудшающих химический и физический состав взрывчатого вещества и в свою очередь, определение плотности взрывчатого вещества при соблюдении технологии производства. Образцы изготавливались с целью сравнительного анализа. Изготавливаемые образцы для проведения опытов представляют собой в первую очередь эталонный образец – взрывчатое вещество гранулит марки РП – простейшее взрывчатое вещество стабильного состава, изготовленный в соответствии с требованиями технологии производства и образцы, изготовленные с нарушением технологии производства. Образцы с нарушениями имитируют попадающую в аммиачную селитру дождевую воду при изготовлении, применении, хранении, транспортировке гранулита марки РП под открытым небом и переизбыток компонента в виде нефтепродукта (дизельного топлива), который может образоваться при неисправности оборудования, применяющегося при производстве, при наличии человеческого фактора.

Проведение опытов подразумевает под собой приготовление опытных образцов из гранулированной аммиачной селитры, нефтепродукта, воды; поочерёдное взвешивание нескольких образцов; контроль изменения их внешнего вида (цвета, размера гранул, рассыпчатость); фиксация результатов химических реакций и физических процессов. Полученные результаты оцениваются, сравниваются, сопоставляются с нормой. Далее, делаются выводы об эффективности того или иного метода.

Начальный этап разработки комплексной технологии заключался в проведении экспериментов по определению удельной плотности опытных образцов гранулита марки РП.

При проведении эксперимента было изготовлено 4 образца:

1. содержание воды в количестве 20%.
2. содержание воды в количестве 10%.
3. содержание нефтепродукта 10%.
4. эталонный гранулит марки РП-2 с содержанием 5% нефтепродукта (соответствующий техническим условиям).

Определение качества заключалось в определении плотности образцов не в лабораторных условиях. Использовалась стеклянная мерная колба, вес которой составляет 220 г, а также кухонные весы с погрешностью взвешивания до десятых грамма.

Определение плотности заключалось в засыпании в мерную колбу предварительно перемешанного образца (до однородного состояния, так как образцы отстаивались 1 месяц) до уровня деления 500 мл. и аккуратного распределения по всей плоскости сечения, далее образец взвешивался. Результаты определения плотности образцов указаны в таблице 1.

Плотность каждого образца ρ в граммах на кубический метр вычислена по формуле (1):

$$\rho = (m_1 - m_2)/V_0 \quad (1)$$

где m_1 - масса образца, г;

m_2 - масса мерной колбы, г;

V_0 ., объём образца до уровня деления 500 мл., г/см.

Таблица 1
Полученные результаты определения плотности образцов.

Количественный компонентный состав опытных образцов	образец №1	образец №2	образец №3	образец №4
	содержание воды в количестве 20%.	содержание воды в количестве 10%.	содержание нефтепродукта 10%.	эталонный гранулит марки РП-2
Масса образца m_1 , (гр.)	863	810	717	697
Масса мерной колбы m_2 , (гр.)	220	220	220	220
Объем образца, (засыпан до уровня деления 500 мл. колбы, V_0 , (мл.)	500	500	500	500
Полученные результаты по определению плотности образца ρ , (г/см ³)	1,286	1,180	0,994	0,954

При проведении эксперимента образцы после изготовления хранились месяц в стеклянной таре. В образце №1 с содержанием воды в количестве 20% отчетливо виден процесс растворения части аммиачной селитры, отслоение нефтепродукта. В образце №2 с содержанием 10% воды процесс аналогичен первому образцу, но количество растворенной аммиачной селитры меньше. Данные образцы изготавливались для того, чтобы показать значительное изменение плотности. В условиях производственного процесса содержание воды 10-20% не возможны, поэтому для проведения следующих этапов эксперимента в дальнейшем автором целесообразно остановиться на изготовлении образцов с количеством воды от 1% до 5%, с шагом в 1%.

В образце №3 с содержанием 10% нефтепродукта отчетливо видно расслоение аммиачной селитры и нефтепродукта. Показатель плотности выбивается из общих показателей. В производственных условиях увеличение нефтепродукта маловероятно, поэтому автором предполагается изготовить и исследовать образцы с содержанием 7% и 8%.

Эталонный образец №4 - гранулит марки РП-2 соответствует ТУ. Стеkanie нефтепродукта не обнаружено (это может быть обусловлено высотой емкости до уровня деления 500 мл.), гранулы равномерно смочены топливом. Плотность взрывчатого вещества соответствует техническим условиям [9].

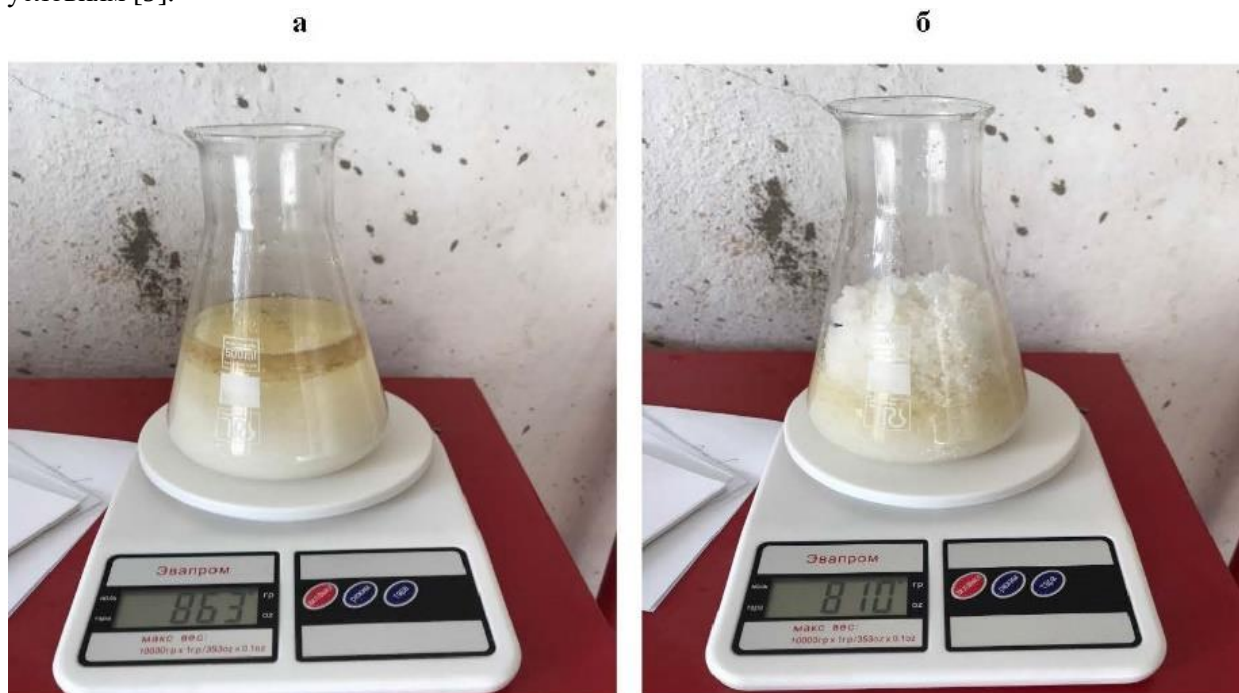


Рис. 2. Приготовленные и взвешенные образцы №1 и №2

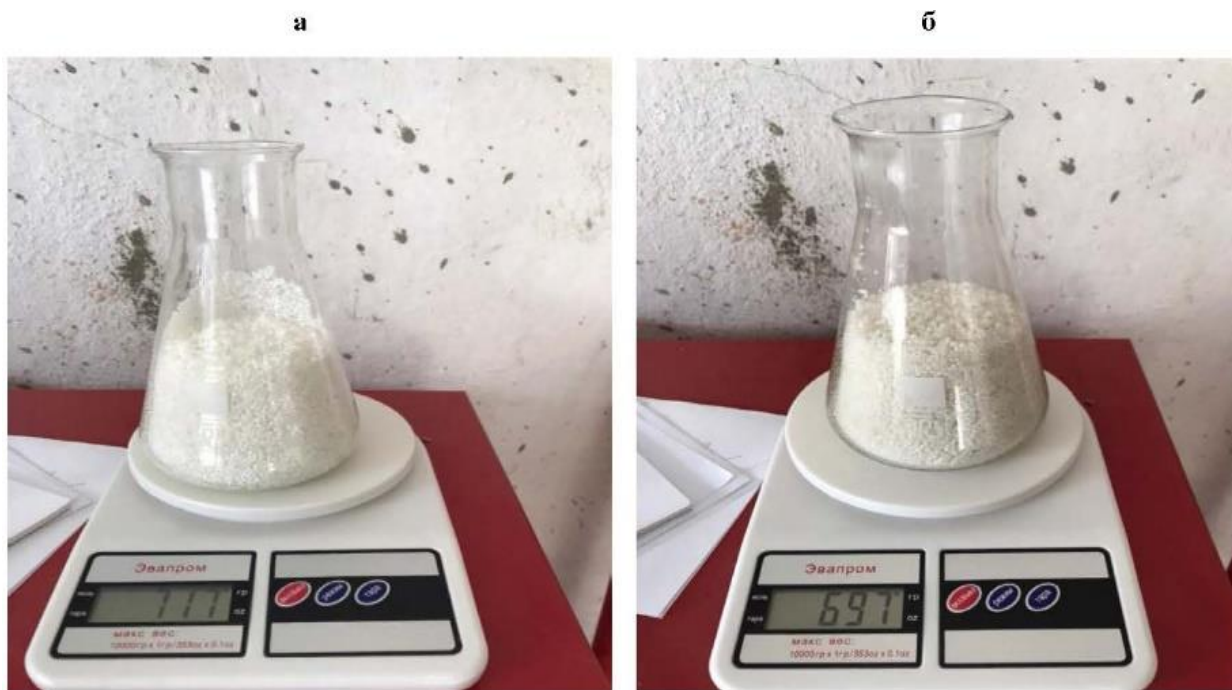


Рис. 3. Приготовленные и взвешенные образцы №3 и №4

ВЫВОДЫ

Проанализированы вредные факторы взрыва, сопровождающиеся большим количеством вредных газов, дана их характеристика, рассмотрены существующие методы испытаний взрывчатого вещества гранулит марки РП для определения его пригодности к использованию. Получены основные результаты: автором проведён и описан эксперимент с целью разработки новейшей технологии экспресс-анализа, проведён расчёт по определению плотности исследуемых образцов. Рассмотрены результаты расчёта и найдены отличия плотности исследуемых образцов. По результатам эксперимента были сделаны выводы о том, что определение плотности в полевых условиях показывает результат, который необходим для экспресс-анализа, без дополнительного времени и ресурсов, что очень важно для оперативного регулирования компонентов и доведения качественных характеристик взрывчатого вещества к установленным нормам. Проведённые исследования могут стать предпосылкой к разработке комплексной технологии экспресс-анализа взрывчатого вещества гранулит марки РП-2 [10].

ЛИТЕРАТУРА

1. Лей, В.А. Специфика устойчивости опасных производственных объектов к чрезвычайным ситуациям / В.А. Лей, А.В. Краснокутский // Экономика строительства и природопользования. – 2022. – № 1(86). – С. 110-115
2. Дубнов, Л.В. Промышленные взрывчатые вещества. [Текст] /Л.В. Дубнов, Н.С. Бахаревич, А.И. Романов. – М: Недра, 1988. – 359 с.
3. ЕМИСС Государственная статистика. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/37353?ysclid=luv8syszkr258589159> (дата обращения: 11.10.2024).
4. Комплексное исследование влияния рисков природных и техногенных чрезвычайных ситуаций на безопасность жизнедеятельности населения Республики Крым и г. Севастополя [Текст] / А.В. Верескун, Т.Ш. Файзулин, И.Ю. Олтян и др. – М.: ВНИИ ГОЧС (ФЦ). – 2015. – 208 с.
5. Федосов, А.В. Анализ опасностей, оценка риска аварий на опасных производственных объектах и рекомендации по выбору методов анализа риска / А.В. Федосов, Г.Р. Маннанова, Ю.А. Шипилова // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2016. – №3. – С. 322-336. <https://elibrary.ru/item.asp?id=26255282> (дата обращения 11.10.2024). –Текст: электронный.

6. Глебов, В.В., Влияние техногенной сферы большого города на адаптационные процессы человека / В.В. Глебов // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10-11. – С. 2460–2466.
7. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при производстве, хранении и применении взрывчатых материалов промышленного назначения». Серия 13. Выпуск 15. М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследования проблем промышленной безопасности», 2021. С. 9-16
8. Вещество взрывчатое промышленное Гранулит РП Технические условия ТУ 7276-028-11692478-2002 Москва, 2002. – 27 с.
9. ГОСТ 21987-76 Вещества взрывчатые промышленные. Гранулиты. Технические условия - [Электронный источник] / <https://docs.cntd.ru/document/1200018184?ysclid=m24eynex5u298695032/> (дата обращения 11.10.2024). –Текст: электронный.
10. Поздняков, З.Г. Справочник по промышленным взрывчатым веществам и средствам взрывания, Изд.2, перераб. И доп. / З.Г. Поздняков, Б.Д. Росси. – М.: Недра, 1977. – 253 с.

GRANULITE-RP 2 HANDLING SAFETY TECHNOLOGY FOR THE PROTECTION OF THE NATURAL ENVIRONMENT OF CRIMEA

Polovinko I.V.

Interregional Department of the Federal Service for Environmental, Technological and Nuclear Supervision in the Republic of Crimea and Sevastopol 198 Kechkemetskaya St., Simferopol, Republic of Crimea, 295022 E-mail: bezopasnik@mail.ru

Annotation. The article considers the simplest explosives used in blasting operations in the quarries of Crimea, an assessment of the impact of poisonous gaseous products on the environment formed during blasting operations is given. The main methods of testing of industrial explosive, granulite of RP-2 grade in order to determine its suitability for safe use in production, storage, transportation and use are considered. Characteristics of granulite explosive of RP-2 grade are evaluated. Information on the main advantages and disadvantages of RP-2 grade granulite during its use and storage is presented. The results of experience in development of rapid analysis technology proposed by the author for determination of suitability for use of granulite of RP-2 grade at all stages of technological processes performed during production, storage, transportation and application of simple explosive substance of granulite of RP-2 grade are described. Technology for determination of specific density of RP-2 granulite is proposed in order to ensure safety of its growth. Conclusions were drawn on the feasibility of developing a comprehensive technology for rapid analysis of RP-2 granulite in order to determine its suitability for use in production, storage, transportation and use.

Key words: the simplest explosives, tests, environmental safety, environmental protection. blasting operations, granulated ammonium nitrate, oil product.

Раздел 5. Экономика строительства

УДК 69.003.12

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА МАЛОЭТАЖНЫХ ДОМОВ (НА ПРИМЕРЕ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА)

¹ Филюшина К.Э., ² Костов С.А.

^{1,2} Томский государственный архитектурно-строительный университет, Россия, Томск, Соляная площадь, 2,
e-mail: ¹kri1617@yandex.ru, ²sergeykostov219@gmail.com

Анотация. Исследованы и произведены технико-экономические обоснования строительства малоэтажных домов на примере регионов, входящих в состав Сибирского федерального округа. Выделены определенные требования для успешного возведения малоэтажных домов. Проведен проектный анализ малоэтажных домов, также собраны исходные данные и дополнительная информация, для эффективного строительства малоэтажных домов. Исследование основано на теоретическом анализе основных научных положений управления малоэтажным строительством. В статье показано, что строительство малоэтажных домов интенсивно развивается во всем Сибирском федеральном округе, малоэтажные жилища позволят обеспечить производительность строительства высокого уровня комфорта и качества в городах.

Ключевые слова: Малоэтажное строительство, экономика строительства, требования, конструкции.

ВВЕДЕНИЕ

Строительство малоэтажного жилья является актуальной темой на сегодняшний день. К малоэтажному дому применяются определенные требования, прежде всего оно должно быть надежным, комфортным, содержательным, архитектурно выразительным.

Надежность жилища предполагает его долговечность и безопасность. Оно призвано в первую очередь защищать человека как от природных катаклизмов, так и от неблагоприятных климатических условий.

С помощью средств архитектурной композиции можно понять закономерность восприятия формы здания вообще и индивидуального жилого дома в частности.

Функциональность - это важная составляющая жилища, но далеко не единственная. Необходимо, чтобы каждый проживающий в доме имел обособленное пространство, которое он мог бы организовать по своему вкусу и усмотрению.

В настоящее время малоэтажное строительство лучше многоэтажного потому что:

Малоэтажное жилье становится более популярным за счет меньшего количества соседей, соответственно и меньшего количества машин, а также хорошей экологии, тишины и спокойствия, по сравнению с многоквартирной застройкой.

Возможность выбрать жилье по своим вкусам, потребностям и самостоятельно построить дом своей мечты.

Кроме того, жильцы будут избавлены от многих неудобств. Например, долгого ожидания лифта утром и вечером, сложностей с выездом с территории, перенаселенности, трудностей с поиском парковочных мест.

Актуальность темы исследования. Строительство является важнейшей частью инфраструктуры и перед тем, чтобы начать само строительство, нужно решить большое количество вопросов. Один из которых затрагивает выбор строительных материалов. Существует огромное количество современных материалов для строительства домов. Материалы значительно влияют как на качество жизни населения, так и на экономическое составляющее при строительстве самого объекта.

При выборе строительного материала нужно учитывать различные факторы:

1. Цена и качество. Цена важна для рациональных клиентов, которые привыкли подходить к строительству и ремонту ответственно.

2. Страна-производитель и бренд. Страна-производитель особенно важна при покупке материалов для строительства и отделки стен и полов, сантехнического оборудования.

3. Функциональность. Функциональность рассматривается с точки зрения качественных характеристик продукта.

4. Срок годности и экологичность. Срок годности и экологичность важны при выборе «скоропортящихся» стройматериалов. (цемент, краски и т.д.)

5. Сертификаты. Наличие сертификатов и иных документов на товар является принципиальным для обычных потребителей.

Внешний вид и размер. Эти субъективные факторы оценивают при выборе различных материалов.

Это дает ощущение свободы и творчества, делает дом оригинальным, неповторимым и несущим отпечаток личности хозяина.

С каждым годом строительство малоэтажных домов распространяется и увеличивается количество новых объектов рисунок 1.

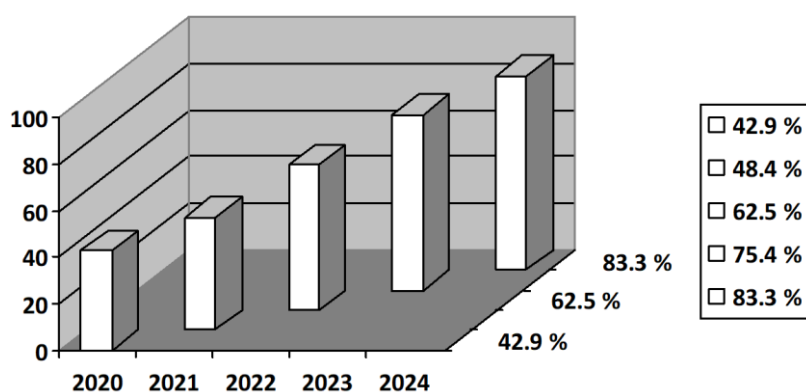


Рис.1. График увеличения строительства малоэтажных зданий на территории Российской Федерации. Источник: составлено автором на основе [8, с. 67-78].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования. Техничко-экономический анализ условий для строительства малоэтажных домов входящих в состав Сибирского федерального округа и разработка программы поэтапного проектирования малоэтажного строительства отвечающим все современным требованиям.

АНАЛИЗ НАУЧНЫХ РАЗРАБОТОК ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основой исследования является комплекс общенаучных методов. Для проведения оценки, анализа состояния, закономерностей и ключевых тенденций развития малоэтажного строительства в России в аспекте повышения энергетической эффективности применяется метод теоретического анализа, сбора и анализа существующей на сегодня информации и литературы по малоэтажному строительству.

Разработан авторский анализ и классификация регионов, входящих в состав Сибирского федерального округа, на основе которого дальнейшее проектирование и поэтапное строительство будет соответствовать всем требованиям и поставленным задачам. Исследована концепция развития малоэтажного строительства, на основе интеграции существующих инструментов, методов, механизмов, критериев оценки эффективности и форм регулирования строительной отрасли и определены ценообразующие факторы для объектов малоэтажного жилищного строительства в городе Томск.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Технико-экономический анализ условий для строительства малоэтажных домов входящих в состав Сибирского федерального округа это важнейший аспект, который необходим для успешного строительства малоэтажных домов. В данном анализе затрагиваются вопросы по увеличению строительства малоэтажных домов на территории Сибирского федерального округа, а также предоставляется подробная информация по грунтам, типам почв на территории регионов. Многие возникающие на строительстве дома трудности и сложности нередко связаны с физическими явлениями окружающей среды и природноклиматическими условиями, такими как: температура и влажность воздуха, осадки (снег, дождь), ветер и его основное направление (так называемая «роза ветров»), его сила и напор, давление на стены и кровлю. Учет этих факторов при проектировании и строительстве направлен на обеспечение оптимального микроклимата внутри дома, при котором организм человека не испытывает физического и психологического дискомфорта.

Шаг 1. Планометрия строительства

Строительство дома - это отнюдь не простая задача. Она потребует не только финансовых вложений, но и значительных усилий - от покупки земельного участка, выбора и разработки проекта, геодезических изысканий до подготовки строительной площадки.

Выбираем место под застройку

Выбор того или иного проекта жилого дома самым непосредственным образом связан с размером, конфигурацией и характером земельного участка. Параметры участка и размер дома должны соответствовать друг другу. Например, для коттеджа общей площадью 200- 300 м² необходимо не менее 10 соток. Если участок не имеет такого размера, то возведенный достаточно большой дом плохо впишется в него, в окружающий ландшафт и будет выглядеть громоздко и не очень красиво, даже если для его строительства будут приобретены самые качественные и дорогостоящие материалы.

Немаловажны также расположение самого участка и его ориентация в пространстве. Чаще всего вход в дом располагают со стороны въезда на участок, поэтому прихожая, холл и гараж должны находиться со стороны въезда. Поскольку такие помещения не требовательны к освещению (не нуждаются в естественном источнике света), то они, как и въезд, могут находиться на северной стороне. [1, с. 423-426].

Кроме того, неудачный рельеф местности неизбежно приведет к необходимости осуществления незапланированных земляных работ, требующих определенных вложений. Конечно, самому осуществить топогеодезическую экспертизу невозможно, поэтому стоит подумать о привлечении соответствующей организации.

Подбираем тип строения.

Выбор типа строения зависит прежде всего от вкуса застройщика, ведь дом может быть выполнен в виде коттеджа, избы и т. д. Определившись с этим, необходимо подумать о том, из каких материалов он будет построен. Дом может быть кирпичным, каменным, деревянным и др. Определиться с этим вам поможет то, с какой целью вы собираетесь строить дом. Если вам нужно место для летнего отдыха, можно подумать о каркасной деревянной конструкции. Конечно, если вы планируете дом для круглогодичного проживания, предпочтение следует отдать более солидным материалам - бревнам и кирпичу. [2, с. 3-15]. Определившись с материалом, нужно подумать о крыше. Здесь тоже возможны затруднения, связанные с широким спектром кровельных материалов, который предлагает современный строительный рынок. Причем каждый из них обладает определенными достоинствами и недостатками, которые непременно следует учесть. Правильный выбор не только сделает ваш дом прочным и долговечным, но и позволит сэкономить часть средств, которые пойдут на приобретение, например, отделочных материалов, которые тоже поставят вас перед альтернативой, потому что их качество и цвета весьма впечатляющи. [3, с. 195-222]. График поэтапного строительства и проектирования малоэтажного дома - рисунок 2.

с

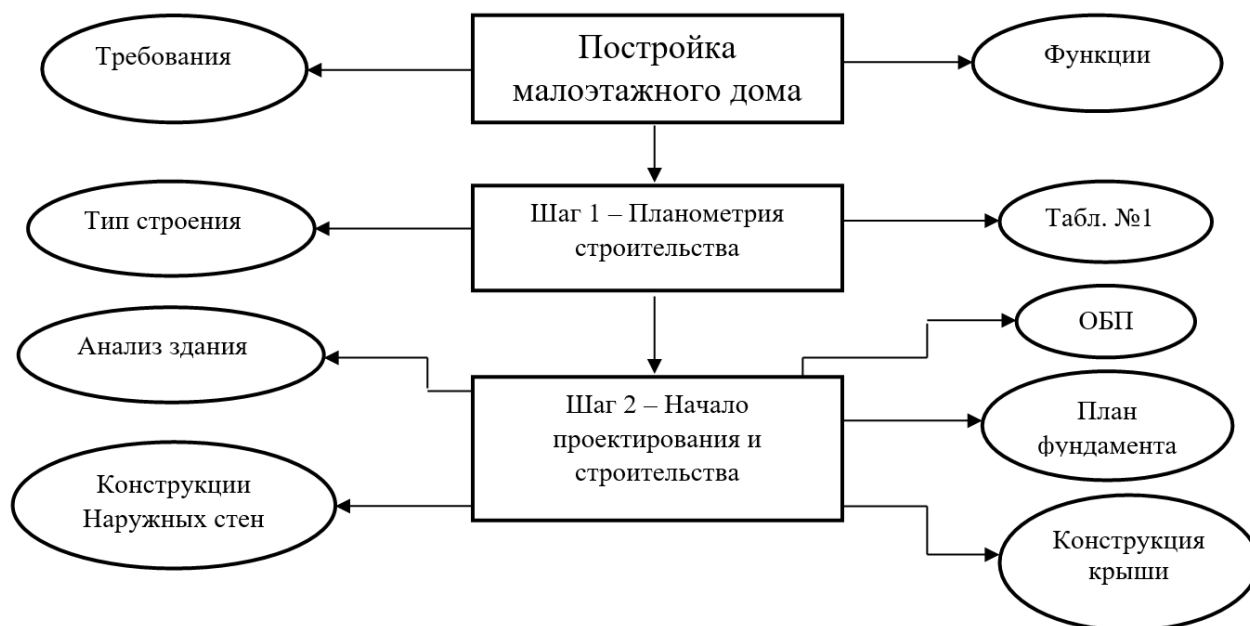


Рис. 2. График поэтапного строительства и проектирования малоэтажного дома.
Источник: составлено автором на основе [8, с. 67-78].

В каждом регионе свои условия для малоэтажного строительства: уровень грунтовых вод, рельеф местности, доступность материалов, сейсмические нагрузки, погодные условия. И для того чтобы начать само строительство, нужно грамотно изучить все условия для подходящего региона и возможные проблемы с которыми можно столкнуться при дальнейшей эксплуатации.

В данном пособии будут представлены регионы Сибирского федерального округа (СФО) в него входят десять административно-территориальных единиц - субъектов Российской Федерации, в том числе:

- 1) 3 республики (Алтай, Тыва, Хакасия);
- 2) 2 края (Алтайский, Красноярский);
- 3) 5 областей (Иркутская, Кемеровская, Новосибирская, Омская, Томская).

В таблице 1 представлен анализ условий строительства малоэтажных домов в Сибирском федеральном округе.

При строительстве дома важную роль в объеме его архитектурно строительной конструкции играет основание - ФУНДАМЕНТ.

От его устойчивости и прочности зависят долголетие всего здания, а также гарантия от всевозможных тяжелых и дорогостоящих ремонтов цокольной части стен, отмостки и самого фундамента. Из-за слабого, некачественно сделанного фундамента самая эффектная, красивая архитектура может оказаться в плачевном состоянии и потеряет свой вид. [4, с. 48-58].

В результате неправильного возведения фундамента происходит разрушение дома, которое начинается снизу от грунта и сверху от кровли. Многие случаи из практики строительства и эксплуатации загородных малоэтажных зданий указывают на существенные проблемы, возникающие после определенного периода эксплуатации дома. К ним относятся: потеря домом тепла, появление плесени, сырости и трещин. Все эти проблемы являются результатом многих причин, в том числе и неправильно выбранного месторасположения данного дома на участке.

Таблица 1.

Анализ условий строительства малоэтажных домов в Сибирском федеральном округе.
Источник: составлено автором на основе [8, С. 67-78].

№	Регион	Тип почв	Грунты	Примечание
1	Республика Алтай	Почвы – южные черноземы, темно-каштановые и каштановые, содержание гумуса 3-6 %, фосфора – низкое и среднее, калия – высокое и очень высокое.	Скалистые, суглинок, глина	Повышенная сейсмогенная обстановка из за чего большое количество разнообразных землетрясений, с дальнейшими обвалами
2	Республика Тывы	Почвы каштанового типа являются преобладающими в котловинах Тувы	Скалистые, суглинок, глина	Частые землетрясения, возможные затопления
3	Республика Хакасия	Сухие степи с чернозёмами южными, местами с тёмно-каштановыми почвами	Скалистые, суглинок, глина	Затопление, незначительные землетрясения
4	Алтайский край	Почвенный покров Алтайского края весьма разнообразен, представлен тринадцатью типами почв, среди которых преобладают черноземы, серые лесные и каштановые почвы	Скалистые, суглинок, глина	Повышенная сейсмогенная обстановка из за чего большое количество разнообразных землетрясений, с дальнейшими обвалами
5	Красноярский край	Преобладают мерзлотно-таёжные и горно-таёжные, а также подзолистые тайги и горно-тундровые почвы, но также наиболее распространены почвы чернозёма	Скалистые, суглинок, глина	Затопление, незначительные землетрясения
6	Иркутская область	Наиболее распространены – черноземные, подзолистые, серые лесные	Суглинок, глина	Затопление, незначительные землетрясения
7	Кемеровская область	Кемеровская область расположена в подтаёжной и лесостепной зонах. Почвы преимущественно черноземные и серые лесные	Суглинок, глина	Затопление, незначительные землетрясения
8	Новосибирская область	Среди основных типов почв Новосибирской области можно отметить подзолистые, болотные, серые лесные почвы, солонцы и солончаки	Суглинок, глина	Затопление, незначительные землетрясения
9	Омская область	В почвенном покрове преобладают черноземы, особенно в южной степной зоне. Здесь же встречаются солонцы, солончаки, солоды	Суглинок, глина	Затопление, незначительные землетрясения
10	Томская область	Наиболее распространенными в Томской области являются почвы основных типов: подзолистые, подзолисто-болотные, серые лесные, серые лесные глеевые, черноземы, черноземно-луговые, болотные и пойменные	Суглинок, глина	Затопление, незначительные землетрясения

Учитывая вышесказанное, можно сделать вывод: прежде чем приступить к возведению личного дома своими силами, следует ознакомиться со всеми строительными процессами в последовательном циклическом порядке, а не фрагментарно и уж тем более не понаслышке. Как правило, начинают строительство снизу- вверх. [5, с. 96-104]. При этом следует знать и помнить многие тонкости строительного дела и мастерства, а главное – заранее определиться в организации строительного плана на своем участке.

Шаг 2. Начало проектирования и строительство.

1. Анализ здания на проектирование, сбор исходных данных и дополнительной информации

Стадия проектирование содержит объемно- планировочного решения здания (схемы планов и фасадов). Помимо этого, нужно принять ряд дополнительных исходных данных:

- 1) город строительства;
- 2) конструктивное решение подземной части здания
- 3) конструкцию крыши (мансардная или с холодным, или теплым чердаком);
- 4) тип грунтов основания.

Для проекта из нормативных документов учитываются:

Климатические характеристики района строительства (см. СП 50. 13330 и СП 131. 13330.)

- Температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0, 92;
- Продолжительность и средняя температура отопительного периода со среднесуточной температурой наружного воздуха ниже 80С;
- Расчетные температура и относительная влажность воздуха помещений в зависимости от назначения.

- Скорость и повторяемость ветра - см. в СНиП 2. 01. 01- 82 приложение 4; осадки (см. в СНиП 2. 01. 01- 82 Приложение 3)

Расчетные значения снеговой нагрузки для заданного региона строительства, а также полезной нагрузки на перекрытия согласно СП 20. 13330 и СП 131. 13330. 2012. Строительная климатология Актуализированная редакция СНиП 23- 01- 99*.

2. Разработка объемно- планировочного плана здания

2.1. Разработка объемно- планировочного решения здания ведется с учетом взаимной увязки следующих факторов:

- 1) Функциональных требований, предъявляемых к зданию.
- 2) Конструктивной схемы здания.
- 3) Требований действующих нормативных документов.

В процессе работы над объемно- планировочным решением допускается изменения исходных планов этажей.

2.2. Функциональная схема здания

При проектировании малоэтажного жилого дома должны быть обеспечены оптимальные условия для проживания семьи и протекания процессов ее жизнедеятельности и комфортного проживания.

При проектирования малоэтажных зданий, активную зону нужно располагать на первом этаже, а спокойную – на втором. [6, с. 124].

На первом этаже следует располагать общую комнату, кухню, столовую, входную, летние помещения. На втором этаже размещают спальни, рабочий кабинет, детские комнаты. Связь между этажами осуществляется с помощью конструктивного элемента в виде лестницы, подходящие по всем параметрам и ГОСТ. Спальни должны проектироваться непроходными. В двухэтажных зданиях туалеты и ванные комнаты лучше располагать на обоих этажах. Расположение санузлов второго этажа не допускается над жилыми комнатами первого этажа. Главный вход в здание в обязательном порядке должен осуществляться через тамбуры или прихожие. Также должны быть предусмотрены вспомогательные помещения, котельную нужно проектировать более подробно и учитывать все нюансы. Необходимо самостоятельно или с помощью проектного бюро разработать функциональную схему здания на основании всех выше требований. [7, с. 54].

3. Назначение конструкции наружных стен

3.1. Конструкция наружных стен здания

При проектировании малоэтажного дома можно применять различные виды конструкции наружных стен, начиная от двухслойных, трехслойных и т.д. Но одним из самых качественных и дорогостоящих будет трехслойная конструкция из: - наружного слоя из облицовочного кирпича - среднего теплоизоляционного слоя из эффективного утеплителя (экструдированного пенополистирола или жесткого минераловатного утеплителя); - внутреннего несущего слоя из полнотелого кирпича.

3.2. Порядок проведения теплотехнического расчета наружных стен.

Толщина утеплителя определяется в результате проведения ТЭП наружных стен здания. Теплотехнический расчет наружных стен малоэтажного здания, производится исходя из минимальных теплопотерь тепла в зимнее время в соответствии с СП 50. 13330. ТЭП и подбор требуемой толщины утеплителя производится в несколько этапов:

- 1) Определение нормируемого значения, приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены для региона строительства.
- 2) Определение требуемой толщины утеплителя на основании сравнения фактического и нормируемого значения, приведенного сопротивления теплопередаче наружной стены.
- 3) Назначение фактической толщины утеплителя которая будет применяться при строительстве малоэтажного дома.

Дальнейшим этапом проектирования будет разработка планов этажей будущего малоэтажного дома, но для этого лучше обратиться в проектную организацию, которая правильно спроектирует по всем нужным параметрам и требованиям ГОСТ, ведь план этажа включает огромное количество включающих в себя деталей, например,

- 1) Толщина стен и перегородок, привязка несущих и самонесущих стен к координационным осям.
- 2) Оконные и дверные проемы во всех стенах
- 3) Лестницы (лестничные площадки и марши).
- 4) Отметки чистого пола, лестничных площадок, а также участков, расположенных в отличных от отметки чистого пола уровнях и многое другое.

4. Назначение конструкции перекрытий и разработка плана фундамента и плана кровли

Конструктивные решения междуэтажных, чердачных и цокольных перекрытий зависят от того материалы с помощью которого возводятся малоэтажное здание (дерево, кирпич, СИП панели, газаблок и др.)

Ведь у каждого материала свои достоинства, недостатки и также разнообразные характеристики, на основе которых нужно грамотно подбирать и рассчитывать конструкции как перекрытий, так и фундамента, чтобы в дальнейшем не столкнуться с проблемами при строительстве и при жизнедеятельности. [8, с. 67-78].

Конструкция фундаментов здания может быть нескольких типов:

- 1) Ленточный фундамент из железобетона.
- 2) Свайный фундамент из буронабивных свай (с ростверком из монолитного железобетона)
- 3) Свайный фундамент с использованием забивных свай.
- 4) Свайный фундамент с использованием винтовых свай.

Каждый фундамент подходит для определенного вида застройки, в основном часто применяют это ленточный и свайный фундамент.

4.1. Назначение конструкции фундамента

Для назначения необходимой конструкции фундамента предварительно необходимо: Определить глубину заложения фундамента, произвести прощенный расчет нагрузок на фундаменты.

Подосва ленточного фундамента должна находится ниже расчетной глубины промерзания грунта.

Глубина сезонного промерзания грунта может быть определена согласно СП 22. 13330. 2016

Одно из главных правил, это то, что перед монтажом фундамента своего будущего малоэтажного дома, нужно обязательно произвести расчет нагрузок. [9, с. 75].

Аналогичные сечения следует использовать при устройстве диагональных стропил в вальмовых покрытиях;

Передача нагрузок от стропил на наружные и внутренние стены должно осуществляться через опорный брус – мауэрлат – сечением 200х200 мм. **Конструкцию кровли следует принимать с учетом следующих требований:**

1) Конструкция обрешетки назначается в зависимости от типа применяемого кровельного покрытия. Кровля из металлочерепицы устраивается по разреженной обрешетке из досок сечением 50х100 мм, закрепляемых к несущим стропилам крыши с шагом 300 - 350 мм (соответствует длине волны металлочерепицы);

2) Для утепленных мансард необходимо устраивать дополнительный слой разреженной контробрешетки из бруска сечением 50х50 мм с шагом 300 мм. Дополнительно к этому в конструкции утепленных кровель должны быть использованы пароизоляционная мембрана, а также ветрозащитная пленка для защиты минераловатного утеплителя;

3) Вынос карниза за плоскость наружных стен должен быть не менее 450 мм;

4) Толщина минераловатного утеплителя в конструкции мансардной крыши должна быть рассчитана согласно СП 50.13330 по аналогии с п. 3.3.

ВЫВОДЫ

В данном исследовании был произведен технико-экономический анализ условий для строительства малоэтажных домов входящих в состав Сибирского федерального округа и разработка программы поэтапного проектирования малоэтажного строительства отвечающим все современным требованиям. В работе собрана и проанализирована информация на основе которой можно сделать следующий вывод. При разработке анализа в текущих исследованиях было выявлено, что в процессе проектирования могут возникать проблемы при выборе утеплителя. Ведь для каждого региона свои климатические показатели и тем самым своя толщина применяемого материала.

Ошибки при определении расхода минваты и других материалов. Их допускают даже те, кто пользуется калькулятором для вычисления объема и вида материала: проверяя результат, заказчик считает, что программа «насчитала лишнего». При этом он забывает об отходах из-за подрезок, о необходимости дать припуск на утепление углов и т. п. [11, с. 534-547].

Например, при расчёте фасадного утепления не учитывают фронтоны. В результате уже по ходу работ выясняется, что материала не хватает, его приходится докупать, из-за чего наблюдается повышение стоимости затрат и увеличение чел/ч на выполнение работы.

Утепление без пароизоляции или гидроветрозащиты. Не углубляясь в вопрос физических основ работы теплоизоляционного слоя, покупают только минвату. В результате она намокает и не выполняет своих функций должным образом. Благодаря чему последующие действия будут направлены на увеличение тепловых свойств в малоэтажном дома, следовательно, возрастают экономические затраты и стоимость проживания.

Для того чтобы избежать данной ошибки при расчете утепления, нужно учитывать будущие подрезки материала, которые пойдут на утепление углов зданий и фронтонов. Благодаря чему материала хватит для утепления поверхности и производительность возрастет.

Данное исследование подходит для строительства индивидуальных малоэтажных домов, но также и для массового строительства домов. В данный момент во всех регионах становится более популярным строительство Таунхаусов, домов блокированного типа, дома из блока секций, что последует наибольшей экономии при строительстве. [10, с. 96-100].

Основными преимуществами блокированной застройки являются:

1. Экономия при строительстве: сэкономить можно за счёт возведения общих стен, крыши и фундамента. Чем больше планируется поставить блоков, тем ниже будут затраты на стройку. Себестоимость 1 квадратного метра жилья на примере города Томска. Себестоимость 1 квадратного метра жилья на примере города Томска представлена в таблице 2.

Таблица 2
Себестоимость 1 квадратного метра жилья на примере города Томска.
Источник: составлено автором на основе [12, с. 165-170]

Стоимость проекта с блокированными домами (площадь 150 кв. м.)	Стоимость, млн. руб.	Стоимость 1 кв. м жилья, тыс. руб.
Из кирпича	6748.4	44.9
Из газоблоков	6101.3	40.7
Из дерева	5604.7	35.4
Из СИП панелей	4503.5	30.1

2. Своя территория: на участке, прилегающем к дому, можно построить гараж, разбить огород или сделать лаунж-зону. [13, с. 96-104].

3. Ремонт: если протечёт крыша или нужно будет ремонтировать фасад, это становится общей проблемой всех соседей, следовательно, эксплуатационных затрат меньше.

4. Дизайн: планировку и интерьер дома можно будет придумать самостоятельно или обратиться к опытным дизайнерам. [14, с. 10-18].

Как правило, свободы для творческих решений в таких домах ощутимо больше.

Именно поэтому малоэтажное и массовое строительство становится все более и более востребованным, ведь можно как построить, так и приобрести идеальный дом своей мечты, который будет подходить по всем требованиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Филюшина, К.Э. Разработка подходов к оптимальному выбору объемнопланировочных и конструктивных решений малоэтажных зданий / Филюшина К.Э., Гусакова Н.В., Гусаков А.М., Минаев Н.Н., Добрынина О.И. // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 10-3 (75-3). – С. 423-426. EDN: WXMENL
2. Гузикова, Л. А. Оценка эффективности реализации жилищной политики в регионах России / Л.А. Гузикова, Е.В. Плотникова, А.М. Колесников // Экономика и экологический менеджмент. – 2017. – № 4. – С. 3–15.
3. Крыгина, А.М. Реализация инновационных проектов строительства экожилищной недвижимости на территориально-региональном уровне / А.М. Крыгина // Жилищные стратегии. – 2015. - Т. 2, № 3. – С. 195–222.
4. Баронин, С.А. Главные тенденции и современные особенности развития малоэтажного жилищного строительства в России / С.А. Баронин, П.Г. Грабовый. // Известия Юго-Западного государственного университета. - 2011. – № 5-2(38). - С. 48–58.
5. Кузнецова, Г.Г. Особенности классификации, способов предоставления и нормативного регулирования жилищно-коммунальных услуг, как разновидности публичной услуги / Г.Г. Кузнецова // Путеводитель предпринимателя. - 2011. - № 10. -С. 96-104. EDN: OFXIXL
6. Артамонов, А.А. Функции управления рисками в процессе реализации инвестиционных строительных проектов [Текст]: дис. ... канд эконом. наук. / А.А. Артамонов. – СПб., 2003. – 124 с.
7. Грушина, О.В. Формирование механизма обеспечения доступности жилья в РФ в условиях социально-ориентированной рыночной экономики / О.В. Грушина, Г.В. Хомкалов. // Известия Иркутской государственной экономической академии. - 2013. – 54 с.
8. Филюшина, К.Э., Гусакова Н.В., Добрынина О.И., Ярлакабов А.А., Минаев Н.Н. О развитии малоэтажного строительства на основе фазового анализа и методов прогнозирования // Экономика строительства. - 2017. - № 5 (47). - С. 67-78. EDN: ZHLCDL
9. Грабовый, П.Г. Основные направления развития жилищного строительства в России / П.Г. Грабовый // Недвижимость: экономика, управление. – 2011. – № 1.- С.67 – 75.

10. Кузнецова, Г.Г. Особенности классификации, способов предоставления и нормативного регулирования жилищно-коммунальных услуг, как разновидности публичной услуги / Г.Г. Кузнецова // Путеводитель предпринимателя. – 2011. – № 10. – с. 96-104. EDN: OFXIXL
11. Ивакин, Е.К. «Малоэтажное строительство: девелопмент и логистика» / Е.К. Ивакин, С.П. Белевцов // Инженерный вестник Дона. 2011. Т. 18. № 4. С. 534-547. EDN: OYESXL
12. Филюшина, К.Э. Формирование модели государственно-частного партнерства в строительном комплексе региона / Филюшина К.Э. // Интеграл. - 2012. - № 1. - С. 165-170. EDN: NRJSMH
13. Кузнецова, Г.Г. Особенности классификации, способов предоставления и нормативного регулирования жилищно-коммунальных услуг, как разновидности публичной услуги / Г.Г. Кузнецова // Путеводитель предпринимателя. - 2011. - № 10. - с. 96-104. EDN: OFXIXL
14. Леонова, Л.Б. Сфера услуг жилищно-коммунального хозяйства - социальный вектор развития экономики России / Л.Б. Леонова, А.Г. Мокроносов // Экономика строительства. - 2023. - № 2. - с. 10-18. EDN: DZOKUB

FEASIBILITY STUDY FOR THE CONSTRUCTION OF LOW-RISE BUILDINGS (USING THE EXAMPLE OF THE SIBERIAN FEDERAL DISTRICT)

¹ Filyushina. K. E., ² Kostov S. A.

^{1,2}Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering, Russia, Tomsk, Salt Square, 2,
e-mail: kri1617@yandex.ru, sergeykostov219@gmail.com

Annotation. Feasibility studies of the construction of low-rise buildings have been investigated and carried out on the example of the regions that are part of the Siberian Federal District. Certain requirements for the successful construction of low-rise buildings are highlighted. A design analysis of low-rise buildings was carried out, initial data and additional information were also collected for the effective construction of low-rise buildings. The study is based on a theoretical analysis of the main scientific provisions of low-rise construction management. The article shows that the construction of low-rise buildings is intensively developing throughout the Siberian Federal District, low-rise dwellings will ensure the productivity of construction of a high level of comfort and quality in cities.

Key words: Low-rise construction, requirements, structures.

УДК 69.003

ВНЕДРЕНИЕ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬНУЮ КОМПАНИЮ. ЭКОНОМИКО-УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ ЗДАНИЙ.

Попов А.Ю.¹, Борс Е.М.², Доркин Ю.А.³, Шкарина Т.Ю.⁴

¹ ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», студент (магистр) «Департамент инноваций», 690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, e-mail: popov.aiu@dvfu.ru

² ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», студент (магистр) «Департамент инноваций», 690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, e-mail: bors.em@dvfu.ru

³ ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», студент (магистр) «Департамент инноваций», 690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10, e-mail: dorkin.iua@dvfu.ru

⁴ ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», к.э.н., профессор, 690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10

Аннотация. В современном мире рыночные отношения достигли такой стадии, на которой конкурентная борьба значительно обостряется. Основными причинами экономической устойчивости и роста компании прежде всего были инвестиционные вложения, сейчас преимущества на рынке достигаются за счет использования инноваций. Работа посвящена анализу возможности применения BIM-технологий в ГК «Утум +», который базируется в дальневосточном федеральном округе (ДФО). Также, работа посвящена разработке экономико-управленческих аспектов внедрения инновационного предложения по моделированию зданий в данной организации.

Ключевые слова: BIM-технологии, информационное моделирование, строительная отрасль, цифровая экономика, внедрение BIM-технологий в компанию.

ВВЕДЕНИЕ

Ранее по данной тематике была проведена оценка рынка BIM-технологий в строительной отрасли Российской Федерации, выяснили, что дальневосточный федеральный округ огромный потенциал во внедрении данной технологии, а также, что рынок дальнего востока является свободным [1].

Технология BIM (Building Information Modeling) – это современный подход к проектированию, строительству и эксплуатации. Она позволяет объединить различные программные продукты и инструменты, что позволяет проводить моделирование значительно дешевле, упрощает процессы визуализации будущего объекта. BIM представляет собой технологию информационного моделирования, что-то схожее с 3D-моделированием.

Для рассмотрения на примере внедрения BIM-технологий была взята компания ООО ПСФ «УТУМ +», которая базируется в республике Саха (Якутия). Данная организация входит в группу компаний «УТУМ +», это единственная организация в Якутии, выполняющая весь цикл возведения объектов – с момента рождения идеи, разработки проекта, строительства и эксплуатации построенного объекта [5].

В соответствии с данными ЕГРЮЛ, основной вид деятельности компании ООО ПСФ «УТУМ +» по ОКВЭД: 68.20.2 Аренда и управление собственным или арендованным нежилым недвижимым имуществом. Общее количество направлений деятельности – 26.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

Данный раздел был сделан по алгоритму составления бизнес-плана по стандарту «UNIDO» [12].

Для внедрения инноваций (BIM-технологии при строительстве), рассмотрим тип финансовой устойчивости опираясь на финансовые результаты ГК «Утум +» за 2018-2019 год (взяты данные компании: ООО СЗ «Голдлайн», ООО ПБ «Горпроект и ООО ПСФ «Утум +») (табл. 1). Для данной организации и, вообще, в республике Саха (Якутия) данная технология является инновацией, так как BIM никогда ранее не использовался в данной компании, а также отсутствует информация об использовании данной технологии в Республике Саха (Якутия) [2].

Таблица 1.
Финансовые результаты ГК «Утум +»

Показатель	2018 г.	2019 г.	Изменение
1. Источники собственных средств	400 598	379 215	95%
2. Внеоборотные активы	587 367	812 318	138%
3. Наличие собственных оборотных средств	-186 769	-433 103	232%
4. Долгосрочные заемные средства	699 738	826 494	118%
5. Наличие собственных оборотных и долгосрочных заемных средств	512 969	393 391	77%
6. Краткосрочные заемные средства	143 624	70 851	49%
7. Общая величина собственного оборотного и заемного капитала	656 593	464 242	71%
8. Запасы и НДС	17 869	23 120	129%
9. Излишек/недостаток собственных оборотных средств	-204 638	-456 223	223%
10. Излишек/недостаток собственных оборотных и долгосрочных заемных средств	495 100	370 271	75%
11. Излишек/недостаток общей величины источников формирования запасов	699 738	826 494	118%

Если данные предоставляемые Росстатом и ФНС являются полными, то тип финансовой устойчивости компании является нормальным, так как показатель «Наличие собственных оборотных средств» > «запасы и НДС» > «Общая величина собственного оборотного и заемного капитала». Нормальная устойчивость финансового состояния говорит о том, что ГК «Утум +» платежеспособная и находится в зоне приемлемого риска [3].

ГК «Утум +» имеет возможность покрывать основную часть расходов за счет собственных средств и имеет достаточную величину других источников финансирования (краткосрочных обязательств). Это нам говорит, о том, что компания имеет возможность внедрять инновации.

Далее, рассмотрим производственные мощности компании. За основу было взято строительство ЖК на ул. Петра-Алексеева г. Якутска от группы компаний «Утум +». В 2018 году, дом был введен в эксплуатацию.

За 1079 дней было введено в эксплуатацию 5998,7 кв. м., средняя стоимость квадратного метра жилья на тот момент составляла 76 223 руб., то есть, за 1 день ГК «Утум +» может построить 5,56 кв. м. или на сумму 423 780 руб. в денежном эквиваленте. Данная информация понадобится для оценки процессной инновации. Также, эта информация показывает примерную производственную мощность ГК «Утум +» [4].

Рассмотрим использование BIM-технологий в отрасли капитального строительства (табл. 2).

Данная таблица показывает, какие этапы присутствуют при использовании BIM-технологий в капитальном строительстве, также представлены сценарии реализации каждого из этапов, данная таблица дана для полноты понимания использования данной технологии в строительстве.

Внедрение инновационного предложения планируется провести за 278 дней (9,3 месяца), в этот период компания будет позиционироваться как «начинающая» компания с BIM-технологией. Внедрение BIM-технологий, это процессная инновация в области проектирования.

Для кадрового состава компании, которая занимается проектированием, будет предоставлена возможность прохождения курсов по повышению квалификации/обучению технологии информационного моделирования от университета Минстроя [7].

Кадровый состав, специальность и стоимость обучения отдела BIM-проектирования указана ниже (табл. 3). В отделе BIM-проектирования будет данный кадровый состав: руководитель (1 чел.); главный специалист (2 чел.); BIM-инженер (2 чел.); специалист эксперт (1 чел.); проектировщик (2 чел.). В общей сложности 8 человек, в будущем данный состав пополнят еще 8 человек.

Таблица 2.
Использование BIM-технологий в отрасли строительства

Этапы	Сценарии реализации
Инвестиционный анализ и подготовительный этап.	1. Сбор данных высокой точности для начального этапа; 2. Проведение инвестиционного анализа и принятие решения; 3. Подготовка заказчиком технического задания на BIM-модель; 4. Распределение ролей генеральным проектировщиком в проекте, разработка исполнительного плана на BIM-проект.
Этап проектирования	1. Принятие принципиальных проектных решений; 2. Проведение инженерных расчётов; 3. 3D координация, своевременное выявление и устранение коллизий; 4. Автоматический выпуск проектной документации; 5. Выпуск сметных расчётов.
Ведение строительно-монтажных работ (СМР)	1. Разработка графика календарно-сетевое планирования ведения СМР; 2. Организация оптимальной логистики ведения СМР; 3. Контроль и мониторинг качества ведения СМР; 4. Сдача объекта капитального строительства в эксплуатацию.
Эксплуатация объекта	1. Передача всей исполнительной документации службе эксплуатации объекта; 2. Введение паспортизации технологического процесса и оборудования; 3. Реализация пуско-наладочных работ и оптимизация технологического процесса; 4. Мониторинг состояния технологического процесса и проведения своевременного технического обслуживания оборудования; 5. Мониторинг физического состояния строительных конструкций и проведение своевременной реконструкции.
Демонтаж и утилизация объекта	1. Реализация проекта по демонтажу промышленного объекта; 2. Компенсационные мероприятия по восстановлению экологии.

Таблица 3.
Кадровый состав отдела BIM-проектирования (BIM отдел)

Специальность	Кол-во	Кадровый состав	Стоимость обучения
BIM. Руководитель	1	Руководитель	29 900 руб.
BIM. Менеджер	2	Главные специалисты	59 800 руб.
ГИП (повышение квалификации по BIM)	1	Руководитель	29 900 руб.
BIM. Инженер-сметчик	2	BIM-инженеры	59 800 руб.
BIM. Эксперт проектов	2	Главные специалисты	59 800 руб.
BIM. Эксперт по государственным заказам.	1	Специалист эксперт	29 900 руб.
BIM. Эксперт по эксплуатации объектов.	1	Специалист эксперт	29 900 руб.
BIM. Проектировщик	2	Проектировщики.	59 800 руб.

Первые 8 сотрудников – это половина отдела проектирования, после того как первая половина закончит и начнет реализовывать реальные проекты к обучению приступают следующие 8 сотрудников. Это делается для того, чтобы работа продолжалась в отделе проектирования, смягчение внедрения инновации. То есть, к началу 2024 года оформляется еще дополнительный кредит, практически на ту же сумму.

Для внедрения данного инновационного предложения предполагается, что инвестиционным ресурсом будет инвестиционный кредит, чтобы не сокращать резервы компании.

Примерная процентная ставка на кредит будет составлять 20% учитывая ставку рефинансирования ЦБ в 15% (от 30.10.2023), общая сумма кредитования в 2023 году будет составлять 1 700 800 руб., дополнительная сумма кредитования к началу 2024 будет составлять 1 590 800 руб. Общий долг с процентами составляет: $2\,275\,488 + 2\,128\,320 = 4\,403\,808$ руб. Оба кредита оформляются на 3 года.

Затраты на фонд оплаты труда (ФОТ) для 8 человек кадрового состава отдела BIM, на первые полгода (табл. 4), далее общие затраты на ФОТ увеличатся в 2 раза (таблица составлена по средней зарплате специалистов).

Таблица 4.
Кадровый состав отдела BIM-проектирования (BIM отдел)

Кадровый состав	Оплата труда, руб.	Общие затраты на оплату труда, руб.
Руководитель (1 чел.)	130 000	898 380
Главный специалист (2 чел.)	100 000	
Специалист эксперт (1 чел.)	80 000	
Инженер (2 чел.)	70 000	
Проектировщик (2 чел.)	70 000	

Рассмотрим этапы внедрения BIM-технологии в компанию «Утум +» с стейкхолдерами этапов (табл. 5).

Таблица 5.
Этапы проекта и стейкхолдеры этапов

Этапы проекта	Участники проекта
Создание карты внедрения	- Директор; - Руководитель (BIM отдела); - Инициатор.
Подготовка внутренней среды	- Директор - Руководитель (BIM отдела); - Главные специалисты - BIM команда - Отдел закупки - BIM-консультант (от «Renga Software»).
Пилотный проект	- Директор - Руководитель (BIM отдела); - Главные специалисты - BIM команда
Реализация реального проекта, параллельное обучение оставшихся сотрудников	- Директор - Руководитель (BIM отдела); - Главные специалисты - BIM команда - Отдел закупки - BIM-консультант (от «Renga Software»).

Используемым ПО будет являться «Renga», так как данное ПО входит в реестр программного обеспечения оператора единого реестра российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и при обучении кадровый состав будет практиковаться на данном ПО. Определимся с затратами на ПО для коммерческой деятельности данного ПО (табл. 6) [11].

Таблица 6.
Стоимость BIM-системы «Renga»

Программный продукт	Стоимость, руб.
Постоянная (бессрочная) лицензия	110 000
Лицензионный платеж за годовой пакет обновлений для постоянной лицензии	30 000

И рассмотрим затраты, которые необходимы для подготовки рабочих мест BIM-команды (табл.7).

Также, все расписанные затраты будут учтены при получении кредита на создание рабочих мест для 2 половины BIM-команды, которые приступят к обучению в начале 2024 года.

Таблица 7.
Затраты, которые необходимы для подготовки рабочих мест

Статья затрат	Стоимость, руб.
Персональный компьютер (8 штук)	792 000
Канцелярия	70 000
Офисная мебель	240 000
Непредвиденные	100 000
Аренда (мес.)	25 000

Далее, рассмотрим эффективность внедрения и риски инновационного предложения.

Группа компания «Утум +» является «начинающей» компанией в области информационного моделирования и к 2026 году ожидается, что компания будет являться компанией «экспертом», со всеми прилегающими повышениями показателей.

Рассмотрим кривые распределения времени и усилий Маклими (рис.1), в котором сопоставлена использование BIM проектирование и традиционное проектирование, также возможность влиять на стоимость проекта и стоимость изменения.

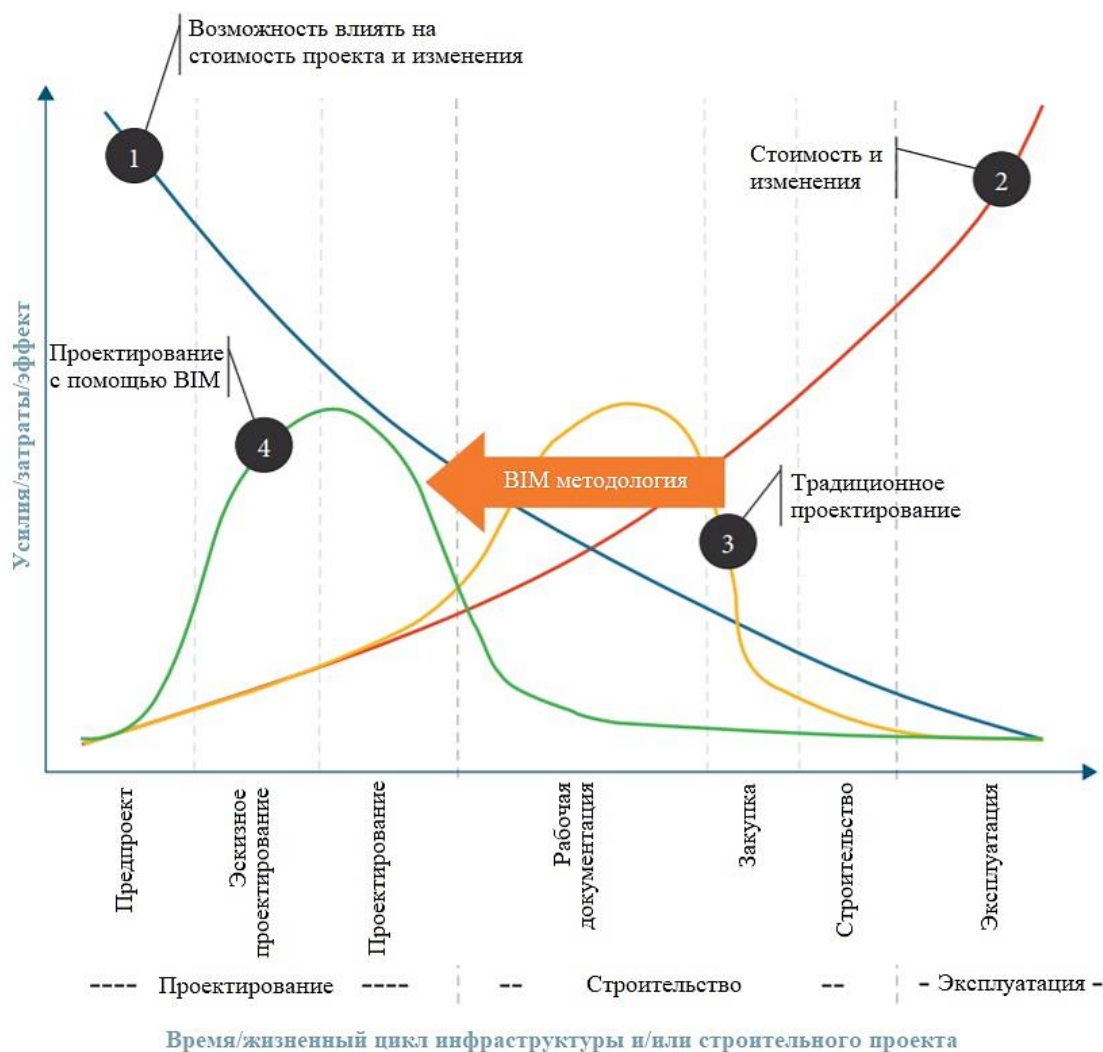


Рис. 1. Кривые распределения времени и усилий Маклими в строительстве

Потребность в BIM на ранних стадиях проекта очень актуальна. Кривая распределения времени и усилий Маклими показывает, как способность влиять на затраты и изменения в проекте больше на стадии проектирования и значительно уменьшается, когда проект переходит в фазу эксплуатации (кривая 1). При этом стоимость внесения изменений (кривая 2) очень низка на этапе проектирования и довольно высока на этапе эксплуатации. Кривая 3 показывает традиционное поведение проектирования, а кривая 4 показывает, как производительность смещается влево при использовании технологий BIM, что дает больше возможностей для внесения изменений при меньших затратах. Следует отметить, что смещение кривой обязательно связано с взаимодействием между всеми фазами проекта; именно здесь BIM-моделирование имеет большой потенциал для интеграции в строительство [9].

Ожидается, что после пилотного проекта реализация реального проекта покажет: рост прибыли (на 7%) за счет сокращения затрат на строительство и эксплуатацию, сокращение изменений в проекте по мере реализации (на 14%), повышение производительности труда персонала (на 46%), снижение погрешности и ошибки в проектной документации (до 40%), сокращение общего срока реализации проекта (до 50%) и снижение погрешности планирования бюджета.

Допускается, что внедрение инновационного предложения начнётся 1 июля 2023 и до конца года ожидается нулевой эффект от внедрения. С 2024 года по календарному плану начинается реализация реального проекта, то есть в этом году будет эффект от внедрения данной технологии.

Далее, рассмотрим реестр рисков. Целью составления реестра рисков, является выявление возможных рисков событий и их характеристик, которые в случае их возникновения могут иметь как положительное, так и отрицательное влияние на реализацию проекта.

Рассмотрим реестр рисков с вероятностью наступления и уровнем влияния, реестр рисков составлен на основе метода экспертных оценок (табл. 8). Где критерий вероятности наступления:

- от 0,1 до 0,3 – Низкая вероятность наступления;
- от 0,4 до 0,6 – Средняя вероятность наступления;
- от 0,7 до 0,9 – Высокая вероятность наступления;
- 1 – Вероятность наступления 100%.

Также, где критерий уровни влияния:

- от 0,1 до 0,2 – Очень низкий уровень влияния;
- от 0,3 до 0,4 – Низкий уровень влияния;
- от 0,5 до 0,6 – Средний уровень влияния;
- от 0,7 до 0,8 – Высокий уровень влияния;
- от 0,9 до 1 – Критический уровень влияния.

Все выделенные риски являются самыми явными при внедрении BIM-технологий в компанию, поэтому, нужно сделать всё, чтобы данные риски не воплотились в реальность при внедрении. В таблице указаны минимальные мероприятия по реагированию и ожидаемые последствия при том или ином случае.

Также, из реестра рисков можно сделать вывод, что если в ближайшем будущем использование BIM-технологий в строительстве станет нецелесообразным, то инвестирование на внедрение данной технологии будут потрачены в пустоту, но исход таких событий минимальный, но если таковое случится, то это нанесет сильный ущерб компании. Также, нужно отметить, что длительная адаптация данной технологии в компании имеет наибольшую вероятность наступления и нанесет не малый ущерб для компании, чтобы этого не допустить нужно своевременно привлечь BIM-консультанта, который сможет указать на проблемы неполной реализации использования информационного моделирования, этот риск никак нельзя допускать возникновению в компании.

Таблица 8.
Реестр риска внедрения инновационного предложения в компанию

№	Наименование риска	Ожидаемые последствия	Мероприятия по реагированию	Вероятность наступления	Уровень влияния
1	Недостаточная корректность работы программного обеспечения.	Вместо сокращения сроков, они могут увеличиться	Переход на другое ПО	0,3	0,8
2	Программа по импортозамещению программного высокотехнологичной техники.	Нехватка компьютеров и комплектующих при поломке имеющихся	Закупка доступных комплектующих и компьютеров	0,4	0,7
3	Нехватка информации по продуктам, поддерживающим BIM-технологии	Отрицательный эффект от внедрения инновационного предложения	Переход на популярное ПО, которым пользуются большинство компаний	0,3	0,8
4	Соппротивление внедрению технологии BIM	Понижение производительности труда	Мотивация сотрудников	0,3	0,6
5	Длительная адаптация технологии BIM в компании	Увеличение затрат/недополучение прибыли	Привлечение BIM-консультанта	0,8	0,7
6	Неготовность застройщика дополнительно платить за создание информационной модели объекта	Уменьшение объема заказов	Участие в тендерах от государства/уменьшение цены	0,3	0,5
7	Фактор неопределённости будущих условий на рынке BIM	Нецелесообразное инвестирование	Отказ от технологии BIM	0,1	1
8	Большое количество изменений процессов в компании при внедрении инновационного предложения	Увеличение затрат	Рейнжиниринг компании	0,4	0,8
9	Утечка конфиденциальной информации и интеллектуальной собственности компании	Доступ сторонних лиц к коммерческой конфиденциальной информации	Выявление нарушителя	0,2	0,6
10	Недостаточность квалификации персонала	Увеличение сроков выполнения проектирования	Дополнительное повышение квалификации персонала	0,2	0,7

Далее в рамках эффективности проекта будут представлены следующие показатели (табл. 9) [10]:

- период окупаемости (Pay-Back Period, PP), рассчитывают в соответствии с формулой (1):
-

$$PP = \frac{IC}{CF} \quad (1)$$

где IC – первоначальные инвестиционные затраты в проект; CF – среднегодовой положительный денежный поток, генерируемый инвестиционным проектом.

• чистая текущая стоимость (Net Present Value, NPV), рассчитывают в соответствии с формулой (2):

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+R)^t} \quad (2)$$

где n, t – количество временных периодов; R – ставка дисконтирования.

• внутренняя норма рентабельности (Internal Rate of Return, IRR), рассчитывают в соответствии с формулой (3):

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} - IC \quad (3)$$

• индекс рентабельности инвестиций (показатель рентабельности, индекс доходности англ. Profitability Index, PI), рассчитывают в соответствии с формулой (4):

$$PI = 1 + \frac{NPV}{IC} \quad (4)$$

• ост валовой прибыли от процессных нововведений (ΔPB), рассчитывают в соответствии с формулой (5):

$$\Delta PB = (N * k) * \Delta c \quad (5)$$

где N – достигнутый объем производства и продаж продукции предприятия; k – коэффициент роста производительности при процессной инновации; Δc – снижение себестоимости производства единицы продукции при процессной инновации.

Расчет поступлений от реализации внедрения инновационного предложения прodelывается следующим образом (пример):

Ожидаемая выручка * Ожидаемый эффект от ВИМ = Поступление.

Показатели рассчитаны основываясь на финансовые результаты ГК «Утум +», чтобы упростить расчеты просуммированы показатели 3 основных компаний. Чтобы более-менее итоги показателей за 2024-2026 год были точны возьмем среднее для каждого финансового показателя (2018-2020 года).

Таблица 9.
Показатели эффективности

Показатель	Итог
PP	15,28 месяцев
NPV	89 746 659 руб.
IRR	177 %
PI	21,38
ΔPB	58 482 руб.

ΔPB показана в денежном выражении основываясь на строительство ЖК на ул. Петра-Алексеева. На такое значение выросло бы валовая прибыль за 5,56 кв. м., если бы на тот момент в компании была бы внедрена ВИМ-технология.

Можно сделать вывод, что все показатели эффективности внедрения инновационного предложения показывают, что нужно реализовывать данный проект, кроме того, все показатели очень привлекательные с точки зрения инвестиций. При внедрении данной инновации, компания обеспечит свое место на рынке в ближайшие 10-20 лет.

Ниже показаны ожидаемые финансовые показатели за 2024-2026г. Начало реализации проекта определен как 2024 год (так как за 2023 год инновация не принесет прибыль), а конец определен как 31 декабря 2026 год (табл. 10).

Таблица 10.

Ожидаемые финансовые результаты от внедрения инновационного предложения

Показатель	2024 год	2025 год	2026 год
Выручка	231 667 500	266 417 625	346 342 912
Себестоимость продаж	127 012 000	127 012 000	127 012 000
Прибыль (убыток) от продаж	104 655 500	139 405 625	219 330 912

Показатели за 2024-2026 года очень привлекательные, если внедрить инновацию в ГК «Утум +». Финансовые результаты будут только расти, если внедрение пройдет успешно и, если компания будет развивать использование данной технологии.

ВЫВОДЫ

Разработаны экономико-управленческие аспекты внедрения инновационного предложения по моделированию зданий в ГК «Утум +», в котором представлены производственные, организационные и финансовые планы. Представлена информация об эффективности внедрения инновационного предложения и риски при внедрении.

Показатели эффективности говорят о том, что все показатели реализации инновационного предложения свидетельствуют о необходимости реализации данного проекта, кроме того, все показатели весьма привлекательны. С внедрением этой инновации компания закрепит свое место на рынке в ближайшие 10-20 лет.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попов, А.Ю. Оценка рынка BIM-технологий в строительной отрасли Российской Федерации // Наука, техника, промышленное производство: история, современное состояние, перспективы : материалы региональной научно-практической конференции студентов и аспирантов, Владивосток, 13–28 декабря 2021 г. / под общ. ред. Р.А. Полькова. – Владивосток : Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2022. – 1 CD-ROM – С. 301-305 – ISBN 978-5-7444-5275-9. – DOI <https://doi.org/10.24866/7444-5275-9>
2. Федеральная служба государственной статистики. Национальные счета. Валовой внутренний продукт – 2021 – URL: <https://rosstat.gov.ru/accounts> (дата обращения: 20.09.2022).
3. Погодина, Т.В. Финансовый менеджмент : учебник и практикум для вузов / Т.В. Погодина. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 351 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-03375-5. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/489484> (дата обращения: 10.11.2023).
4. Объект ЖК на Петра-Алексеева // официальный сайт застройщика ООО «Голдлайн» – URL: <http://goldline.su/projects/p-alexeeva-2> (дата обращения: 10.11.2023).
5. Утум + : [официальный сайт группы компаний]. 2020. – URL: <https://www.utumplus.ru> (дата обращения: 10.11.2023).
6. Иванова, И.Б. Анализ нормативно-правового регулирования в области BIM-технологий / И.Б. Иванова, С.В. Велькова // Социально-экономическое управление: теория и практика. – 2020. – № 3(42). – С. 60-65. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44283401> (дата обращения: 10.11.2023).
7. Обучение BIM (TIM) ПК // Университет Минстроя. – URL: <https://niisf.org/obuchenie/napravleniya-obucheniya/stroitelstvo> (дата обращения: 10.11.2023).
8. Реестр программного обеспечения. «Renga». // Официальный сайт оператора единого реестра российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет». – URL: https://reestr.digital.gov.ru/reestr/309160/?sphrase_id=1300188 (дата обращения: 10.11.2023).

9. BIM Forum Chile // Initial Guide to Implement BIM in Organizations, BIM Forum Chile, Santiago de Chile, Chile. 2017. – URL: <https://www.bimforum.cl/wp-content/uploads/2017/07/Guía-inicial-para-implementar-BIM-en-las-organizaciones-versión-imprenta.pdf> (дата обращения: 10.11.2023).

10. Экономический анализ в 2 ч. Часть 2. : учебник для вузов / Н.В. Войтоловский [и др.] ; под редакцией Н.В. Войтоловского, А.П. Калининой, И.И. Мазуровой. — 7-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 302 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10999-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493028> (дата обращения: 10.11.2023).

11. Официальный сайт «Renga Software» – 2022 – URL: <https://rengabim.com> (дата обращения: 10.11.2023).

12. Борисова, Д.Д. Методики составления бизнес-плана как инструмента эффективного планирования инвестиционной деятельности предприятия / Д.Д. Борисова, Ф.В. Акулинин // Инновации и инвестиции. – 2018. – № 3. – С. 268-272. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41470846> (дата обращения: 10.11.2023).

IMPLEMENTATION OF BIM TECHNOLOGY IN A CONSTRUCTION COMPANY. ECONOMIC AND MANAGERIAL ASPECTS OF IMPLEMENTING AN INNOVATIVE PROPOSAL FOR BUILDING MODELING.

Popov A.Y.¹ Bors E.M.² Dorkin Y.A.³ Shkarina T.Y.⁴

¹ Far Eastern Federal University, student (master's degree) "Department of Innovations", 690922, Primorsky Territory, Vladivostok, o. Russian, p. Ajax, 10, e-mail: popov.aiu@dvfu.ru

² Far Eastern Federal University, student (master) "Department of Innovations", 690922, Primorsky Territory, Vladivostok, o. Russian, p. Ajax, 10, e-mail: bors.em@dvfu.ru

³ Far Eastern Federal University, student (master) "Department of Innovation", 690922, Primorsky Territory, Vladivostok, o. Russian, p. Ajax, 10, e-mail: dorkin.iaa@dvfu.ru

⁴ Far Eastern Federal University, "Department of Innovation", 690922, Primorsky Territory, Vladivostok, o. Russian, p. Ajax, 10

Abstract. In the modern world, market relations have reached a stage at which competition is significantly intensifying. The main reasons for the economic stability and growth of the company were primarily investment investments; now market advantages are achieved through the use of innovations. The work is devoted to analyzing the possibility of using BIM technologies in the Utum + Group of Companies, which is based in the Far Eastern Federal District (FEFD). Also, the work is devoted to the development of economic and managerial aspects of the implementation of an innovative proposal for modeling buildings in this organization.

Key words: BIM technologies, information modeling, construction industry, digital economy, implementation of BIM technologies in the company.

Наши авторы

Курбатова Анна Игоревна	к.б.н., доцент, Институт экологии РУДН им. Патриса Лумумбы, г. Москва
Савенкова Елена Викторовна	д.э.н., профессор, директор Института Экологии РУДН им. Патриса Лумумбы, г. Москва
Хани Абу Кдэйс	рНД, профессор, университет JUST, Ирбид, Иордания
Лозовская Софья Николаевна	студентка, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г. Москва
Ничкова Лариса Александровна	к.т.н., доцент, СевГУ, г. Севастополь
Самородова Виктория Игоревна	аспирант, СевГУ, г. Севастополь
Пашенцев Александр Иванович	д.э.н., к.т.н., профессор, Институт «АСиА» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь
Данилович Сергей Владимирович	аспирант, Институт «АСиА» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь
Гармидер Анна Александровна	к.э.н., доцент, Институт «АСиА» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь
Юрченко Антон Станиславович	доцент, СевГУ, г. Севастополь
Ермакова Евгения Сергеевна	старший преподаватель, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь
Мечик-Зарицкая Софья Александровна	студентка, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь
Цыганкова Александра Ивановна	студентка, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь
Чебыкина Елизавета Дмитриевна	студентка, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», г. Симферополь
Одинцов Александр Никитич	к.т.н., доц. ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет, г. Севастополь
Асташина Марина Викторовна	к.т.н., доцент, Архитектурно-строительный институт ФГБОУ ВО УГНТУ, г. Уфа
Лапшакова Ирина Васильевна	к.т.н., доцент, Архитектурно-строительный институт ФГБОУ ВО УГНТУ, г. Уфа
Гайсина Сабина Ильдусовна	магистрант, Архитектурно-строительный институт ФГБОУ ВО УГНТУ, г. Уфа
Рахимова Элина Даниловна	магистрант, Архитектурно-строительный институт ФГБОУ ВО УГНТУ, г. Уфа
Морев Дмитрий Сергеевич	студент, СевГУ, г. Севастополь
Хромов Егор Владимирович	к.т.н., доцент, СевГУ, г. Севастополь
Половинко Иван Владимирович	инспектор, Межрегиональное управление Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по Республике Крым и г. Севастополю, г. Симферополь
Филюшина Кристина Эдуардовна	д.э.н., профессор, ФГБОУ ВО Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск
Костов Сергей Александрович	студент, ФГБОУ ВО Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск
Попов Александр Юрьевич	студент, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток
Борс Егор Михайлович	студент, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток
Доркин Юрий Александрович	студент, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток
Шкарина Татьяна Юрьевна	к.э.н., профессор, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток

Журнал

ЭСиП № 1 (90) – 2024

ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬСТВА И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ