

III. ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫЕ ПРИКЛАДНЫЕ РАЗРАБОТКИ И НОВЕЙШИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПО ПРИОРИТЕТНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ РАЗВИТИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ С УКАЗАНИЕМ ПРЕДПРИЯТИЙ И ОРГАНИЗАЦИЙ, КОТОРЫЕ МОГУТ БЫТЬ ЗАИНТЕРЕСОВАНЫ В ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИИ

Прикладная работа №1

Название приоритетного направления развития науки и техники:

Безопасность и противодействие терроризму

1. Тема НИР: «Повышение долговечности и снижение стоимости технического обслуживания зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических условиях».

2. Руководитель НИР: Горохов Е.В., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Металлические конструкции и сооружения».

3. Номер государственной регистрации НИР: 123122800064-1.

4. Сроки выполнения работы: начало – 02.01.2023; окончание – 31.12.2025.

5. Цели работы:

- разработка методик повышения надежности и долговечности зданий и сооружений, возводимых в сложных инженерно-геологических и горно-геологических условиях с учетом снижения стоимости их технического обслуживания;
- формирование и определение общих подходов к проектированию организационно-технологических процессов при эксплуатации, восстановлении, капитальном ремонте, реконструкции и демонтаже зданий и сооружений из каменных, железобетонных и металлических конструкций;
- совершенствование методов оценки технического состояния и остаточного ресурса железобетонных и каменных конструкций для восстановления поврежденных и разрушенных зданий и сооружений и связанных с ними объектов жизнеобеспечения, а также объектов инфраструктуры;
- исследование эксплуатационных свойств, анализ действительного состояния несущих конструкций, подготовка рекомендаций по дальнейшей нормальной эксплуатации металлоконструкций покрытия спортивного крытого комплекса «Ильичёвец», предпроектные указания по ремонту и усилению несущих конструкций;
- установление общих зависимостей между оптимальными показателями надежности проектируемых конструкций высокого уровня ответственности (на примере большепролетных пространственных покрытий и вертикальных цилиндрических резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов);
- натурное освидетельствование эксплуатируемых и поврежденных вследствие ведения боевых действий мостовых сооружений, уточнение временных подвижных нагрузок, действующих на мостовые сооружения,

определение остаточного ресурса мостовых сооружений с учетом их усталостного износа;

- разработка рекомендаций по технической эксплуатации высотных сооружений на основании комплексного учета особенностей повреждаемости конструкций, процессов износа и методов повышения несущей способности и долговечности.

6. Актуальность: Классификация строительных площадок предполагает их разделение на обычные и сложные условия. При этом к сложным условиям относятся площадки, деформации сооружений на которых возникают не только от нагрузок на фундаменты, но и от других факторов, не связанных с нагрузками. По литературным источникам площадки со сложными условиями строительства составляют на территории Российской Федерации до 70 % от общей площади застройки. В соответствии с нормами строительного проектирования к сложным условиям строительства относятся:

- территории с просадочными грунтами;
- подрабатываемые территории при подземной разработке полезных ископаемых;
- карстоопасные территории;
- оползнеопасные территории;
- территории с грунтами, обладающими особыми свойствами (набухающие, засоленные, элювиальные, заторфованные и др.);
- затопляемые и подтопляемые территории;
- сейсмоопасные территории;
- территории с динамическими нагрузками вблизи карьеров, испытательных полигонов и в зонах ведения военных действий.

Основной особенностью сложных условий строительства является то, что здания и сооружения на таких территориях испытывают вынужденные перемещения и сдвиги земной поверхности. В нормах строительного проектирования РФ довольно детально регламентированы вопросы строительства зданий и сооружений на просадочных грунтах, на подрабатываемых территориях, в сейсмических районах, на вечномёрзлых грунтах и в меньшей степени для других особых условий строительства.

Основным недостатком действующих норм строительного проектирования является то, что в них применяются одни и те же принципы проектирования и расчета как для обычных условий строительства, так и для сложных условий. Так, например, предельные состояния строительных конструкций оцениваются с использованием критериев, представленных в напряжениях или усилиях. Для воздействий на сооружения в виде вынужденных перемещений основания такой подход приводит к невозможности оценить степень надежности сооружения, которое определяется его деформированным состоянием. Расчет конструкций на деформационные воздействия и анализ результатов таких расчетов должны выполняться исключительно с использованием деформационных критериев

для оценки предельных состояний первой группы. В теоретическом плане при расчете зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических и горно-геологических условиях строительства основным условием является учет совместной работы системы "основание – фундамент – надземная часть здания". При этом выбор модели грунтового основания приобретает определяющее значение, так как от этого зависят не только величины усилий и деформаций в конструкциях, но и вид напряженно-деформированного состояния (растяжение – сжатие, прогиб – выгиб). Если для обычных условий строительства невыполнение этого условия можно допустить, то для сложных условий строительства эта норма является обязательной.

Существенной конструктивной особенностью зданий и сооружений в сложных инженерно-геологических и горно-геологических условиях является разработка и применение систем для принудительного регулирования положения объекта строительства в пространстве в период его эксплуатации. Имеющиеся здесь предложения нуждаются в существенной доработке и развитии. В технологическом плане имеет место существенное отставание от передовых зарубежных образцов.

7. Основные результаты:

В рамках задания 2 «Совершенствование методов оценки технического состояния и остаточного ресурса железобетонных и каменных конструкций для восстановления поврежденных и разрушенных зданий и сооружений и связанных с ними объектов жизнеобеспечения, а также объектов инфраструктуры»

- приведены основные сведения по методике обследования строительных конструкций зданий и сооружений;
- систематизированы и обобщены данные о причинах и характере повреждений конструкций, вызванных эксплуатационными воздействиями, взрывными воздействиями в результате ведения боевых действий и высокотемпературным нагревом при пожарах;
- проведена работа по классификации и систематизации характерных дефектов и повреждений;
- на основании выполненного анализа раскрывается фактическая работа строительных конструкций и их стыков в том числе с учетом совместной работы строительных конструкций и оснований, оценивается качество изготовления и точность монтажа, уточняются расчетные характеристики материалов.

В рамках задания 4 «Обеспечение надежности пространственных металлических конструкций (большепролетные стержневые и мембранные системы, вертикальные цилиндрические резервуары)»:

- предложенный в исследовании подход позволяет с приемлемой практической точностью определить показатели надёжности многократно статически

неопределимой стержневой системы, характеризующие ее склонность к развитию прогрессирующего разрушения. Вычисляемые показатели особенно важны при проектировании большепролетных конструкций, представляющих собой сооружения с высоким уровнем ответственности, для которых важно расчётным путём обеспечить требуемый уровень надёжности и живучести;

- выполненные на основании предложенного подхода и разработанного алгоритма исследования по оценке склонности рассматриваемых конструктивных систем к лавинообразному обрушению позволили зафиксировать следующие результаты:

а) для рамно-консольных покрытий над трибунами стадионов:

- выделить в зависимости от геометрических параметров исследуемой схемы набор из 4–10 ключевых элементов консольной части, отказ которых

инициирует начало лавинообразного обрушения;

- диапазон изменения величин характеристик безопасности ключевых элементов конструкций, запроектированных в полном соответствии с требованиями метода предельных состояний, составил: $\beta_{\min} = 3,08–5,01$; $\beta_{\max} = 5,01–7,81$;

- величина резерва живучести, составляющая разность величин характеристики безопасности, вычисленной для одного, наиболее напряженного ключевого элемента и всей их совокупности $\Delta\beta = \beta_{\max} - \beta_{\min} < 2$, характеризует склонность исследуемой схемы к развитию прогрессирующего обрушения;

б) для структурных покрытий на большепролетных нетиповых прямоугольных планах:

- по сравнению с рамно-консольными покрытиями в силу многоэлементности и симметрии системы наблюдается резкое увеличение количества ключевых элементов, которое в зависимости от конфигурации системы составляет 10...50% от общего числа элементов;

- наличие на первых итерациях в отдельных единичных случаях перенапряженных элементов в силу стохастического характера прочностных свойств материала, жесткостных характеристик элементов и действующих нагрузок;

- некоторое увеличение рекомендуемого для этих конструкций параметра $\Delta\beta$ до 9...10 по сравнению с рамно-консольными системами, обусловленное резким количеством увеличения ключевых элементов, участвующих в корреляционных связях параллельно соединенных элементов;

- учет податливости опорных конструкций при проведении оптимизации по двум управляющим параметрам (h/b и f/b) для достижения минимальных значений массы покрытия требует, как правило, максимальных значений стрелы

подъема $f/b = 0,222 = 1/4,5$. В отдельных случаях для снижения величин горизонтальных смещений опор требуется увеличение пролетной жесткости покрытия, а следовательно, уменьшения относительной высоты покрытия до $h/b = 1/16 \dots 1/20$;

- среднее увеличение металлоемкости системы за счет учета податливости опоры по сравнению с системами на неподвижных опорах достигает 8 ... 12%.

В некоторых случаях наблюдается незначительное снижение металлоемкости покрытия (до 3%) при высоком уровне податливости опор и малых расчетных нагрузках;

в) для конструкций большепролетных усеченных куполов, при исследовании которых рассматривались основные конструктивные схемы (радиальная, радиально-кольцевая и сетчатая) на плане с пролетом по большей оси 50 м зафиксировано:

- для радиальной системы:

- минимальная из сравниваемых конструктивных схем исходная проектная надежность, связанная с вероятностью отказа наиболее напряженного элемента (β_{min});
- сравнительно высокий запас живучести ($\Delta\beta$), связанный с довольно значительным количеством связей элементов, способных воспринимать дополнительные усилия, возникающие после отказа отдельных участков радиальных элементов;
- наибольшая металлоемкость при значительных нагрузках в связи с низкой эффективностью пространственной работы;

- для радиально-кольцевой системы:

- максимальная из сравниваемых конструктивных схем исходная проектная надежность, связанная с эффективной пространственной работой системы в радиальном и кольцевом направлениях, обусловленная жесткими узловыми соединениями радиальных и кольцевых элементов;
- невысокий запас живучести, обусловленный практически одновременным отказом значительного количества элементов, несущая способность которых была исчерпана на предыдущих этапах догрузки по причине, связанной с эффективной работой как в радиальном, так и кольцевом направлениях;
- средняя из сравниваемых схем металлоемкость конструкции, оптимизированной по нормируемым показателям надежности ключевых и второстепенных элементов;

- для сетчатой системы:

- средний из сравниваемых конструктивных схем уровень исходной проектной надежности;

- наиболее высокий запас живучести, обусловленный многоэлементностью системы с большим количеством связевых элементов, способных воспринимать дополнительные усилия,
- минимальная из сравниваемых схем металлоемкость оптимизированной конструкции, характерная для пространственной шарнирно-стержневой системы.

Также для сетчатой системы:

- в отличие от структурных покрытий, наблюдается сравнительно незначительное увеличение по сравнению с рамно-консольными покрытиями количества ключевых элементов, составляющее 0,8...1,1% от общего числа элементов;
 - более высокие запасы начальной несущей способности исследуемой конструкции в сочетании с небольшими значениями расчетных нагрузок обусловили быструю сходимость итерационного процесса при оптимизации конструктивной формы до требуемого уровня надежности ключевых элементов;
 - аналогичное структурным покрытиям увеличение рекомендуемого значения параметра до 9...10 по сравнению с рамно-консольными системами, обусловленное значительным количеством увеличения ключевых элементов, участвующих в корреляционных связях параллельно соединенных элементов.
- выполненный критический анализ и результаты экспериментальных исследований позволили выдвинуть рабочую гипотезу, что в качестве первичного анализа склонности системы к лавинообразному разрушению, при расчете конструкций, выполненных из пластичных строительных сталей, выключение элемента из работы не происходит мгновенно, и используемые в современных вычислительных комплексах методики будут давать завышенные результаты. В исследуемых нами случаях коэффициент динамичности составлял 1.05...1.1, но данные величины требуют уточнения для других значений гибкостей стержней и применяемых сталей.
- основные положения разработанного подхода к оценке надежности проектных решений пространственных стержневых большепролетных конструкций высокого уровня ответственности прошли опытную апробацию при разработке и реализации проекта усиления большепролетных несущих конструкций покрытия спорткомплекса «Ильичевец» (г. Мариуполь). В ходе выполнения работ зафиксировано хорошее соответствие результатов теоретических исследований с данными натурного освидетельствования на всех этапах усиления конструкций.
- характеризуя влияние кривизны оболочки на совместную работу тонколистовой мембраны и подкрепляющего элемента, можно отметить следующие основные выявленные закономерности:

а) для плоской подкрепленной мембраны увеличение в линейной зависимости ее толщины ($t_m = 2, 4, 6$) и соответственно изменение соотношения жесткостей $E_I p / D_b M$:

- приводит к снижению по убывающей квадратичной зависимости величин пиковых напряжений в мембране (соответственно 31,56, 22,35 и 19,42 МПа);
- практически не сказывается на длине участка, вовлекаемого в совместную работу с подкрепляющим элементом ($2l/bM$) ≈ 2 ;
- приводит к перераспределению усилий между мембраной, и подкрепляющим элементом, что заключается в увеличении доли усилий, воспринимаемых мембраной, и более «сглаженному» виду дальнейшей эпюры;

б) искривление плоской мембраны по цилиндрической поверхности приводит к:

- синусоидальной затухающей эпюре локальных напряжений и увеличивает длину присоединенного участка мембраны до $(2l/bM) \approx 2,5$;
- снижению пиков напряжений в присоединенном участке мембраны до 25 % при снижении величины изгибных напряжений σ_m и увеличению напряжений от действия продольной силы σ_N ;
- более активному вовлечению мембраны в совместную работу с подкрепляющим элементом, о чем свидетельствует рост коэффициента k_1 с 4,06 до 11,7 при неизменном соотношении напряжений в полке двутавра и расположенном над ним участке мембраны $k_2 \approx 1,74$;
- большему вовлечению в совместную работу мембраны, расположенной над полкой двутавра;

в) выполненная на экспериментальной модели верификация результатов теоретических исследований для случая плоской мембраны, подкрепленной элементом жесткости под действием поперечной нагрузки, подтвердила удовлетворительное совпадение качественной картины напряженно-деформированного состояния и количественных показателей (расхождение между данными численных и экспериментальных исследований не превысило 8,5%).

- тестовые расчеты, выполненные на основе аналитических и численных методов (программный комплекс ЛИРА), показали высокую эффективность провисающих мембранных оболочек в качестве покрытий РВС. Применение таких оболочек позволяет уменьшить вес металлоконструкций покрытия на 45%...50%, по сравнению с типовыми купольными покрытиями. При этом общий расход стали на резервуар снижается на 7%...12%.

- для конструктивной формы вертикального цилиндрического резервуара с мембранным покрытием, стабилизированным системой оттяжек, выполнен предварительный подбор оптимальных параметров мембранного покрытия с варьированием параметров снеговой нагрузки и объема резервуара. В результате проведенных исследований зафиксированы следующие результаты:

- для резервуаров, проектируемых под снеговые нагрузки I-II снеговых районов, применение стабилизирующей системы в виде оттяжек-канатов позволяет снизить напряжения в опорном контуре, и соответственно уменьшить его сечение. Для III-VIII снеговых районов установка канатов не приведет к снижению напряжений в опорном контуре и мембране, хотя выполняют свою основную функцию – препятствование обратному выхлопу;
- применение стабилизирующих оттяжек уменьшает металлоемкость покрытия до 6% по сравнению с покрытием без стабилизации. Разница в металлоемкости между стабилизированными и нестабилизированными мембранными покрытиями снижается с увеличением емкости резервуара и снеговой нагрузки;
- в целом расход стали для мембранных покрытий на 40...60% меньше чем для типовых купольных покрытий резервуаров;
- проведенные исследования позволили уточнить характеристики ветрового давления на конструктивные элементы резервуара, отдельно стоящего и находящегося в группе, и показали следующие закономерности:
 - некоторое превышение абсолютных величин значений аэродинамических давлений, полученных в результате численных исследований над экспериментальными (в пределах 50–70%) при удовлетворительном совпадении качественной картины исследуемого явления;
 - значительное влияние интерференционных эффектов для аэродинамических давлений на стенку резервуаров, эксплуатируемых в группе, по сравнению с одиночными резервуарами, отображаемыми в современной нормативной литературе, достигающих максимальных отклонений для случая угла атаки $\beta = 180^\circ$ (на 80 – 90% для активного давления, на 50 – 60 % - для пассивного);
 - несколько меньшее, но все равно значительное влияние интерференционных эффектов для аэродинамических давлений на кровлю резервуаров, эксплуатируемых в группе, по сравнению с одиночными резервуарами, достигающих максимальных отклонений;
 - в случае резервуаров с выпуклой сферической кровлей при угле атаки $\beta = 180^\circ$: на 40 – 60% для активного давления, на 70 – 80% - для пассивного;
- с использованием экспериментальных исследований и цифровой модели в SolidWorks были получены уточненная эпюра ветровой нагрузки для резервуаров с открытым верхом. Рассмотрены варианты одиноко стоящей конструкции и расположение в группе из четырёх резервуаров.
- наибольшие отличия зафиксированы в зонах отрывающего воздействия, и верхнем поясе одиночно расположенного резервуара (в отдельных точках до 40% по сравнению с данными стандарта). Отмечены отличающиеся срывы ветрового потока, не нашедших своё отражение в нормативных документах. Такие эффекты могут вызывать колебания стенки, и требуют дополнительных расчетов для обеспечения устойчивости конструкции. Уточнённое распределение ветрового потока вокруг лестниц снижает активное давление на

стенку, что приводит к снижению действующих напряжений на величину до 7%. Итого подраздела является уточнённую эпюру ветрового давления.

- НДС стенки при действии неблагоприятной ветровой нагрузки на ВЦР, состоящий в группе из 4х объектов со стационарной кровлей, значительно отличается от напряжений, возникающих в стенке изолированного ВЦР. Отдельные значения эквивалентных напряжений отличаются до 40% по сравнению с изолированным ВЦР. Максимальные значения напряжений в стенке ВЦР, из всех рассматриваемых случаев загрузений, возникают в резервуаре №2 при угле атаки ветра 45°.

- через введённый параметр (λ) определены рекомендации по рациональному количеству и шагу колец жёсткости для повышения устойчивости стенок резервуаров объёмом от 10 до 30 тыс. м³. Предлагаемые решения рассматривают случай наиболее неблагоприятного расположения резервуара в группе из 4-х объектов, при действии ветровой нагрузки.

- определена возможность использования винтовых лестниц для повышения устойчивости стенки резервуара (повышение критической нагрузки до 45%). Отмечена необходимость учёта расположения ВЦР в группе, поскольку это вызывает снижение предельной нагрузки потери устойчивости на величину до 5%, по сравнению с одиночным объектом. С точки зрения повышения устойчивости наиболее предпочтительным является вариант лестницы с креплением ступеней к стенке. Максимальное возрастание устойчивости стенки наблюдается при уклонах лестницы к горизонту в диапазоне 30..40°.

- резервуары с открытым верхом (плавающей кровлей или понтоном) существенно больше подвержены риску потери устойчивости стенки от действия ветра, по сравнению с вариантами со стационарной кровлей. В среднем снижение коэффициента запаса устойчивости, от действия ветровой нагрузки, составляет 30%. Вопросам устойчивости стенок такого типа ВЦР должно быть уделено особое внимание.

- на основе численных исследований в программе LIRA-SAPR предложена методика размещения усиливающих колец для резервуаров с плавающей кровлей. Методика предлагает универсальный параметр λ учитывающий высоту и толщину стенки, из которого определяется место расположения одного или нескольких колец. Учёт уточнённой эпюры ветровой нагрузки, в комплексе с новым подходом размещения колец, позволяет без каких-либо затрат повысить устойчивость стенок ВЦР, по сравнению с нормативными методиками:

- в случае размещения 1 КЖ на 11...14%;
- в случае размещения 2 КЖ на 8...12%;
- в случае размещения 3 КЖ на 6...12%.

- на основе выполненного исследования определено фактическое влияние наличия винтовых лестниц на устойчивость стенок резервуаров диаметром до 50 м и объёмом до 30 тыс. м³ с плавающей кровлей. Конкретные выводы следующие:

- лестница оказывает незначительное влияния на общее напряженно-деформированное состояние оболочки под действием ветра и вакуума;
- зафиксировано минимальные возмущения осевых и снижение кольцевых (до 20%) напряжений в зоне крепления лестницы;
- с точки зрения повышения устойчивости наиболее предпочтительным является вариант лестницы №1 (величина кольцевых критических напряжений возрастает до 6% по сравнению с вариантом 2);
- максимальное возрастание устойчивости стенки наблюдается при уклонах лестницы к горизонту в диапазоне 29...38°;
- размещение лестниц, согласно данным рекомендациям, приводит к повышению критической ветровой нагрузки до 27% по сравнению с оболочкой без усиления;
- вес винтовой лестницы составляет не более 1% от веса всей конструкции резервуара и не является определяющим фактором.

В целом, винтовые лестницы значительно повышают устойчивость стенки резервуара и не оказывают существенного негативного влияния на прочность ВЦР. Однако эффект повышения устойчивости от лестниц имеет смысл в случае ориентации лестниц в направлении максимального сжимающего ветрового воздействия. Учёт лестниц требует прогнозируемое направление ветрового воздействия. Применение колец жёсткости является более универсальным методом. В тоже время, их учёт позволяет расширить перечень методов усиления стенок резервуаров и определить реальные резервы конструкций. Малый вес и обязательность применения винтовых лестниц позволяет считать их перспективным методом повышения устойчивости стенок ВЦР как при новом проектировании, так и реконструкции.

- неравномерная осадка создаёт значительные концентраторы напряжений в стенке резервуаров, со стационарной и плавающими покрытиями. В отдельных точках, напряжения приближаются к расчётному сопротивлению стали уже при локальной просадке основания 30 мм.

а) для резервуаров со стационарной кровлей:

- максимальная концентрация напряжений возникает в зонах верхнего и нижнего уторных узлов стенки;
- предельные кольцевые напряжения в зоне нижнего пояса превышают аналогичный показатель для верхнего пояса в 1.3..1.6 раз; концентраторы меридиональных напряжений возникают в нижнем поясе ВЦР.
- максимальные значения отмечены в зоне нижнего пояса, концентрация напряжений в верхнем поясе не может привести к его разрушению, однако достаточная для потери устойчивости.

д) для резервуаров с плавающей кровлей:

- напряжения в характерных точках ниже на 15-20% по сравнению с ВЦР со стационарным покрытием;
- постановка колец жёсткости повышает (до 12%) меридиональные расчётные

напряжения в рассмотренных конструкциях; кольцевые напряжения меняются в пределах 2-3%. Это объясняется повышением жёсткости стенки, которая также приводит к меньшим деформациям корпуса.

- для ВЦР со стационарной кровлей, максимальные деформации стенки отмечены в поясах выше середины высоты резервуара. Для ВЦР с плавающей кровлей, максимальные деформации стенки отмечены в верхнем поясе стенки и в несколько раз превышают аналогичные значения для ВЦР со стационарной кровлей.
- значительное влияние постановка колец оказывает на жёсткость стенки резервуаров со стационарным покрытием. Рациональным является количество до 3х КЖ, дальнейшее увеличение их количества не приводит к уменьшению предельных значений. Для ВЦР с открытым верхом значения предельных горизонтальных перемещений, при усилении корпуса кольцами жесткости, меняются в диапазоне 1..3%.
- для резервуаров со стационарным покрытием отмечено существенное повышение устойчивости, при использовании внешних усиливающих колец. Потеря устойчивости происходит в центральной части стенки, в том числе, при усилении кольцами жёсткости.
- для резервуаров с открытым верхом потеря устойчивости происходит в нижнем поясе резервуара, вне зависимости от наличия колец жёсткости. Увеличение количества колец не приводит к повышению устойчивости стенки при неравномерной осадке основания.
- полученные параметры показывают целесообразность и возможность повышения устойчивости стенки кольцами жёсткости только для резервуаров со стационарным покрытием. Так, например, в случае осадки 20 мм, устойчивость стенки оказывается в зоне предельно-допустимого значения, однако постановка даже одного КЖ резко повышает устойчивость стенки более чем на 35%.
- на основании численных исследований установлен рекомендуемый принцип размещения колец жёсткости для повышения устойчивости при неравномерной осадке. Он заключается в обеспечении равного значения параметра λ (формула 2.2) между участками стенки. Размещение по указанному принципу позволяет повысить устойчивость стенки до 7%, по сравнению с размещением с равным шагом.
- для ВЦР рассмотренного типа, рекомендуемое количество колец жёсткости от 1 до 3 единиц.
- методика усиления кольцами жёсткости, в случае неравномерной осадки основания, показала свою эффективность для резервуаров со стационарным покрытием в части повышения устойчивости и снижения деформаций стенки. В части обеспечения прочности стенки, постановка колец не снижает возникающих напряжений, а значит не подходит для нивелирования эффекта просадки основания.

В рамках задания 5 «Оценка технического состояния воздушных линий электропередачи, открытых распределительных устройств и опор под оборудование на подстанциях Донбасса на основе диагностики и мониторинга остаточного ресурса и действительной работы конструкций»:

- выполнен анализ обследований трасс прохождения электросетей, выявлены дефекты и повреждения опор ВЛ Приведены систематизированные данные по дефектам и повреждениям, образовавшимся в результате физического износа конструкций высоковольтных линий и сооружений. На основании проведенных исследований получены данные о состоянии электросетевых конструкций Донбасса;

- разработана система организации надзора за состоянием объектов энергетического строительства на протяжении всего жизненного цикла с дальнейшим использованием в BIM моделировании;

- в процессе работы выполнены численные исследования, базирующиеся на применении расчетных комплексов, а также выполнены экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния на моделях исследуемых конструкций.

В результате исследований созданы теоретические основы по предоставлению экспертной информации для дальнейшего создания BIM модели объекта.

В рамках задания 7 «Совершенствование методов технического обслуживания специальных высотных сооружений»

- разработаны конструктивные решения высотных сооружений с металлическим каркасом, которые эксплуатируются в условиях износа и восстановления, включающие элементы, повышающие эффективность обслуживания и снижающие трудоемкость работ по ремонту: площадки для доступа к ответственным узлам, лестницы, узлы крепления монтажной оснастки. При назначении конструктивных решений следует учитывать принятую стратегию технического обслуживания.

- определены и проанализированы принципы подбор сечений элементов высотных сооружений и средства противокоррозионной защиты следует выполнять на основании оптимизации стратегий обслуживания и принятого в результате этого коэффициента запаса. Поддержание надежности для обеспечения требуемого срока службы осуществляется путем выполнения ремонтных мероприятий, выполняемых в объеме и последовательности согласно принятой стратегии.

- разработаны мероприятия по обслуживанию высотных сооружений в процессе жизненного цикла, которые должны осуществляться на основании специального раздела проектной документации «Техническая эксплуатация», в состав которого входят график выполнения работ по контролю и ремонту, технологическая документация на выполнение работ по ремонту, инструкция по эксплуатации.

- предложена методика составления инструкции по обслуживанию, которая определяет правила надзора, основные параметры сооружения, характеризующие уровень НДС и способы их контроля.

- получены результаты по прогнозированию для высотных сооружений с металлическим каркасом, позволяющие определить остаточный срок службы по всем критериям, определяющим надежность сооружений в рамках метода

предельных состояний. На основании проверки соответствия остаточного срока службы требуемому осуществляется планирование мероприятий по ремонту и усилению.

По результатам проведенных исследований разработаны и внедрены на предприятиях Донецкой Народной Республики:

- «Методические рекомендации по разработке проектов производства работ при капитальном ремонте (восстановлении) и реконструкции зданий и сооружений в условиях Донбасса»;
- Альбом принципиальных конструктивных решений «Усиление железобетонных и каменных конструкций»;
- Альбом принципиальных конструктивных решений «Усиление и реконструкция несущих конструкций пространственного покрытия спорткомплекса «Ильичёвец», г. Мариуполь».

Прикладная работа №2

Название приоритетного направления развития науки и техники:

Безопасность и противодействие терроризму

1. Тема НИР: «Оценка технического состояния воздушных линий электропередачи, открытых распределительных устройств и опор под оборудование на подстанциях Донбасса на основе диагностики и мониторинга остаточного ресурса и действительной работы конструкций».

2. Руководитель НИР: Горохов Е.В., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Металлические конструкции и сооружения».

3. Номер государственной регистрации НИР: 123122800065-8.

4. Сроки выполнения работы: начало – 02.01.2023; окончание – 31.12.2025.

5. Цели работы:

- разработка численно-аналитической методики расчета устойчивости решетки стальных опор с одноболтовыми соединениями;
- разработка методик повышения надежности и долговечности металлических башенных опор высоковольтных линий электропередач;
- проведение анализа конструктивных и эксплуатационных особенностей, действительного состояния несущих конструкций открытых распределительных устройств;
- создание математически моделей совместной работы системы «жесткий токопровод-демпфирующее устройство».

6. Актуальность: На современном этапе развития общества проблемы эффективности и повышения надежности электросетевого комплекса приобретают огромное значение. В связи с этим в условиях ускоренных темпов развития экономики остро встал вопрос строительства новых и модернизации существующих воздушных линий для обеспечения безотказного электроснабжения государства. Это требует вовлечения огромных материальных и трудовых ресурсов в энергетическую сферу. Поэтому следует определить и реализовать все возможные пути снижения капиталоемкости строительства сетей высокого и сверхвысокого классов напряжения с учетом задач национальной политики.

На сегодняшний день успешному развитию энергетического строительства будет способствовать внедрение в практику эффективных материалов и конструкций с более рациональными геометрическими формами, а также разработка и уточнение методик расчета опор, призванных без запасов в расходе материалов гарантировать надежную эксплуатацию воздушных линий. Значительные резервы в решении данной проблемы заложены в совершенствовании строительных конструкций линий электропередачи при абсолютном сохранении их эксплуатационных качеств. Поэтому тема работы является весьма актуальной, поскольку направлена на сохранение конкурентоспособности электрических сетей на мировом рынке за счет разработки новых оптимальных конструктивных решений на основе совершенствования методик расчета устойчивости элементов решетки опор ВЛ с одноболтовыми соединениями.

7. Основные результаты:

По результатам проведенных исследований разработаны и внедрены в практику:

- Техническое обследование элементов опор и фундаментов ВЛ 110 кВ «Харцызская - Екатериновка» «Иван – Екатериновка» (заказчик - ГУП ДНР «Региональная энергопоставляющая компания» техническая единица «Харцызские электрические сети»);
- Техническое обследование здания ПС 35/6 Снежное (заказчик - ГУП ДНР «Региональная энергопоставляющая компания» техническая единица «Харцызские электрические сети»);
- Разработка комплекта технической документации анкерно-угловой опоры У220-21 с подставками +5,+9,+14 (проект №5736ТМ-Т4) на основании монтажной схемы У220.2Р.0000.000 МС ЗАО "Донецкий завод высоковольтных опор №, 2007 г. (заказчик - ООО "ТрансТехКом").

Прикладная работа №3

Название приоритетного направления развития науки и техники:

Рациональное природопользование

1. Тема НИР: «Комплексное обоснование размещения полигонов для хранения и развития системы переработки твердых коммунальных отходов в Донецкой Народной Республике».

2. Руководитель НИР: Мущанов В.Ф., доктор технических наук, профессор, проректор.

3. Номер государственной регистрации НИР: 123121900002-5.

4. Сроки выполнения работы: начало – 02.01.2023; окончание – 31.12.2025.

5. Цель работы: обоснование научно-практических решений по созданию эффективной системы хранения и переработки твердых коммунальных отходов и строительных отходов на территории Донецкой Народной Республики.

6. Актуальность: Необходимость комплексного, базирующегося на результатах научных исследований, решения вопроса оптимизации системы по хранению и переработке твердых коммунальных отходов (ТКО) в Донецкой Народной Республике обусловлена следующими основными причинами:

- в республике отсутствуют полигоны для складирования твердых коммунальных отходов, которые бы соответствовали существующим нормативным требованиям;
- отсутствует системный подход к организации системы полигонов по хранению и переработке твердых коммунальных отходов;
- постоянный рост неорганизованных свалок, которые оказывают негативное воздействие на экологию региона, что в свою очередь подвергает опасности население, народнохозяйственные объекты и провоцирует возникновения природных и техногенных катастроф.

Актуальность исследования подтверждается тем, что в настоящее время на территории республики расположено 30 свалок /полигонов ТКО, из них 23 действующих и 7 закрытых (4 свалки ТКО в г. Горловка, 2 свалки ТКО в г. Енакиево и 1 свалка ТКО в г. Донецке). Общая площадь свалок /полигонов ТКО составляет 251,7 га. Большая часть действующих свалок/полигонов ТКО перегружена, города Донецк, Докучаевск, Енакиево, Макеевка и Старобешевский район нуждаются в открытии новых полигонов для размещения ТКО. В дополнение к уже накопленному объему предприятиями ежегодно собирается, перевозится на захоронение более 3 млн. м³ ТКО.

7. Основные результаты:

- показано, что в ДНР, ЛНР и всей РФ на сегодняшний день перерабатывается малое количество твердых коммунальных отходов – всего 5-7%. Установлены основные методы переработки пластиковых отходов, включающие их сжигание, гранулирование, пиролиз и утилизацию пластиковых отходов, в том числе, и в домашних условиях. Сделано заключение о закономерности протекания пиролиза пластиковых отходов состоящего в нагреве сырья до 270-

300 °С с образованием, в основном, жидких компонентов. При дальнейшем повышении температуры до 600 - 650°С образуется горючий газ и твердый коксовый остаток. Предложен мобильный реактор горизонтального типа для пиролиза пластиковых отходов в ДНР и ЛНР и определены технологические аспекты подготовки сырья для этого реактора. Рассмотрены основные экономические аспекты утилизации бытовых полимерных отходов;

- с целью комплексного решения экологических и энергетических проблем в сельском и коммунальном хозяйствах рассмотрена технология анаэробного метанового сбраживания органических отходов (фекалий, трав, коммунальных отходов и других вторичных органических материалов) с получением газообразного топлива – биогаза, а также высокоэффективного удобрения – биогумуса. Установлены наиболее существенные факторы процесса получения биогаза и биогумуса, такие как температурный режим, состав сырья, дозы и продолжительность процесса сбраживания, давление и перемешивание. Выявлено, что с целью получения биогумуса – эффективного органоминерального удобрения переработка органического вещества в метантенке должна составлять не более 50 %. Показано, что ведение процесса в термофильном режиме при температуре 50 – 65°С обеспечивает хороший выход биогаза и биогумуса, высокую степень обеззараживания и переработки органических отходов. Но этот режим требуют определенных энергетических затрат на подогрев ферментной массы. Определены параметры предложенной биогазовой установки: объем метантенка, составил 38 м³, производительность установки по биогазу - 20 м³/сут, производительность установки по биогумусу - 0,3 т/сут;

- для рационального использования земель и экологической безопасности формирования объектов размещения ТКО необходима разработка и принятие ряда отраслевых регламентов, четко определяющих состав требований, которые должны совершенствоваться с учетом градостроительного развития.

Обязательными требованиями при выборе земельного участка для формирования объектов размещения ТКО должны быть:

- наличие градостроительных регламентов (правил землепользования и застройки) определяющих законный статус территории для формирования объектов размещения ТКО.
- утвержденные документы территориального планирования (генеральные планы городских и муниципальных округов) и/или планировки территории (проекты планировки территорий) в соответствии с которыми производить выделение земельного участка для формирования объектов размещения ТКО.
- регламент проведения инженерно-экологического мониторинга и контроля в период жизненного цикла объектов размещения ТКО.
- свод правил по проведению оценки воздействия планируемого объекта на окружающую среду с учетом периода функционирования объектов размещения ТКО;

- на территории Донецкой Народной Республики расположено 29 крупных свалок ТКО (не учитывая свалки сельсоветов), и 7 закрытых свалок ТКО. Используемые объекты для хранения ТКО не строились как технические сооружения согласно проектной документации, поэтому не имеют противофильтрационных экранов и не обустроены. На многое отсутствуют

правоустанавливающие документы на землю. Фактически в республике нет ни одного полигона ТКО в современном понимании, все существующие места складирования отходов можно классифицировать как свалки ТКО. На сегодняшний день большая часть действующих свалок ТКО перегружена, так как эксплуатируются более 45 лет. Города Донецк, Докучаевск, Енакиево, Макеевка и Старобешевский район нуждаются в открытии новых полигонов ТКО;

- практически все города и административные районы республики не имеют на данный момент утвержденных схем санитарной очистки;

- в сфере обращения с ТКО в Донецкой Народной Республике работает 35 предприятий, из них 28 коммунальных и 7 частных. Специализированная техника в большинстве своем на сегодняшний день, морально и физически устарела, коэффициент отдачи такой техники крайне низок, что ведет к увеличению расходной части предприятий. Обновление специализированной техники, задействованной в сфере обращения с ТКО, не проводилось более 5 лет. На сегодняшний день износ техники в среднем около 80 %. На предприятиях по вывозу ТКО сложилась критическая ситуация, они находятся на грани выживания и несут убытки. В утвержденных тарифах заложены цены 2011 года. Рост цен на ГСМ, материалы, запасные части, рост заработной платы приводит к дефициту денежных средств. Источник покрытия этих средств отсутствует;

- перечень наиболее важных вопросов в сфере обращения с отходами требующих скорейшего решения:

- разработка стратегии обращения с отходами;
- разработка рекомендаций, по выбору площадки для размещения полигона ТКО, учитывающих экологические, градостроительные и социально-экономические факторы;
- в РФ вступили силу новые правила обращения с отходами (аналогичные правила много лет уже существуют в странах ЕС). В республике необходимо также пересмотреть правила обращения с отходами;
- пересмотр тарифной политики или внедрение программы субсидирования предприятий связанных с обращением с ТКО;
- обновление специализированной техники и контейнерного парка;
- открытие в республике предприятия по производству мусорных контейнеров;
- разработка схем санитарной очистки для городов и административных районов ДНР;
- строительство сети региональных полигонов ТКО;
- плановая рекультивация существующих мест хранения ТКО;
- закрытие и рекультивация несанкционированных свалок;

- анализируя ситуацию в сфере обращения с ТКО в ДНР можно констатировать, что на рассматриваемой территории отсутствуют полигоны ТКО, практически все места складирования ТКО нужно классифицировать как свалки. В настоящий момент на территории Донецкой Народной Республики находится 29 действующих свалок ТКО и 7 закрытых. Общая площадь действующих свалок ТКО составляет 291 га. Ежегодно предприятиями собирается, перевозится и захоранивается более 3 млн. м³ ТКО. В Республике сложилась крайне тяжелая ситуация в сфере обращения с ТКО, которая связана

с устаревшей системой накопления и сбора ТКО, с отсутствием отдельного сбора отходов, отсутствием предприятий по обработке (включая сортировку) и утилизации ТКО, а также с тем, что почти все полигоны ТКО практически полностью исчерпали свои проектные мощности;

- состояние всех полигонов ТКО, расположенных на территории ДНР, не соответствует современным требованиям организации и эксплуатации полигонов (СП 320.1325800.2017). Несоответствие нынешнего состояния полигонов действующим требованиям по их организации и эксплуатации выражается в отсутствии: проектов строительства (более 95 %); весового оборудования (95,65 %); противофильтрационных экранов (100 %); ограждений и обваловки (100 %); нагорных канав (97 %); дренажных систем сбора и обеззараживания фильтрата (100 %); наблюдательных скважин (100 %);

- в Республике предприняты меры для стабилизации проблемы ТКО на государственном уровне. Для решения проблемы накопления ТКО Правительство ДНР сделало заявление о планируемом в течение нескольких лет строительстве трех современных комплексов с полным циклом обращения с ТКО. Данные комплексы будут располагаться за территорией городов и будут содержать в себе все этапы обработки ТКО.

- на территории ДНР до 2022 года отсутствовали полигоны для строительных отходов, также мало представлены в регионе и предприятия по переработке таких отходов. Этот факт приводил к необходимости размещения строительных отходов на существующих свалках и полигонах для ТКО. В связи с активными военными действиями на территории ДНР в настоящее время особенно остро становится вопрос строительных отходов, разрушенные города и малые населенные пункты при расчистке и восстановлении станут источниками огромных объемов строительных отходов. Строительные отходы, возникающие от демонтажа, восстановления или ремонта зданий необходимо будет где-то размещать и утилизировать. Современный уровень развития науки и техники позволяет перерабатывать и в дальнейшем использовать более 90% строительных отходов. При правильном подходе к вопросу утилизации строительных отходов проблема резко увеличившихся объемов не окажет существенного влияния на существующую систему обращения с отходами и на экологию региона. Если же оставить этот вопрос на существующем этапе развития проблема строительных отходов приведет к коллапсу системы обращения с отходами;

- в работе рассматривался вопрос по утилизации золошлаковых отходов существующих ТЭС, а также рассмотрены современные методы переработки отходов и внедрения энергосберегающего оборудования. На основе полученных данных предложена технологическая схема утилизации золы-уносабыла разработана и обоснована технологическая схема извлечения микросферы и сопутствующих компонентов из золы-уноса ДНР, взятой с «Старобешевской» ТЭС. Данная разработка направлена на решение актуальной социально-экономической задачи – повышения экологической безопасности промышленных регионов за счет использования полученных материалов в строительстве. Извлечение полезных компонентов из ЗОШ, с последующей их утилизацией полностью позволит высвободить занимаемые площади и снизить негативное воздействие на окружающую среду;

- проведена работа по идентификации и оценке состояния территорий

размещения отходов в ДНР методом дешифрирования космических снимков. Метод дешифрирования космических снимков является действенным инструментом в изучении свалок и прилегающим к ним территориям, позволяет преодолеть определенные трудности натурного обследования, сократить временные и ресурсные затраты. Полученные в результате изучения космических снимков выводы имеют важные управленческие последствия в борьбе с проблемой образования отходов. Продолжение развития методов дешифрирования космических снимков, совершенствование технологических процессов позволит разработать дальнейшие механизмы повышения эффективности распознавания и оценки состояния территорий размещения отходов, предварительного выбора площадки для строительства нового полигона;

- на основании отдельных показателей эффективности сформирован алгоритм расчета интегрированного показателя эффективности организации системы полигонов по хранению и переработке ТКО, предполагающий выявление составляющих экономического, экологического и социального эффектов, которые могут быть выражены в стоимостной форме;

- описанный в работе алгоритм организации участка объекта обращения с ТКО обосновывает требования для оптимальной организации участка путем градоморфологического и пространственного изучения территории, многофакторной ее оценке. С помощью комплексной методологии, включающей многоуровневый анализ с использованием систем классификации уровней изучения, выявляются территории с минимальным ущербом для окружающей среды и оптимальным эффектом их использования. Алгоритм пространственного анализа, прописанный в работе, представляет систему этапов и классификацию требований, создает основу для дальнейшего изучения концепции развития участка объекта обращения с ТКО. Исследование способствует созданию в будущем информационной базы данных, объединяющей решения в области землепользования, транспортной инфраструктуры, гидрографии, очертания поверхности (территории), может быть использовано в качестве инструментария при разработке Схем обращения с отходами;

- разработаны рекомендации по размещению региональных комплексов по обращению с ТКО с учетом градостроительных и социально-экономических условий ДНР;

- современный уровень развития науки и техники позволяет перерабатывать и в дальнейшем использовать более 90% строительных отходов. При правильном подходе к вопросу утилизации строительных отходов проблема резко увеличившихся объемов не окажет существенного влияния на существующую систему обращения с отходами. Если же оставить этот вопрос на существующем этапе развития проблема строительных отходов приведет к коллапсу системы обращения с отходами;

- в сфере переработки отходов нужно стимулировать любого рода предпринимательство, которое приводит к оздоровлению окружающей среды, созданию рабочих мест, привлечению инвестиций. Вложенные средства должны воздаться сторицей, если сделать перерабатывающую отрасль экономически эффективной;

- в стратегию обращения с отходами в республике должны быть включены

мероприятия по созданию и развитию мощностей сортировки, переработки, обезвреживанию и утилизации отходов, организации безопасных условий для размещения не перерабатываемых отходов, а также рекультивация существующих полигонов/свалок ТКО;

- в рамках выполнения научно-исследовательской для определения прогнозируемых неравномерных деформаций основания с учетом сложных инженерно-геологических условий работы было разработано авторское программное обеспечение DesCon, на которое подана заявка на государственную регистрацию в Роспатенте. Заявка №2025695576/69 (электронное дело 2025Э43873) (ссылка для доступа к программному обеспечению <https://t.me/DesCon5Privat>);

- рекомендован типовой региональный комплекс по обращению с отходами, который должен включать административно бытовой корпус, входную зону, сортировочный комплекс с несколькими независимыми линиями сортировки отходов, мусоросжигательную установку с генерацией электроэнергии, блок по прессованию и упаковке вторсырья, карты для захоронения остатков ТКО, инженерный блок. На региональном комплексе подразумевается сортировка ТКО, компостирование пищевых отходов, пакетирование извлеченного вторсырья, захоронение и сжигание не пригодных отходов. Территория для захоронения не перерабатываемых отходов разбита на отдельные участки (карты). По мере заполнения карт полигона проводится их рекультивация. В инженерном блоке помимо основных инженерных коммуникаций предусматриваются система сбора и очистки фильтрата и система сбора биогаза.

В рамках выполненных исследований разработаны и приняты заказчиком:

- Аналитические материалы: Оценка состояния существующих свалок и полигонов ТКО с разработкой рекомендаций для их дальнейшего использования (заказчик - ГУП ДНР "Донснабкомплект");

- Аналитические материалы: Предложения по развитию системы обращения с ТКО и системы обращения со строительными отходами в Донецкой Народной Республике (заказчик - Министерство строительства, архитектуры и ЖКХ ДНР);

- Аналитические материалы: Оценка эффективности функционирования системы полигонов по хранению твердых коммунальных отходов на территории Донецкой Народной Республики (заказчик - Госкомэкополитики при Главе ДНР);

Рациональное развитие системы обращения со строительными отходами ускорит восстановление Донбасса и снизит нагрузку на окружающую среду, обеспечив устойчивое развитие региона в долгосрочной перспективе. ДНР может превратить проблему строительных отходов в ресурс для восстановления, используя мировой опыт и адаптируя его к местным условиям.

Прикладная работа №4

Название приоритетного направления развития науки и техники:

Рациональное природопользование

1. Тема НИР: «Разработка составов и технологии конструкционных и конструкционно-теплоизоляционных эффективных строительных материалов и изделий, в том числе, с использованием техногенного сырья (в рамках реализации Программы развития отрасли строительных материалов Донецкой Народной Республики)».

2. Руководитель НИР: Зайченко Н.М., доктор технических наук, профессор, ректор.

3. Номер государственной регистрации НИР: 123121900004-9.

4. Сроки выполнения работы: начало – 02.01.2023; окончание – 31.12.2025.

5. Цель работы: теоретико-экспериментальное обоснование принципов проектирования составов, энерго- и ресурсосберегающих технологий конструкционных и конструкционно-теплоизоляционных строительных материалов и изделий с повышенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами, в том числе с использованием промышленных (техногенных) отходов, на основе установления закономерностей формирования структуры под влиянием химических модификаторов, и минеральных добавок.

6. Актуальность: Согласно «Стратегии развития промышленности строительных материалов на период до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года» основными мировыми тенденциями в развитии промышленности строительных материалов в последние годы стали:

- переход на новый уровень энергоэффективности производства;
- снижение негативного влияния на окружающую среду;
- вовлечение отходов и увеличение глубины переработки природных ресурсов;
- выпуск новых типов (инновационных и композитных) строительных материалов, повышающих энергоэффективность зданий и сооружений и их внутреннюю экологичность, снижающих материалоемкость и повышающих надёжность и долговечность зданий и сооружений.

В последние годы растущее осознание воздействия строительной отрасли на окружающую среду способствовало росту спроса на бетон с более высоким расходом так называемых цементирующих и пуццолановых материалов, в том числе, золы тепловых электростанций, поскольку увеличение содержания золы в его составе является одним из способов снижения содержания цемента и, следовательно, выбросов диоксида углерода в окружающую среду.

В ряде регионов, в частности, в Донецкой Народной Республике, на территории которой функционируют в настоящее время три крупные ТЭС, золошлакоотвалы значительно осложняют экологическую обстановку. Если учесть, что около 70 % всей электроэнергии в стране вырабатывается при сжигании твердого топлива, то рост золошлаковых отходов будет

продолжаться и, следовательно, возрастет их отрицательное воздействие на экологию. Таким образом, утилизация золошлаковых отходов становится уже не столько вопросом экономии материальных ресурсов, сколько проблемой безопасности населения страны.

Новым направлением широкого применения зол и шлаков ТЭС в стройиндустрии может стать производство бетонов на основе щелочных алюмосиликатных вяжущих. Расход золошлаковых отходов в таких бетонах может достигать 98 % по массе.

7. Основные результаты:

- обоснован выбор и исследованы свойства минеральных компонентов из промышленных отходов (золошлаковые смеси ТЭС, пыль цементных печей, отсеб дробления гранитного щебня, доменный гранулированный шлак) для производства композиционных строительных материалов и изделий;
- разработаны оптимальные режимы обжига каолинита, позволяющие при минимальных энергозатратах получать высокореакционную минеральную добавку для портландцемента – термоактивированный каолин, используемый в качестве частичной замены портландцемента с целью ресурсо- и энергосбережения, повышения строительно-технических свойств материалов, полученных на основе композиционного вяжущего с добавкой метакаолина;
- оптимизированы составы композиционного вяжущего, в составе которого до 70 % портландцемента заменяется комплексом минеральных добавок на основе пыли цементных печей и золошлаков из отвалов ТЭС. Разработанные составы вяжущего обеспечивают показатели прочности при сжатии в раннем возрасте (2 суток) не менее 18 МПа, в проектном возрасте не менее 45 МПа;
- запроектированы составы и технологии конструкционных и конструкционно-теплоизоляционных бетонов и изделий на их основе, с заданным комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств, в том числе с использованием промышленных отходов промышленности Донбасса:

- модифицированные конструкционные бетоны с повышенным содержанием золы гидроудаления ТЭС (взамен части портландцемента), обогащенной электростатической сепарацией, характеризующиеся следующими показателями качества: класс бетона по прочности на сжатие – не менее В30, марка по морозостойкости – F100; марка бетонной смеси по расплыву конуса P2;
- конструкционные портландцементные бетоны классов по прочности на сжатие В15-В40, в том числе из самоуплотняющихся бетонных смесей для несущих конструкций зданий и инженерных сооружений, элементов транспортной инфраструктуры, верхних покрытий автомобильных дорог;
- конструкционные портландцементные дисперсно-армированные бетоны, содержащие в своем составе портландцемент, минеральную добавку из отходов промышленности – золу-уноса ТЭС, суперпластификатор на основе поликарбоксилатного полимера, полипропиленовое фиброволокно SikaFiber PPM-12 RU, для реализации технологических процессов безопалубочного метода бетонирования купольных зданий и сооружений (строительная 3D-печать). Разработанные составы бетона характеризуются показателями прочности на растяжение при изгибе не

менее 10 МПа и прочности при сжатии не менее 35 МПа при подвижности бетонной смеси по осадке конуса не менее 5 см;

- бесцементные вяжущие для производства конструкционных тяжелых бетонов несущих конструкций зданий и инженерных сооружений – щелочеактивированные вяжущие и бетоны с использованием золошлаковых отходов тепловых электростанций, в том числе жаростойкие;
- неавтоклавные ячеистые бетоны на основе минеральных компонентов из промышленных (техногенных) отходов: конструкционно-теплоизоляционный газобетон с использованием карбонатного наполнителя из молотого известняка для производства стеновых изделий; конструкционно-теплоизоляционные пенобетоны на основе различных вяжущих веществ: портландцементного, щелочеактивированного, глиноземистого цемента и золошлаковых отходов ТЭС, для производства мелких стеновых изделий, футеровок различных тепловых агрегатов.

По результатам проведенных исследований разработаны и внедрены в практику предприятиями Донецкой Народной Республики:

- рекомендации по ресурсосберегающей технологии бетона с обогащенной золой ТЭС (заказчик – ООО «Донспецпром»);)

- выполнена опытно-промышленная апробация результатов исследования, реализуемая в ходе выполнения четырех диссертационных работ на соискание ученой степени кандидата технических наук:

- младшим научным сотрудником Петрик И.Ю. (диссертация успешно защищена): Общество с ограниченной ответственностью «ЦЕНТР БЕТОН» (ООО «ЦЕНТР БЕТОН» – Протокол о намерении (Приложение 1Б); Растворно-бетонным заводом ООО «Донспецпром» – Справка о внедрении результатов исследования;
- младшим научным сотрудником Букиной Д.Ю. (диссертация подготовлена к защите): Общество с ограниченной ответственностью ООО «КСМ-14 Плюс» – Справка о внедрении результатов исследования; Растворно-бетонным заводом ООО «Донспецпром» – Справка о внедрении результатов исследования;
- младшим научным сотрудником Яцюк А.А.: Общество с ограниченной ответственностью «ООО М-БЛОК», г. Мариуполь – Справка о внедрении результатов исследования;

- на запрос Председателя Комитета по науке и технологиям Донецкой Народной Республики предоставлены научно обоснованные предложения по утилизации побочных продуктов горного производства и использования вторичных ресурсов, образовавшихся при ведении угледобычи в регионе и вовлечения их в хозяйственный оборот на территории Донецкой Народной Республики;

Результаты научно-исследовательской работы направлены в адрес Министерства строительства, архитектуры и жилищно-коммунального хозяйства Донецкой Народной Республики, а также Министерства промышленности и торговли Донецкой Народной Республики для профильного рассмотрения.

Прикладная работа №5

Название приоритетного направления развития науки и техники:

Рациональное природопользование

1. Тема НИР: «Организационно-аналитическое обеспечение эффективности принимаемых решений в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве».

2. Руководитель НИР: Севка В.Г., доктор экономических наук, профессор, первый проректор.

3. Номер государственной регистрации НИР: 123121800040-8.

4. Сроки выполнения работы: начало – 02.01.2023; окончание – 31.12.2025.

5. Цель работы: изучение существующего опыта и формирования научных гипотез, и разработка рекомендаций по вопросам организационно-аналитического обеспечения экономической и социальной эффективности проектных решений в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве.

6. Актуальность: модернизация социально-экономических отношений на региональном и федеративном уровне требует исследования теоретических и практических основ реформирования, а также практического инструментария для оценки организационно-аналитического обеспечения эффективности принимаемых решений в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве. Создание единой методики (методических указаний) к оценке эффективности проектных решений в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве на всех стадиях управления позволит отследить количественный и качественный аспекты экономической и социальной эффективности принимаемых управленческих решений в этих важных отраслях народного хозяйства. Результаты данного исследования будут актуальны для профильных министерств и ведомств – для реформирования нормативно-правовой базы, регулирования тарифов, планирования стратегических документов развития территорий; для строительных предприятий и организаций, для управляющих компаний, ЖЭКов – для улучшения качества работы и повышения уровня обслуживания клиентов.

7. Основные результаты:

Получили дальнейшее развитие:

- научно-методологические аспекты повышения эффективности проектных решений в жилищно-коммунальном хозяйстве;
- научно-методологические аспекты повышения эффективности проектных решений при новом строительстве;
- научно-методологические аспекты повышения эффективности производства строительных материалов;
- научно-методологические аспекты повышения эффективности принимаемых решений в управлении недвижимостью;
- научно-методологические аспекты повышения эффективности принимаемых решений при проведении капитального ремонта;
- научно-методологические аспекты обеспечения энерго- и ресурсосбережения в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве;

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры – филиал НИУ МГСУ

- научно-методологические аспекты обеспечения инновационного развития строительства и жилищно-коммунального хозяйства;
- научно-методологические аспекты управления капиталом предприятий в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве;
- научно-методологические аспекты кадрового управления в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве;
- научно-методологические аспекты развития механизма публичного управления строительным комплексом и ЖКХ;
- научно-методологические аспекты программного обеспечения развития строительства и жилищно-коммунального хозяйства Донецкой народной Республики.

Внедрены в практику организационных решений:

- научно-методологические аспекты повышения эффективности принимаемых решений при проведении капитального ремонта (заказчик – Департамент жилищно-коммунального хозяйства и благоустройства города Москвы, Государственное бюджетное учреждение города Москвы «Автомобильные дороги»);
- Программа кадрового развития отрасли строительства и жилищно-коммунального хозяйства Донецкой народной республики на примере государственного унитарного предприятия ДНР «Вода Донбасса» (заказчик - Государственное унитарное предприятие ДНР «Вода Донбасса»);
- модели взаимодействия участников строительного процесса при воспроизводстве жилищного фонда, что на ее основе позволяет предприятию разработать стратегии для каждого из участников, направленные на повышение конкурентоспособности предприятия на рынке строительных услуг (заказчик - ООО ФИРМА «Промстройремонт»);
- стратегии участников строительного процесса, предложения стратегических решений для заказчика и исполнителя, направленных на обеспечение устойчивых конкурентных позиций предприятия на рынке строительных услуг в условиях изменчивой рыночной среды (заказчик - ООО «Сантехстандарт»);
- методика диагностики качества строительных услуг (заказчик - ООО «Сантехстандарт»);
- определение стратегических приоритетов повышения конкурентоспособности предприятия на рынке строительных услуг (заказчик - ООО Производственное предприятие «КОКСОХИММОНТАЖ»).

Прикладная работа №6

Название приоритетного направления развития науки и техники:

Рациональное природопользование

1. Тема НИР: «Повышение технико-экономической эффективности функционирования систем водоснабжения и водоотведения населенных пунктов ДНР».

2. Руководитель НИР: Нездойминов В.И., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой ВВиОВР.

3. Номер государственной регистрации НИР: 123121900001-8.

4. Сроки выполнения работы: начало – 02.01.2023; окончание – 31.12.2025.

5. Цель работы: разработка эффективных технологических решений и схем биологической очистки сточных вод населенных пунктов от органических соединений и биогенных элементов с использованием эрлифтных биореакторов для одновременной нитри-денитрификации и вторичного илоразделения, обзор состояния вопроса обработки активного ила для снижения его обсеменённости.

6. Актуальность: Вопрос обработки осадка сточных вод не теряет актуальности. На сегодняшний день во всем мире ежегодно образуется порядка 80·10⁹ тонн органического осадка. В Российской Федерации ежегодно образуется избыточного активного ила (ИАИ) 3,5 млрд. т. Твердая фаза ила включает значительное количество органических веществ (более 65%), азот, фосфор, калий и другие биогенные элементы.

Все это делает активный ил достаточно ценным вторичным ресурсом, который может использоваться в качестве удобрительного материала для технической и биологической рекультивации почв. Использовать ил в качестве удобрительного материала невозможно без предварительной обработки по двум основным причинам: присутствие ионов тяжелых металлов и патогенных микроорганизмов. Во многих случаях концентрации ионов тяжелых металлов в активном иле соответствуют допустимым нормам за счет исключения сброса производственных сточных вод в городскую канализационную сеть. Нерешенной проблемой является удаление патогенных групп микроорганизмов из активного ила. Повышенная патогенная обсеменённость обусловлена тем, что поступающие сточные воды содержат различные виды патогенных микроорганизмов, выделяемых в процессе жизнедеятельности человека и животных.

Отсутствие технологических решений, направленных на подавление патогенных микроорганизмов активного ила, приводит к складированию его на иловых площадках, расположенных вблизи очистных сооружений. Накопление избыточного активного ила на иловых площадках представляет экологическую опасность из-за выделения дурнопахнущих веществ и вероятности загрязнения грунтовых и поверхностных вод.

7. Основные результаты:

– обоснована технология очистки в эрлифтных биореакторах с одновременной

- нитри-денитрификацией и разделением ила во взвешенном слое;
- разработан метод расчета параметров эрлифтов и скорости всплытия пузырьков для определения эффективности использования кислорода;
 - создана модель самообновляющегося взвешенного слоя (на базе уравнений Навье-Стокса) для определения гидравлической крупности частиц ила;
 - предложена имитационная модель ASM3P-2SND, учитывающая диффузионные ограничения в хлопках ила и взаимные превращения нитратов и нитритов;
 - разработан алгоритм расчета двухступенчатой денитрификации фосфор-аккумулирующими организмами с методикой калибровки в CellDesigner;
 - в ходе натурных испытаний определены границы эффективности технологии БОСЭБ и оптимальные режимы дозирования реагентов;
 - подготовлены рекомендации по расчету систем полной биологической очистки от органики, азота и фосфора;
 - обоснован метод повышения окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) при аэробной стабилизации для подавления патогенной флоры;
 - скорректированы стехиометрические коэффициенты для расчета процессов в биореакторах периодического действия;
 - экспериментально доказано, что 2-суточная аэрация обеспечивает 81% стабильности осадка, предотвращая его загнивание;
 - разработана технология подготовки удобрительного материала на основе аэробной стабилизации и щелочной обработки;
 - создана схема оперативного резервирования фильтров у потребителя, исключая биологические риски при перебоях в водоснабжении.

Полученные в рамках исследований результаты внедрены в виде Рекомендаций по комплексной обработке избыточного активного ила с последующей обработкой его в качестве удобрительного материала (заказчик – Государственное унитарное предприятие Донецкой Народной Республики «Вода Донбасса»).

Прикладная работа №7

Название приоритетного направления развития науки и техники:

Рациональное природопользование

1. Тема НИР: «Повышение эксплуатационной эффективности автотранспортных средств повышением их технологических, конструкционных и режимных параметров».

2. Руководитель НИР: Савенков Н.В., кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой АТСЭ.

3. Номер государственной регистрации НИР: 123121900003-2.

4. Сроки выполнения работы: начало – 02.01.2023; окончание – 31.12.2025.

5. Цели работы:

- разработка концепции технической эксплуатации автомобильных систем транспортной телематики;
- разработка методологии выбора рациональных режимов работы силовой установки автомобиля по критериям энергосбережения;
- снижение удельного давления большегрузных автотранспортных средств на дорогу;
- определение деталей ДВС, лимитирующих его надежность.

6. Актуальность: Региональные навигационно-информационные системы представляют инновационное средство трансформации автомобильного транспорта, что является важным для Донецкой Народной Республики, т.к. инновационная экономика, устойчиво функционирующая в условиях неопределённости и рисков – это безальтернативный вариант развития Российской Федерации, где автомобильный транспорт является образцом интеграции в цифровую индустрию, а региональные навигационно-информационные системы – виртуальными центрами координации участников сетевого взаимодействия.

Экономия энергетических ресурсов при обеспечении необходимого уровня эксплуатационных свойств автомобиля, а также его комплексной безопасности, обуславливает в целом его коммерческую эффективность и конкурентоспособность. С этой целью автотранспортные средства оснащаются перспективными силовыми установками, что является отражением мирового научно-технического прогресса. Новые технологии, внедряемые на автомобильном транспорте, как правило, содержат в себе значительный модернизационный потенциал, как в части конструкции, так и управления. Это сопряжено с необходимостью совершенствования известных, а также создания новых соответствующих методов и методик.

Автомобильный транспорт занимает доминирующее положение по грузо- и пассажирообороту республики. Это связано с отсутствием авиационного и ж/д сообщения ввиду продолжающихся боевых действий и международного статуса в период 2014-2022 гг. Таким образом, качеством работы пассажирского и грузового автомобильного транспорта, в частности, определяются возможности реализации экономического потенциала

территорий и ресурсов, повышение их инвестиционного потенциала, а также рост качества жизни населения. Это существенно связано с развитием и состоянием сети автомобильных дорог. Интенсивное городское и промышленное строительство в ряде населённых пунктов, а также потребности военно-промышленного комплекса, обуславливают рост грузооборота в т.ч. в части перевозок тяжёлых неделимых грузов по дорогам общего назначения, что увеличивает нагрузки на дорожную одежду. В третьем разделе настоящего отчёта рассмотрены методы и средства, направленные на снижение негативного влияния автотранспортных средств на дорожное покрытие.

В условиях Донбасса традиционно грузовой, а также городской пассажирский транспорт, оснащенный искровыми ДВС, переоборудован для эксплуатации на сжатом (реже на сжиженном) газообразном топливе. Это вызвано меньшей стоимостью выполнения единицы транспортной работы, единицы пробега и обусловлено фактически безальтернативностью в отношении применения автотранспортных средств с дизельными ДВС ввиду находящегося на маршрутах подвижного состава преимущественно моделей, разработанных в советский период, либо на основе соответствующих модификационных групп (грузовые автомобили категорий N1 и N2 марок ГАЗ и ЗИЛ, автобусы категорий M2 и M3 марок ГАЗ, ПАЗ и ЛАЗ), относительной дешевизной газообразного топлива, большей дороговизной бензина в период 1992-2015 гг., а также сравнительной доступностью в регионе рассматриваемого топлива в виде сопутствующего продукта при разработке угольных месторождений. Применение в качестве моторного топлива природного газа сопряжено с рядом различных как преимуществ, так и недостатков. В частности, при переводе на газ двигателей, предназначенных для работы на бензине, более сложные температурные условия влекут интенсификацию процессов износа отдельных его деталей – в частности, газораспределительного механизма, что требует проведения дополнительных исследований.

7. Основные результаты:

- разработана стратегии управления автомобильной гибридной силовой установкой автотранспортного средства: выполнены исследования режимов движения АТС, произведено математическое описание характеристик автомобиля
- выполнены экспериментальные исследования: изложена методика проведения дорожных испытаний; приведенные особенности рабочего процесса приборов и аппаратуры для выполнения стендовых и дорожных испытаний;
- выполнены численные исследования: предложена и показан пример построения выходной и оптимизированной выходной характеристик гибридной силовой установки (ГСУ); предложено регулирование ГСУ на каждом режиме эксплуатационного набора; выполнен поиск рациональной стратегии регулирования ГСУ; выполнено оценка влияния режимных и конструктивных параметров силовой установки на её энергетическую эффективность; выполнен анализ доступных энергетических резервов рекуперации, по результатам выполнения экспериментальных исследований рассмотрена тормозная динамика гибридного электромобиля; выполнено

исследование фактических режимов работы ГСУ;

- разработаны рекомендации по повышению энергетической эффективности гибридных автотранспортных средств (ГТС) различных категорий и компоновок: предложено рациональное управление гибридными силовыми установками АТС категорий М1 и N3 с одной электрической машиной в условиях относительно простых наборов режимов движения; обоснован выбор параметров гибридных силовых установок автомобилей категории N1; разработана стратегия регулирования ГСУ, основанная на чередующихся наборах режимов движения автомобиля;

- выполнено исследование комплексной эффективности рабочего процесса силовых установок перспективных автотранспортных средств с учётом их интеграции в транспортные системы: рассмотрены основы создания и задачи региональных навигационно-информационных систем автомобильного транспорта, основы и особенности современной организации дорожно-транспортного комплекса; исследована топливная экономичность автотранспортного средства с гибридной силовой установкой в условиях наличия зон ограничения использования ДВС; разработаны мероприятия по увеличению запаса хода электромобилей на примере электробусов; исследованы режимы движения автотранспортных средств на городских маршрутах; рассмотрен вопрос применения шахтного метана в качестве газомоторного топлива для городского автомобильного транспорта; обоснована возможность снижения удельных выбросов отработавших газов автомобильного транспорта рациональным выбором параметров трансмиссии;

- выполнен анализ показателей надёжности агрегатов автомобильной силовой установки, определяемых способами ремонта и восстановления деталей; разработаны методы рационального выбора технологических параметров процессов ремонта и восстановления деталей автомобильных силовых установок способами холодного газодинамического напыления и электрогидравлической раздачи.

По результатам исследований для основного заказчика (Муниципальное унитарное предприятие Администрации города Макеевки «Диспетчерская служба» (МУП АГМ «ДС»)) разработаны:

- предложения по корректировке нормативов периодических технических воздействий при эксплуатации на городских маршрутах подвижного состава автомобильного транспорта с учётом комплексного влияния фактических эксплуатационных условий (транспортных, дорожных и климатических), а также с учетом показателей текущего технического состояния автотранспортных средств, с целью увеличения эффективности перевозок за счет снижения удельной стоимости выполнения единицы транспортной работы, повышения коэффициентов технической готовности и выпуска автотранспортных средств на линию;

- рекомендации по возможности и комплексной эффективности использования побочного продукта угледобывающих предприятий – шахтного метана в качестве моторного топлива для городского пассажирского транспорта с целью утилизации шахтного метана и снижения эксплуатационных затрат при перевозке пассажиров;

- концепция рационального применения на городских маршрутах автотранспортных средств перспективных конструкций (троллейбусов с

- автономным ходом, электробусов, автобусов с гибридными силовыми установками) с целью снижения эксплуатационных затрат, оптимизации нагрузки на городскую контактную сеть и повышения эффективности транспортного сообщения с отдаленными от центра городскими районами;
- рекомендации по увеличению межремонтного пробега эксплуатируемых на городских маршрутах автомобилей за счет увеличения ресурса их деталей, лимитирующих надежность соответствующих агрегатов, узлов, систем, путем применения в ходе текущего ремонта перспективных технологий и способов восстановления, а также обработки деталей, основанных на фундаментально-ориентированном подходе;
 - рекомендации по рациональному оснащению эксплуатируемых автомобилей необходимыми аппаратно-программными средствами, необходимыми методиками и оборудованием для сбора и анализа фактических показателей действующих городских маршрутов (пассажиропотока, интервала движения, профили скорости, а также параметров систем и агрегатов транспортных средств, определяющих безопасность и экономичность перевозок).

Прикладная работа №8

Название приоритетного направления развития науки и техники:

Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика

1. Тема НИР: «Ресурсо- и энергоэффективные влажные асфальтополимершлакобетонные смеси для текущего ремонта нежестких дорожных одежд»

2. Руководитель НИР: Братчун А.И., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой АДА.

3. Номер государственной регистрации НИР: 1240122900210-1.

4. Сроки выполнения работы: начало – 02.01.2023; окончание – 31.12.2025.

5. Цель работы: теоретическое и экспериментальное обоснование составов ресурсо- и энергоэффективных влажных асфальтополимершлакобетонных смесей для текущего ремонта нежестких дорожных одежд, установлением закономерностей формирования микроструктуры асфальтополимершлакобетонов и макроструктуры в ремонтной карте асфальтобетонного покрытия нежесткой дорожной одежды.

6. Актуальность: Одним из самых эффективных дорожно-строительных материалов для ремонта покрытий нежестких дорожных одежд автомобильных дорог являются литые влажные органоминеральные смеси и горячие литые асфальтобетонные смеси, а также модифицированные их аналоги. Однако процесс формирования структуры влажных органоминеральных смесей, уложенных в ремонтируемую карту, является продолжительным и, в зависимости от погодных условий, и используемого органического вяжущего длится от двух недель до нескольких месяцев, что сказывается в этот период на эксплуатационных характеристиках отремонтированного покрытия автомобильной дороги.

В существующих нормативных документах установлены требования к технологии производства горячих литых асфальтобетонных смесей, литому асфальтобетону и методам определения показателей их качества в странах СНГ. Недостатками горячих литых асфальтобетонных смесей является высокая энергоемкость производства (температура производства 210-240°C), узкий температурный интервал вязкоупругопластического состояния (70-80°C), старение и низкие значения деформационно-прочностных характеристик, в частности, недостаточная деформативная способность (температура стеклования литого бетона -10...-15°C) и сдвигоустойчивость.

7. Основные результаты:

- разработаны «Рекомендации по производству и применению влажных асфальтополимершлакобетонных смесей для текущего ремонта нежестких дорожных одежд» с применением отсева дробления отвалного мартеновского шлака Макеевского металлургического комбината имени С. М. Кирова, где в качестве органического вяжущего используется катионная медленно распадающаяся битумная эмульсия, модифицированная полиуретановой композицией MAC1111 (заказчик – ООО АБЗ); ;

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры – филиал НИУ МГСУ

- на технологической дороге III технической категории на территории НИУ МГСУ Донбасская национальная академия строительства и архитектуры выполнена опытно-промышленная апробация ремонта кластерноразрушенного асфальтобетонного покрытия влажной асфальтошлакополимербетонной смесью с использованием в качестве органического вяжущего медленнораспадающейся эмульсии, модифицированной полиуретановой композицией МАС-1111 и в качестве минерального материала отсева дробления отвального мартеновского шлака Макеевского металлургического комбината (заказчик – ООО АБЗ) ;
- технико-экономические расчеты показали, что себестоимость производства одной тонны влажных асфальтополимершлакобетонных смесей ниже производства горячих асфальтобетонных смесей на 1052,53 рубля вследствие снижения прямых затрат на производство, а именно снижение расхода теплоносителей на нагрев асфальтобетонной смеси и замены стандартных минеральных материалов на техногенное сырьё;
- показана экологическая целесообразность использования влажных асфальтополимершлакобетонных смесей (ВАПШС) для текущего ремонта нежестких дорожных одежд, так как снижение температуры производства ВАПШС приводит к существенному снижению старения органического вяжущего и эмиссии компонентов нефтяного дорожного битума.

Прикладная работа №9

Название приоритетного направления развития науки и техники:

Рациональное природопользование

1. Тема НИР: «Архитектурная организация и совершенствование объемно-планировочных решений зданий и сооружений в условиях нового строительства и реконструкции в городах Донецкого региона»

2. Руководитель НИР: Бенаи Х.А., доктор архитектуры, профессор, декан архитектурного факультета.

3. Номер государственной регистрации НИР: 123121800039-2.

4. Сроки выполнения работы: начало – 02.01.2023; окончание – 31.12.2025.

5. Цель работы: разработка методологии архитектурно-типологического, архитектурно-планировочного, градостроительного, композиционного, совершенствования зданий и сооружений в условиях нового строительства и реконструкции с учетом региональных, социальных и экономических условий развития региона.

6. Актуальность: определена тем, что сложившиеся проблемы, указывающие на дальнейший характер комплексной эксплуатации зданий и сооружений различного типологического и функционального назначения, а также прилегающие к ним территории, которым присущи критерии повышенного морального и физического износа, в современных условиях устойчивого развития призывают к выработке определенных (в отдельных случаях) универсальных алгоритмов позволяющих объективно и обоснованно применять реконструктивные мероприятия на архитектурно-градостроительном уровне, применительно ко всем типам объектов городской застройки в городах Донбасса.

7. Основные результаты:

- по направлению «Закономерности формирования и развития динамической архитектуры зданий и сооружений при комплексной реконструкции в условиях развития городских территорий»:

- на примере реализации поискового проектирования и выполнения комплексных разработок по реконструкции общественных объектов архитектуры (в частности здания научно-исследовательских институтов) - установлено, что современная архитектура зданий научно-исследовательских комплексов может не только динамично развивать свою архитектурно-типологическую структуру, но и максимально взаимодействовать с окружающей средой;
- доказано, что реконструкция научно-исследовательских комплексов – это сложный и многоуровневый процесс, который может быть реализован с использованием обоснованных методик, способов и подходов; исследованные компоненты, участвующие в формировании новейшей архитектуры научно-исследовательских комплексов при реконструкции, играют важную роль в успешной трансформации архитектуры подобных объектов с использованием современных технологий;

- исследования показали, что образ архитектурного пространства может содержать в себе систему художественных образов и владеть конкретным художественным значением, но может быть и лишенным их в зависимости от замысла конструктора, который разрабатывал идею сооружения; в связи с этим доказано, что вся система архитектурных образов включена в семантическое пространство, которое постоянно развивается и находится в состоянии непрерывного совершенствования и в этом случае процесс реконструкции, является главным критерием и способом, позволяющий общую картину архитектурной изменчивости выводит на новый уровень, когда появляется последовательный алгоритм действий : научная концепция-практическая разработка-реализация;
 - исследованием определены выявлены ключевые теоретико-методологические подходы, которые имеют важное значение для совершенствования городской среды, ее архитектурной составляющей – изменчивость которой определяет процесс реконструкции; процесс реконструкции зданий и сооружений (в конкретной содержательной части исследования по отношению к зрелищным объектам архитектуры) - позволит не только сохранить уникальность существующих зрелищных объектов, но и адаптировать их к современным нормативно-правовым и законодательным требованиям, а также к потребительским ценностям общества;
 - доказано, что архитектурная типология зрелищных зданий и сооружений является многоуровневой, она отражает основные и приоритетные требования, предъявляемые к специфике функциональности рассматриваемых объектов архитектуры, в том числе учитывает региональные и особенности реконструкции зрелищных объектов; свидетельством этого, является то, что архитектурное совершенствование и типологическое развитие зрелищных зданий и сооружений при реконструкции даст возможность решать качественно поставленные задачи с учетом современных тенденций и изменчивости нормативно-правового и законодательного обеспечения;
- по направлению *«Проблемы регенерации культурно-исторической среды в зонах тяготения крупных промышленных предприятий (рассмотрение вопросов модернизации, реконструкции, обновления и переустройства промышленных объектов архитектуры под потребности общества)»:*
- научно обоснованные принципы и приемы архитектурного формирования многофункциональных спортивных комплексов с учетом современных регионально обусловленных требований;
 - создание теоретической базы для разработки эффективных и инновационных архитектурных решений, способствующих созданию современных и функциональных спортивных комплексов, удовлетворяющих потребности различных групп пользователей и способствующих развитию спортивной инфраструктуры Донецкой Народной Республики;
 - разработка исследовательских подходов, определяющих направления формированию многофункциональных жилых комплексов с учетом определенных условий развития промышленного города;

- определение приоритетных направлений и замыслов при проектировании и строительстве культурно-просветительских центров в условиях современных ограничений и тенденций развития; формулировка комплексного подхода к определению основных характеристик в формировании городской среды промышленного города, с учетом строительства и проектирования объектов разной социальной и архитектурной направленности;
- по направлению *«Исследование закономерностей формирования и развития архитектуры зрелищных зданий и сооружений, подлежащих реконструкции в промышленных городах Донбасса (формирование зрелищных зданий и сооружений нового поколения, на основе реконструктивных мероприятий)»*:
 - разработаны научно-методические основы для восстановления и модернизации общественных зданий в условиях сложного градостроительного контекста;
 - систематизирован и адаптирован передовой международный опыт проектирования мемориальных комплексов, включая инновационные подходы к освоению подземного пространства;
 - сформулированы принципы архитектурного формирования современных культурно-просветительских центров как многофункциональных общественных кластеров;
 - выведены комплексные архитектурно-планировочные параметры и модели организации качественной жилой среды; создана теоретическая и методическая основа для практического применения в виде концептуальных моделей, рекомендаций и планировочных решений;
- по направлению *«Процессы совершенствования и развития архитектурно-планировочных решений социальных жилых зданий в городах Донбасса (проблемы нового строительства и реконструкции существующих жилых объектов архитектуры)»*:
 - с позиций гармоничного сочетания современных строительных технологий с сохранением исторического наследия, требующего комплексного подхода, выполнен анализ архитектурных и технологических методов, применяемых при восстановлении жилых объектов в исторической застройке, показывающий необходимость применения инновационных материалов и технологий, а также принципов устойчивого развития;
 - определены приоритетные направления и замыслы при реновации жилых зданий;
 - предложена формулировка комплексного подхода интеграции природных элементов в жилищное строительство с целью создания устойчивых и энергоэффективных городских пространств;
 - разработаны рекомендации по усовершенствованию архитектурной среды квартальной жилой застройки с учетом функциональности и комфорта, основывающиеся на удобстве, комфорте, безопасности и наличии необходимой инфраструктуры для жителей;
 - сформулированы принципы проектирования жилых дворовых территорий для обеспечения устойчивого развития городской среды;

- по направлению *«Концептуальные подходы современного развития архитектуры зданий и сооружений научно-образовательных центров в городах Донбасса»:*
 - определены аспекты создания объектов научно-образовательной сферы деятельности на территории Донбасса;
 - исследования показали, что для создания эффективной образовательной среды и её устойчивого развития необходимы комплексные подходы, позволяющие внедрять новейшие и доступные решения, что позволит формировать самоорганизующиеся пространственные и социальные системы, которые будут эффективно функционировать для развития интеллектуальных и креативных способностей учащихся;
 - обоснована система учета градостроительных особенностей при формировании архитектуры научно-образовательных центров, раскрывающая смысловые вопросы необходимости совершенствования и развития нормативно-правовой и законодательной базы для обеспечения функционально-эксплуатационной пригодности объектов исследуемого типа;
 - исследованы сложившиеся подходы архитектурно-средовой организации зданий научно-образовательных центров с учетом их особенностей; выявлено, что успешное развитие НОЦ невозможно без вовлечения жителей, представителей бизнеса и органов власти в процесс планирования и реализации проекта, обеспечивая учет интересов всех сторон и создание условий для устойчивого развития территории;
- по направлению *«Исследование архитектурно-типологических особенностей зданий и сооружений научно-исследовательских учреждений, подлежащих реконструкции в городах Донбасса»:*
 - исследования выявили, что современная архитектура научно-исследовательских комплексов требует максимального раскрытия потенциала в области образно-стилистической выразительности, композиционно-художественной гармонии и функционально-типологической рациональности. Такой подход обеспечивает: целостность восприятия архитектурного ансамбля, яркость художественного образа, возможность достижения уникальности и типологической самобытности;
 - результаты исследования показывают, что здания научно-исследовательских комплексов сегодняшнего дня обладают способностью к двойственной эволюции: с одной стороны - к активному развитию собственной типологической структуры, с другой - к максимальному сопряжению с окружающим пространством;
 - на основании проведённых исследований можно утверждать, что при архитектурно-пространственном моделировании научно-исследовательских комплексов нового поколения ключевое значение имеют два аспекта архитектурного восприятия: проектирование оптимальных градостроительных ориентиров для территории застройки; конструирование неповторимой архитектурно-пространственной композиции исследовательского комплекса.;
 - установлено, в ходе реконструкции научно-исследовательских комплексов

нового поколения процесс архитектурно-пространственного моделирования приобретает характер сложной практической системы. Её фундамент — строгая алгоритмизация проектных решений, а конечный результат — модели, вписывающиеся в комплекс мер по выполнению государственных задач в области научных исследований и практических разработок;

- по направлению *«Архитектурно-планировочная организация формирования культурно-просветительских комплексов в условиях нового строительства и реконструкции в городах Донецкого региона»*:
 - сформулированы прогрессивные тенденции модернизации культурно-досуговых центров и подходов к определению основных типологических характеристик в формировании архитектуры культурно-досуговых центров в условиях развития промышленного города;
 - определены основные векторы развития цифровой среды в рамках архитектурной организации пространств и перспективные направления развития проектной культуры в контексте формирования архитектуры современных культурно-просветительских центров;
 - разработаны исследовательские подходы, определяющие направления формированию многофункциональных жилых комплексов с учетом определенных условий развития промышленного города;
 - сформулированы современные подходы к реконструкции квартальной жилой застройки;
 - определены приоритетные направления при проектировании и строительстве культурно-просветительских центров в условиях современных ограничений и тенденций развития;
 - сформированы ключевые концептуальные подходы к проектированию и развитию архитектуры культурно-просветительских центров с учетом успешных аспектов из зарубежной практики проектирования;
 - определены факторы социальной реабилитации в промышленных городах в контексте развития архитектуры культурно-просветительских центров;
- по направлению *«Совершенствование и развитие архитектуры зданий и сооружений детских медицинских комплексов архитектуры в условиях нового строительства и реконструкции в городах Донецкого региона»*:
 - проведен анализ проблем, влияющих на развитие архитектурной организации медицинских учреждений эстетической медицины, выявлены современные тенденции влияющие на формирование архитектуры медицинских учреждений эстетической медицины;
 - выявлены особенности формирования архитектуры медицинских комплексов эстетической медицины, анализ отображает разнообразие подходов, направленных на интеграцию функций в единую архитектурную концепцию; определены ключевые принципы реконструкции как, формирующие основу для создания терапевтической среды. Анализ состояния медицинских учреждений выявил системные проблемы решение которых требует адаптации международного опыта с учетом локального контекста;
 - определены типологические и планировочных решений детских

медицинских учреждений. Выявлены главные закономерности формирования архитектурной среды, которые на протяжении эволюции сохранились неизменными

- разработаны актуальные подходы к реконструкции детских медицинских учреждений, основанные на принципах устойчивой архитектуры и биофильного дизайна;
 - сформулированы подходы к проектированию медицинских учреждений для детей в процессе реконструкции, выявлены ключевые принципы формирования оздоравливающей среды для детей;
- по направлению *«Исследование разной типологии пассажирских объектов, что соответствует стратегии развития транспортной инфраструктуры Донецкой Народной Республики»:*
- научно-обоснованные подходы к реконструкции и строительству автовокзалов, к архитектурному формированию транспортно-пересадочных узлов на их базе;
 - создание теоретической базы для разработки более детальных эффективных и инновационных архитектурно-пространственных решений, способствующих созданию современных безопасных и комфортных плоскостных транспортно-пересадочных узлов, удовлетворяющих потребности различных групп пользователей и способствующих развитию транспортной инфраструктуры Донецкой Народной Республики;
 - разработка исследовательских подходов, определяющих приоритетные направления формирования многофункциональных пересадочных комплексов с учетом сложившихся условий исторического развития пересадочного узла.

В результате проведенных исследований в практику проектирования внедрены концептуальные разработки для строительства и обслуживания объектов жилого назначения – жилой комплекс, жилая группа, жилой квартал, жилые дома средней этажности, расположенных на территории муниципального образования городского округа Макеевка Донецкой Народной Республики – жилой массив Ханженково-Северный (заказчик – Администрация городского округа Макеевка Донецкой Народной Республики, Управление градостроительства и архитектуры).