

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
Дальневосточный федеральный университет  
(ДФУ)  
УЧЕБНЫЙ ВОЕННЫЙ ЦЕНТР



г. Владивосток  
2019 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**Дальневосточный федеральный университет  
(ДФУ)  
УЧЕБНЫЙ ВОЕННЫЙ ЦЕНТР**

**Совершенствование организации и методики образовательного процесса  
при реализации программ военного обучения**

Материалы III межвузовской научно-методической конференции  
(Владивосток, 30-31 января 2019 года)

г. Владивосток  
2019 г.

## **УДК 378.14**

Совершенствование организации и методики образовательного процесса при реализации программ военного обучения. Материалы III межвузовской научно-методической конференции. Владивосток: электронное изд. УВЦ ДВФУ. 2019 г. - 224 с.

В издании предоставлены тезисы докладов участников III межвузовской научно-методической конференции «Совершенствование организации и методики образовательного процесса при реализации программ военного обучения», состоявшейся во Владивостоке 30-31 января 2019 года.

Под редакцией Мочалова А.В., Убанкина Е.И., Федюка Р.С.

## **Уважаемые участники конференции!**

30-31 января 2019 г. Учебный военный центр при Дальневосточном федеральном университете провел III межвузовскую научно-методическую конференцию: «Совершенствование организации и методики образовательного процесса при реализации программ военного обучения».

Глобальные процессы и тенденции, которые происходят в Вооруженных Силах РФ, требуют существенных изменений в системе военного образования, формах и методах учебно-воспитательного процесса, разработки и внедрения современных технологий развития военного образования. Предстоит реально вовлечь науку в решение крупных проблем, стоящих перед армией, что способно существенно поднять профессиональный престиж и статус выпускников Учебных военных центров при федеральных университетах.

Актуальной является проблема сохранения преемственности поколений в существующей системе подготовки и аттестации студентов военных специальностей. Мы ставим целью учить студентов умению учиться новому, уходить от стандартов и видеть конечную цель обучения. Военный специалист стремится быть профессионально и нравственно подготовленным к восприятию сложных жизненных условий.

Проведение конференции в рамках образовательного процесса УВЦ направлено на развитие способностей студентов адаптироваться к современным требованиям воинской службы. Для закрепления результатов конференции нам предстоит эффективно руководить научно-исследовательской работой студентов, принимать меры по её стимулированию и совершенствованию. Ведь наука – это уникальная деятельность, направленная, не только на систематизацию знаний, но и на раскрытие творческого потенциала специалиста, в т.ч. будущего офицера ВС РФ.

Первая конференция, проведенная нами в январе 2017 года, дала хороший практический опыт её участникам в проведении научных исследований и оформлении их результатов, в подготовке тезисов докладов и презентаций, в выступлении перед аудиторией. Выражаю уверенность, что мы продолжим начатую работу, и в дальнейшем проведение конференции станет ежегодным событием для УВЦ и привлечет участников из других вузов Дальневосточного федерального округа, а также других регионов России.

**С уважением,**

***Начальник учебной части – заместитель начальника УВЦ при ДВФУ  
полковник Мочалов Александр Викторович***

## Оглавление

Мочалов А.В. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ .....	9
Власов С.К., Урханова Л.А. ОБУСТРОЙСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ГОРАХ .....	12
Ким М.В., Заяханов М.Е. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВОЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ .....	15
Семиохин А.С., Гулеватенко А.А. АНТИФИЛЬТРАЦИОННАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ КАК СРЕДСТВО БОРЬБЫ С ВОДОЙ, ПРОНИКАЮЩЕЙ В ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ.....	18
Кадочников И.В. ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ РАДИАЛЬНОГО ПОДШИПНИКА С ГАЗОВОЙ СМАЗКОЙ СУДОВЫХ ТУРБОМАШИН.....	21
Одинцова А.П. ТАРИРОВОЧНЫЙ СТЕНД ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ.....	27
Чумаков М.С. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ГАЗООХЛАЖДАЕМОГО РЕАКТОРА С ГАЗОТУРБИНОЙ УСТАНОВКОЙ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА ДЛЯ ПРИВОДА ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА МОЩНОСТЬЮ 8 МВт .....	30
Шмаригин А.С., Битуев А.В. ОБЗОР СОВРЕМЕННОЙ И ПЕРСПЕКТИВНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.....	41
Батаршин В.О. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОКЛАДЫВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ДОРОГ И ПУТЕЙ СНАБЖЕНИЯ ВОЙСК .....	47
Семиохин А.С., Гулеватенко А.А. МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ПРОНИКАЮЩЕЙ В ВЫРАБОТКУ ВЛАГОЙ И ПАРАМЕТРЫ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.....	49
Авагян Г.С., Свинцов А.П. ИНЖЕНЕРНАЯ РАЗВЕДКА.....	51
Сотникова П.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК .....	54
Зеленский И.Р., Кузьмин Д.Е. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕРЕВА В КАЧЕСТВЕ СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА ..	56
Хроменок Д.В., Зеленский И.Р. ФОРТИФИКАЦИЯ В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ....	61
Крылов В.В. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПОДЗЕМНОГО СООРУЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ СЕЙСМООПАСНОСТИ ...	67

Крылов В.В. ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ АВТОСТОЯНОК В КАЧЕСТВЕ СООРУЖЕНИЙ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ .....	70
Крылов В.В. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ В ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЯХ .....	72
Шкретий Т.А., Иванюта М.А., Солопов И.Н., Катаев Г.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ В ВОЕННО-ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА КУПОЛЬНЫХ ДОМОВ БЕЗ ГВОЗДЕЙ .....	75
Черный Р.Н., Логанина В.И. НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ.....	78
Кузьмин Д.Е., Хроменок Д.В. ОБЗОР ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ АЭРООХЛАЖДАЮЩИХ КИРПИЧЕЙ «COOL BRICK» ...	84
Зеленский И.Р., Хроменок Д.В., Кузьмин Д.Е., Черкасов А.В., Склифос В.О. РОЛЬ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЗДАНИЙ В РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ .....	88
Коренков Д.Н., Лукутцова Н.П. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫХ ПОЛОС .....	93
Коренков Д.Н., Хардаев П.К. ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВАМ АСФАЛЬТОБЕТОНА И ТЕРМОЗАЩИТНЫМ СМЕСЯМ.....	102
Сотникова П.А. ПРИМЕНЕНИЕ ВЫРАБОТАННОГО ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ МЕСТ ЗАХОРОНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....	108
Батаршин В.О. ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА....	110
Карнаухов А.И., Тимохин Р.А. РАДИАЦИЯ – ОДИН ИЗ ВИДОВ ПОДЗЕМНЫХ ОПАСНОСТЕЙ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НЕЙ .....	112
Склифос В.О., Хроменок Д.В., Зеленский И.Р., Кузьмин Д.Е., Черкасов А.В. СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ИЗ КОНТЕЙНЕРОВ И ИХ АНАЛОГОВ В 21 ВЕКЕ .....	114
Семиохин А.С. МЕТОД БОРЬБЫ С УТЕЧКОЙ ВОЗДУХА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОВЕРХНОСТНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ УСТАНОВКИ .....	120
Кузьмин Д.Е., Черкасов А.В., Склифос В.О., Хроменок Д.В., Зеленский И.Р. ВОЗДЕЙСТВИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ НА ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ .....	122

Ярыгин А.М., Лесовик В.С. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПУТЕПРОКЛАДЧИКА ПКТ-2.....	126
Батаршин В.О. ЗАМОРАЖИВАНИЕ ПОРОДЫ КАК СРЕДСТВО УДЕШЕВЛЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК.....	130
Ибрагимов Р.А., Картавый Т.Д. РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА И ТОЛЩИНЫ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ.....	131
Камаев Н.А. ТУРБОПРИВОДЫ СУДОВЫХ МЕХАНИЗМОВ.....	138
Камаев Н.А., Арон В.В. ИСПЫТАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СТУПЕНИ МИКРОТУРБИНЫ.....	140
Дроздецкий М.Д., Чулкова И.Л. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ.....	144
Ермаков И.С. РАЗРАБОТКА ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ СУДНА «СКФ ЭНДЕВОР».....	148
Бирюков А.Н., Сергейчук В.П. ПОДГОТОВКА РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ МАШИНЫ РАЗГРАЖДЕНИЯ ИМР-3М К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ПОДГОТОВКЕ ПУТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ВОЙСК.....	150
Ковалев М.П., Загороднюк Л.Х. ИНЖЕНЕРНОЕ ОБУСТРОЙСТВО ВОЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.....	154
Пронин А.С., Лхасаранов С.А. ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ГРУНТОВ ЗОЛОТВАЛОВ ТЭЦ НА ПРИМЕРЕ МАЙСКОЙ ГРЭС СОВЕТСКО – ГАВАНСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА.....	159
Мастер А.Л., Шестаков Н.И. ДОРОЖНЫЕ СЕТИ В ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЯХ.....	163
<b>Зимарева Е.А., Сбоева Л.И., Павликов С.Н. СПОСОБ И СИСТЕМА СЖАТИЯ ДАННЫХ.....</b>	<b>167</b>
<b>Новак А.С., Павликов С.Н. УСТРОЙСТВА РАДИОСВЯЗИ ПРЯМОЙ ВИДИМОСТИ.....</b>	<b>170</b>
<b>Павликов С.Н., Пашкеев С.В., Пузин О.В. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБЪЕКТОВ НА МОРЕ.....</b>	<b>173</b>
<b>Пашкеев С.В., Пузин О.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВАРИАНТОВ СИСТЕМ НАВИГАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОДВОДНОГО ТРАНСПОРТА.....</b>	<b>176</b>
<b>Павликов С.Н., Пленник М.Д., Цепелева А.С. СПОСОБ И СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ ОТ ВИРУСОВ.....</b>	<b>178</b>

Панарин И.И.	ПОДЗЕМНЫЕ ПРОСТРАНСТВА ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ДЛЯ СООРУЖЕНИЙ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ...	181
Степин В.И., Копылов В.Е.	СТРОИТЕЛЬСТВО ДЕРЕВЯННЫХ, СПЛОШНЫХ И КОЛЕЙНЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОДОРОГ .....	190
Овчинникова Е.В., Шевцова Е.В.	МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ С ПЕРЕМЕННОЙ НАГРУЗКОЙ .....	196
Тимохин Р.А., Христофорова А.А.	СПОСОБЫ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ..	200
Филиппова А.В.	АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК И ТЕХНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК .....	204
Савин Д.А.	ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ БЕТОННЫХ ПОДЗЕМНЫХ И ФОРТИФИКАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ .	210
Шуляк П.Г.	ПРИМЕНЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ В МОРСКОЙ ТЕХНИКЕ .....	213
Юшин А.М., Свинцов А.П.	ВОЕННО-ИНЖЕНЕРНЫЕ ВОПРОСЫ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ .....	216
Козлов П.Г., Осипов П.Н.	БОЕВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ВОЙСК НА ЗАВЕРШАЮЩЕМ ЭТАПЕ ВТОРОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ .....	219



**Мочалов Александр Викторович**

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

*Дальневосточный федеральный университет, Учебный военный центр,  
Научный руководитель – Федюк Роман Сергеевич*

**Аннотация.** Эффективные бетоны для защитных сооружений в связи с участвовавшими природными и техногенными катастрофами в настоящее время приобретают особую значимость. Для этих бетонов необходим особый набор характеристик – статическая прочность на сжатие и растяжение, ударная выносливость (динамическая прочность), трещиностойкость, непроницаемость, удобоукладываемость. Проектирование материалов, которые смогут обеспечить комплекс этих характеристик на заданном уровне, возможно лишь при использовании новейших достижений строительного материаловедения и управления процессами структурообразования за счет применения многокомпонентных систем.

**Ключевые слова:** защитное сооружение, фибробетон, ударная выносливость, непроницаемость.

В рамках исследований научной школы конструкционных материалов для специальных и защитных сооружений учебного военного центра при Дальневосточном федеральном университете была разработана широкая номенклатура композиционных вяжущих и фибробетонов на их основе [1-3].

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность повышения эффективности бетонов для защитных сооружений в результате разработки композитов с пониженной пористостью, высокой гомогенностью и хорошим сцеплением между заполнителем и цементным камнем, повышенным отношением и пластичностью. В работе эта задача была решена за счет применения полиминеральных композиционных вяжущих, поликарбоксилатного гиперпластификатора и дисперсного армирования [4-6].

Расширены представления о разрушении фибробетонных композитов при ударных воздействиях, а также смоделирована проницаемость фибробетона.

Установлен характер влияния композиционного вяжущего на структурообразование композита. Аморфная фаза диоксида кремния в составе модификатора интенсифицирует связывание гидроксида кальция, образующегося в ходе гидратации алита, способствует росту низкоосновных гидросиликатов кальция и уменьшению основности цементного камня, одновременно сокращая количество портландита. Кристаллическая фаза диоксида кремния в формах  $\alpha$ -тридимита и  $\alpha$ -кристобалита, играет роль центров кристаллизации новообразований, уплотняющих микроструктуру цементного камня. Частицы известняка способствуют образованию гидрокарбоалюминатов кальция, а также вместе с тонкомолотым кварцевым

песком выступают в роли микронаполнителя, кольматируя поры цементного камня [1-10].

Установлено, что использование композиционного вяжущего, состоящего из 59% портландцемента, 31% активной кремнеземсодержащей добавки, 5% кварцевого песка и 5% известняка, совместно измельченного до удельной поверхности 550 м<sup>2</sup>/кг, при добавлении 1,3% гиперпластификатора, оптимизирует микроструктуры композита при увеличении его статического предела прочности при сжатии более чем на 60 %.

Разработана широкая номенклатура самоуплотняющихся бетонных смесей марки SF2 и высокотехнологичных фибробетонов на разработанном КВ, обеспечивающих заданные защитные характеристики ( $R_{сж} > 82$  МПа,  $R_{раст} > 16$  МПа,  $E = 43,5$  ГПа; коэффициент диффузии  $D' = 0,03 \times 10^{-4}$  см<sup>2</sup>/с). Оптимальные составы были запроектированы на основе определенных природных техногенных ресурсов Приморского края, которые имеют высокую адгезию к цементной матрице и близкие коэффициенты деформативных характеристик.

Выявлено повышение коэффициента ударной вязкости  $\mu$  разработанных фибробетонов в 5,5-6 раз за счет оптимизации матрицы цементного камня и поглощения энергии удара волоконным мостом (фиброй). Коэффициент динамического упрочнения КДУ достигает значения 1,27 за счет перераспределения напряжений на стадии структурообразования и торможения роста трещин и снижения концентрации напряжений при нагружении. При этом статическая прочность на сжатие разработанного фибробетона повышена по сравнению с контрольными образцами на 31%, ударная выносливость – до 6 раз, трещиностойкость – до 9 раз.

Разработана технология производства КВ и самоуплотняющегося фибробетона на его основе, которая может быть внедрена на цементных и бетонных заводах Приморского края с минимальной модернизацией имеющихся производственных мощностей.

Для широкомасштабного внедрения результатов диссертационной работы разработаны следующие нормативные и технические документы: ноу-хау на технологию получения АКД; стандарт организации СТО 02033955–057–2018 «Композиционное вяжущее»; технологический регламент на производство фибробетонов для защитных сооружений. Апробация полученных результатов экспериментальных исследований связанных с оптимизацией процессов производства композиционных вяжущих в промышленных условиях осуществлялась на мощностях ООО «Факир» (г. Владивосток) и Морской инженерной службы Тихоокеанского флота.

Рекомендации и перспективы дальнейших исследований:

Теоретические и экспериментальные результаты диссертации рекомендуются для расширенного внедрения при строительстве защитных сооружений в различных регионах РФ с учетом наличия сырьевой базы. Отдельные положения диссертации могут быть внедрены в учебно-методический процесс при выполнении аудиторной и самостоятельной работы

студентов, обучающихся по специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений».

Продолжение исследований целесообразно осуществлять в направлении расширения номенклатуры строительных композитов для создания комфортной среды обитания человека с развитием фундаментальных основ строительного материаловедения за счет применения многокомпонентных систем на базе новых сырьевых ресурсов, как природного, так и техногенного генезиса. Это позволит создавать материалы принципиально нового уровня с улучшенными эксплуатационными характеристиками, что даст возможность широкого применения данных композитов, как в гражданском строительстве, так и для возведения специальных объектов.

### **Список литературы:**

1. Федюк Р.С. Самоуплотняющийся бетон с использованием предварительно подготовленной золы рисовой шелухи / Р.С. Федюк, В.С. Лесовик, А.П. Свинцов, А.В. Мочалов, С.В. Куличков, Н.Ю. Стоюшко, Н.А. Гладкова, Р.А. Тимохин // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 3 (79). С. 66-76.
2. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов защитных сооружений / Р.С. Федюк, В.С. Лесовик, А.В. Мочалов, К.А. Оцоков, И.В. Лашина, Р.А. Тимохин // Инженерно-строительный журнал. №06 (82). С.208-218.
3. Федюк Р.С. Самоуплотняющиеся бетоны с применением отходов растениеводства / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, Д.Н. Пезин, Р.А. Тимохин // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15. № 2 (60). С. 294-304.
4. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие и самоуплотняющиеся бетоны для защитных сооружений / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, Лесовик В.С., Гридчин А.М., Фишер Х.-Б. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2018. – № 7. С. 75-85.
5. Федюк Р.С. Вопросы управления структурообразованием композиционного вяжущего / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов // АлитИнформ. № 2 (51). 2018. С. 2-10.
6. Федюк Р.С. Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей (обзор) / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, В.С. Лесовик // Вестник Инженерной школы ДВФУ. 2018. №4(37). С. 85-99.
7. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов повышенной ударной стойкости / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2018. № 4 (200). С. 85-91.
8. Fediuk R.S. Review of methods for activation of binder and concrete mixes. / R.S. Fediuk, A.V. Mochalov, R.A. Timokhin // AIMS Materials Science, 2018, 5(5): 916-931.

9. Fediuk R.S. Low-permeability Fiber-reinforcement Concrete of Composite Binder / R.S. Fediuk, A.V. Mochalov, R.A. Timokhin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:022058.

10. Lesovik V.S. Features of building composites designing for their exploitation in extreme conditions / V.S. Lesovik, R.S. Fediuk, E.S. Glagolev, I.V. Lashina, A.V. Mochalov, R.A. Timokhin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:012054.

**Власов Сергей Константинович, Урханова Лариса Алексеевна**

## **ОБУСТРОЙСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ГОРАХ**

*Восточно-Сибирский государственный университет технологии и управления,  
г. Улан-Удэ  
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток*

**Аннотация.** Автомобильные дороги в наше время занимают большую часть территории страны для передвижения. Поэтому строительство автодорог имеет первостепенное значение для транспортных развязок нашей страны.

**Ключевые слова:** автодороги, горное дело, дорожная одежда, дорожные сооружения, исторические обустройство.

В горных районах в связи с трудностью постройки развитой сети железных дорог основной объем перевозок осуществляется по автомобильным дорогам.

Значительный объем земляных работ при постройке дорог в горных районах выполняют в скальных грунтах, широко используя взрывные методы. Земляное полотно на крутых склонах на большом протяжении приходится строить с подпорными стенами [1].

Сильно расчлененный рельеф горных склонов вызывает необходимость постройки большого числа сооружений на пересечениях многочисленных водотоков и сухих лощин. В связи с большими продольными уклонами, даже при малых, водосборных бассейнах, ливневые потоки несут с собой камни. Поэтому требуются специальные меры для защиты сооружений от размыва и разрушения. Трудность выполнения строительных работ на горных склонах и высокая их стоимость требуют рассмотрения ряда вариантов проложения трассы в целях нахождения наиболее оптимального решения.

На перевальных участках особенно сильно проявляются климатические особенности высокогорных районов. Перед началом проектирования должны быть установлены уровни и сроки опускания ледников и снеговой линии, места устойчивых туманов и другие характеристики, позволяющие наметить целесообразную высоту расположения тоннельных вариантов, а также оценить транспортные качества будущей дороги с учетом особенностей работы двигателей в высокогорных условиях [2-3].

Для пересечения горных хребтов выбирают перевалы с наименьшей высотой, расположенные близко к заданному направлению трассы и имеющие удобные подходы, позволяющие развить трассу.

Основная особенность перевальных ходов - необходимость искусственного удлинения (развития) трассы, вызванная тем, что уклон местности по прямому направлению обычно превышает заданный предельный уклон.

Трассирование дороги на перевальных участках ведут от перевала к долине.

Земляное полотно горных дорог на большей части их протяжения сооружают на косогорах. Для устойчивости насыпей против сползания при поперечном уклоне местности 1:5 на косогорах после удаления дерна делают уступы 1-4 м. Наиболее распространенные виды поперечных профилей дорог: полунасыпь-полувыемка (рис. 1).

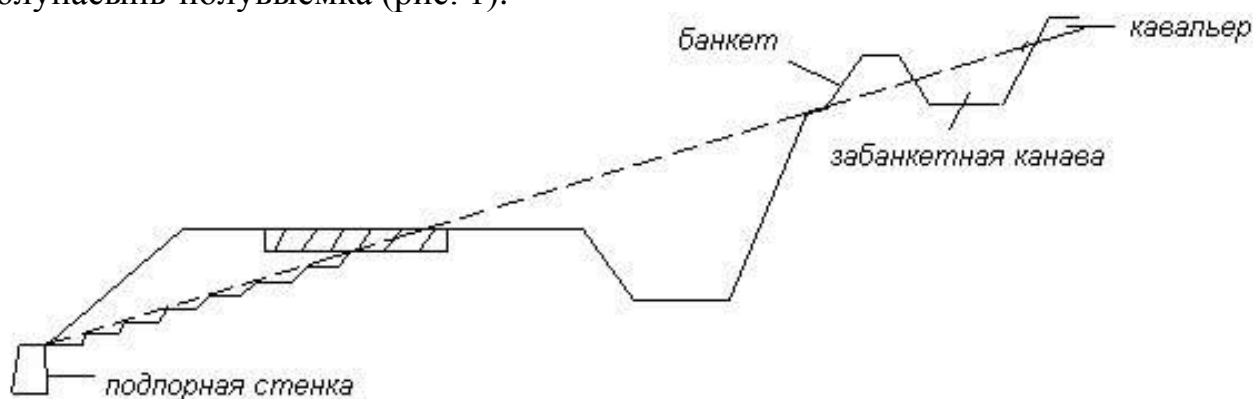


Рис. 1. Поперечный профиль дороги в полунасыпи-полувыемке

При трассировании дороги по долинам горных рек приходится пересекать насыпи - отложения мелкообломочных продуктов распада горных пород, сильно подверженных выветриванию. Осыпи скапливаются у подошвы крутых склонов в виде валов или конусов, состоящих из природного щебня с небольшой примесью грунтовых частиц.

В зависимости от интенсивности поступления материала различают осыпи действующие, рост которых продолжается, затухающие и затухшие.

Осыпи с коэффициентами менее 0,5 могут быть использованы для размещения в их низшей части земляного полотна и невысоких насыпей без дополнительных сооружений. Подвижные осыпи при трассировании дороги и следует обходить.

Спускающиеся в реку шлейфы осыпей, сложенных из крупнообломочного материала, хорошо фильтрующего, можно пересекать дорогой. При действующей осыпи, когда происходит накопление отложений, перед дорогой возводят улавливающую стенку для задерживания и накапливания осыпей обломков. Стенки устраивают из сухой кладки высотой 1,5-2 м, шириной 0,8-1 м при глубине заложения не менее 0,5 м.

При малом поступлении материала осыпи стенку периодически наращивают и строят дополнительные стены на массиве осыпи.

Материалы осыпей можно успешно использовать для отсыпки насыпей, а если они удовлетворяют требованиям к прочности каменных материалов, то и для устройства дорожной одежды и приготовления бетона.

Для защиты от крупных камней около дороги устраивают улавливающие рвы с валом или улавливающие стенки. На дорогах с интенсивным движением, на участках с камнепадами в некоторых случаях приходится строить защитные галереи.

Большие массы разрушенных рыхлых и малосвязанных горных пород, накапливающиеся на крутых склонах и на дне ущелий, при интенсивных ливнях или при прорыве расположенных в верховьях ледниковых озер могут образовывать кратковременные грязевые или грязекаменные потоки, называемые селями. Селевые потоки - это смесь воды, грунта и камней с плотностью 1,2—1,9 т/м, стекающая после ливней по сухим долинам и руслам горных рек со скоростью до 5-6 м/с.

### **Список литературы:**

1. Fediuk R.S., Yevdokimova Y.G., Smoliakov A.K., Stoyushko N.Y., Lesovik V.S. Use of geonics scientific positions for designing of building composites for protective (fortification) structures // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 8. Сер. "VIII International Scientific Practical Conference "Innovative Technologies in Engineering"" 2017. С. 012011.

2. Федюк Р.С., Смоляков А.К., Тимохин Р.А. Строительные материалы для войсковой фортификации // XVIII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри, с международным участием, посвященной 25-летию со дня образования Технического института (филиала) СВФУ Материалы конференции. Секции 1-3. 2017. С. 109-113.

3. Федюк Р.С., Смоляков А.К., Тимохин Р.А. Природные ресурсы и условия Приморского края с точки зрения строительного производства // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке. В 2-х частях. Ответственный за выпуск Н.Г. Клочкова. 2017. С. 125-128.

**Ким Максим Валерьевич, Заяханов Михаил Егорович**

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВОЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

*Восточно-Сибирский государственный университет технологии и управления,*

*г. Улан-Удэ*

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток*

**Аннотация.** Проектирование, строительство и приемку военных дорог осуществляют в основном по общегражданским требованиям, в частности, предъявляемым к автомобильным дорогам III-V категорий. Следует отметить, что категорию военной дороги устанавливают техническим заданием на проектирование, учитывая выделяемые силы, средства и сроки строительства, наличие дорожно-строительных материалов и условия их подвоза. Кроме того, учитывают, что дороги III категории предназначены для пропуска техники с осевыми нагрузками 6-10 т, длиной не более 12 м и автопоездов длиной 16-24 м, шириной не более 2,5 м и высотой – не более 4 м. Дороги IV и V категорий предназначены для пропуска техники с осевыми нагрузками менее 6 т и теми же габаритными размерами.

**Ключевые слова:** дороги, технологии, военное дело, инженерия, проектирование.

Основой для проектирования военных дорог является проектное задание. Основные данные о местности, как правило, черпаются из топографической карты крупного масштаба (1:25000 - 1:50000), но, как правило, этих исходных данных недостаточно и поэтому проектирование производят на основе изысканий.

Изыскания автомобильных дорог – исследования экономических, технических и природных условий, в которых будут осуществляться строительство и эксплуатация автомобильной дороги, с целью определения оптимального технико-экономического решения для проектирования, строительства и эксплуатации автомобильной дороги. Различают изыскания для составления схемы развития дорог, проекта дороги и разработки рабочей документации. Изыскания делятся на экономические и технические. Включают следующие этапы: подготовительный, полевой, камеральный.

Проект включает, как правило, следующие разделы (документы):

1-й раздел – технический (план трассы, продольный профиль дороги, характерные поперечные профили рельефа с типовыми конструкциями земляного полотна и дорожных одежд, рабочие чертежи искусственных сооружений). Здесь следует пояснить, что земляное полотно – наиболее разнообразный по конструкции элемент полевой автомобильной дороги. При его проектировании необходимо обеспечить его прочность и устойчивость под многократным воздействием нагрузок от подвижного состава и природных

факторов. При проектировании земляного полотна полевой дороги устанавливаются параметры проезжей части (однополосная дорога с разъездами), обочин (грунтовая часть обочины), откосов земляного полотна, объемы земляных работ.

2-й раздел – технология и организация строительства (сводная ведомость объемов работ и потребных материалов, ведомость обеспечения строительства дорожно-строительными материалами, технологические карты на основные виды работ с графиками использования техники и личного состава, сводная ведомость потребной техники и личного состава с их распределением по потокам и объемам, схемы разработки притрассовых карьеров, обобщенный график строительства). Здесь следует обратить внимание на то, что на протяжении длительного периода времени дороги проектировались как максимально прямолинейное пространство для движения транспортных средств в двух направлениях по своеобразному коридору на местности. В расчет не принимались ни условия движения с режимами скоростей, интенсивностью, психофизиологией работы водителя, восприятием им дороги, ни особенности ландшафта. Трассирование дороги осуществлялось отдельно в плане и продольном профиле без увязки горизонтальных и вертикальных координат дороги. Проектирование современной дороги немислимо без понимания проектировщиком действий и психологии водителей. Намечая трассу, он должен представлять себя сидящим за рулем автомобиля, все время оценивать условия движения, создающиеся при каждом проектном решении. Нельзя допускать сочетания элементов дороги в плане и продольном профиле, которые из-за искажения их вида в перспективе кажутся неплавными и имеющими излом.

Варианты трассы намечаются по картам масштаба 1:25000 или 1:50000 после ее детального изучения. При назначении вариантов учитывают тактико-технические требования, предъявляемые к дороге, защитные и маскировочные свойства местности, места расположения дорожно-строительных материалов, растительный покров, рельеф и другие факторы.

На карте определяются начальная, конечная и промежуточные контрольные точки трассы, которые соединяются красной прямой пунктирной линией, называемой воздушной. Вблизи воздушной линии намечают положение трассы сначала на трудных участках в обход препятствий, а затем на всем ее протяжении.

Основное положение трассы вычерчивается сплошной красной линией, а воздушная линия и все возможные варианты - красной пунктирной линией.

При выборе трассы могут встретиться случаи, когда трасса проходит на крутых подъемах в обход местных препятствий, через водотоки, овраги и т.д.

На крутых подъемах в среднепересеченной местности всегда можно найти такое положение трассы, когда уклоны местности по ее направлению не будут превышать максимально допустимого, заданного техническими требованиями к строящейся дороге.



При пересечении водоразделов трассу желательно выбирать через наиболее низкие точки водораздела, так называемые седловины. Разного рода препятствия (болота, овраги, возвышенности) следует обходить во всех случаях, когда удлинение трассы дает меньшую трудоемкость работ (стоимость), чем прокладывание ее через указанные препятствия.

Пересекать трассой суходолы и водотоки, с точки зрения удобства постройки водопропускных сооружений, желательно под прямым углом. Глубокие и широкие овраги следует обходить, а при невозможности обхода пересекать их по отрогам.

Трассы дорог в горных районах могут быть проложены параллельно или перпендикулярно горному хребту. Трасса, идущая параллельно общему направлению горного хребта, может быть проложена по водоразделу, долине и косогору. При необходимости прокладывания трассы перпендикулярно основному направлению горного хребта стремятся найти второстепенную долину, по которой можно пройти без развития трассы. Если это невозможно, трассу развивают зигзагами с соблюдением максимально допустимого уклона проектируемой дороги.

Районы, где возможно образование оползней, каменных осыпей и снежных обвалов следует обходить или предусматривать устройство специальных оградительных сооружений.

Актуальность данной темы очень важна во все времена, так как дороги являются основными путями сообщения передвижения людей и транспорта. Важно правильно и грамотно проектировать военные автомобильные дороги, для мобильного и безопасного передвижения войск.

### **Список литературы:**

1. Федюк Р.С. Самоуплотняющийся бетон с использованием предварительно подготовленной золы рисовой шелухи / Р.С. Федюк, В.С. Лесовик, А.П. Свинцов, А.В. Мочалов, С.В. Куличков, Н.Ю. Стоюшко, Н.А. Гладкова, Р.А. Тимохин // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 3 (79). С. 66-76.

2. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов защитных сооружений / Р.С. Федюк, В.С. Лесовик, А.В. Мочалов, К.А. Оцоков, И.В. Лашина, Р.А. Тимохин // Инженерно-строительный журнал. №06 (82). С.208-218.

3. Федюк Р.С. Самоуплотняющиеся бетоны с применением отходов растениеводства / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, Д.Н. Пезин, Р.А. Тимохин // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15. № 2 (60). С. 294-304.

4. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие и самоуплотняющиеся бетоны для защитных сооружений / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, Лесовик В.С., Гридчин А.М., Фишер Х.-Б. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2018. – № 7. С. 75-85.

5. Федюк Р.С. Вопросы управления структурообразованием композиционного вяжущего / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов // АлитИнформ. № 2 (51). 2018. С. 2-10.

6. Федюк Р.С. Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей (обзор) / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, В.С. Лесовик // Вестник Инженерной школы ДВФУ. 2018. №4(37). С. 85-99.

7. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов повышенной ударной стойкости / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2018. № 4 (200). С. 85-91.

8. Fediuk R.S. Review of methods for activation of binder and concrete mixes. / R.S. Fediuk, A.V. Mochalov, R.A. Timokhin // AIMS Materials Science, 2018, 5(5): 916-931.

9. Fediuk R.S. Low-permeability Fiber-reinforcement Concrete of Composite Binder / R.S. Fediuk, A.V. Mochalov, R.A. Timokhin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:022058.

10. Lesovik V.S. Features of building composites designing for their exploitation in extreme conditions / V.S. Lesovik, R.S. Fediuk, E.S. Glagolev, I.V. Lashina, A.V. Mochalov, R.A. Timokhin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:012054.

**Семиохин Александр Сергеевич, Гулеватенко Андрей Анатольевич**

## **АНТИФИЛЬТРАЦИОННАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ КАК СРЕДСТВО БОРЬБЫ С ВОДОЙ, ПРОНИКАЮЩЕЙ В ПОДЗЕМНЫЕ СООРУЖЕНИЯ**

*Дальневосточный федеральный университет, Учебный военный центр  
Научный руководитель – Козлов Павел Геннадьевич*

**Аннотация.** В современном мире остро стоит вопрос, связанный с противодействием проникновению воды, так как при взаимодействии с горной крепью может ее разрушить, тем самым уничтожив подземный горизонт. Для борьбы с этим используются различные виды гидроизоляции, однако в данной статье будет рассмотрен вариант, обеспечивающий максимальную защиту выработки от проникновения воды.

**Ключевые слова:** гидроизоляция, борьба с водой, подземные сооружения, фильтрация.

Современный мир отличается огромной потребностью в ресурсах добываемых подземным способом, а как известно под землей встречается огромное количество опасных факторов. Одним из таких факторов является воды, которая, проникая в горную выработку, способна затопить или разрушить ее. Именно для борьбы с таким фактором была разработана антифильтрационная гидроизоляция.

Антифильтрационная гидроизоляция является максимально полной защитой при любом воздействии возможном воздействии воды на горную выработку. Если рассмотреть воздействие воды с гидротехнической и физической точки зрения можно выделить три вида действия воды на горную выработку: гидростатическое давление воды разной силы, обтекание конструкции водами без давления и капиллярный подсос. В связи с тем, что антифильтрационная гидроизоляция защищает не материал, а саму конструкцию от воздействия воды, разновидности антифильтрационной гидроизоляции также подразделяются на виды, разработанные на борьбу с конкретным видом вредного воздействия воды. Из всех типов гидроизоляций, антифильтрационная является одним из самых сложных способов.

Противонапорная гидроизоляция – совокупность методов, направленных на защиту выработки от давления, проводится во время строительства выработки это связано с тем, что водонепроницаемый материал наносится снаружи, на поверхность конструкции. Принцип работы заключается в том, что вода под давлением и напором прижимается к защищаемой конструкции, тем самым образуя барьер, который препятствует проникновению воды в горную выработку. Есть один существенный недостаток, он заключается в невозможности проведения профилактических и ремонтных работ, так как для этого необходимо производить подземные работы по раскапыванию конструкции. Для обеспечения противонапорной изоляции подземных сооружений для стен в качестве материалов выбирают водонепроницаемые, плотные бетоны и наклеивают рулонную гидроизоляцию, затем устанавливают прижимную защитную стену. Также данный вид гидроизоляции можно разделить на два подвида:

1. Противонапорная при строительстве сооружений с напором водоносных горизонтов не превышает 8-10 м

2. Напорная подземная гидроизоляция при напоре свыше 10 м

Безнапорная гидроизоляция. Данный вид антифильтрационной гидроизоляции разработан для противостояния подземных сооружений обтеканию водой. Он применяется в промышленности для гидроизоляции подземных сооружений, находящихся ниже отметки грунтовых вод. Принцип его работы заключается в следующем: при напоре воды на выработку, антифильтрационная гидроизоляция обеспечивает поверхностный отвод, это осуществляется за счет нанесения на поверхность битумных мастик, осыпаемых сухим песком крупных фракций.

Капиллярная гидроизоляция. Этот вид антифильтрационной гидроизоляции используется для защиты подземной конструкции от воды, проникающей и поднимающейся вверх по микротрещинам, отверстия, следам усталостного разрушения конструкции и др. Принцип работы капиллярной гидроизоляции в следующем: материалы, направленные на капиллярную изоляцию проникают в бетон и пропитывают его, наделяя его влагонепроницаемыми свойствами. Этот способ чаще всего используется для

увеличения гидроизоляционных свойств и реконструкции материалов. Данный вид гидроизоляции можно отнести к внутренней гидроизоляции. [1]

Для того чтобы антифильтрационная гидроизоляция подземных сооружений выполняла свою основную функцию необходимо правильно подбирать гидроизоляционный материал.

1. В качестве материала для противонапорной гидроизоляции лучше всего будет использовать водонепроницаемые тяжелые бетоны марок М 500 и выше, на практике можно применять и бетоны марки М 400, который допускает лишь 4% проникновение воды, что можно устранить применением дополнительной внутренней гидроизоляцией капиллярного типа и внешней гидроизоляцией оклеечного типа.

2. В качестве материала для безнапорной гидроизоляции, устанавливаемой снаружи, следует брать эмульсии и мастики на основе битума с дальнейшей посыпкой их крупнофракционным песком. Это связано с их экономической выгодой перед цементосодержащими составами и обмазочными материалами, включающими в свой состав полимеры.

3. В качестве материала для капиллярной гидроизоляции следует использовать: микроцемент, который благодаря своему составу способен проникать в микротрещины, поры и капилляры, закрывая их собой.

Преимущества и недостатки антифильтрационной гидроизоляции. Самым главным преимуществом данного вида гидроизоляции является отсутствие недостатков, способных навредить конструкции. Это лучший вид гидроизоляции, применяемый в горном деле. [2]

Подводя итог всему вышесказанному можно сделать вывод, что антифильтрационная гидроизоляция является наиболее полным комплексом мер для предотвращения проникновения воды в горную выработку, а также является гидроизоляцией, способной защитить выработку от проникновения воды не по одному проникновению, а сразу по нескольким (противонапорная, безнапорная, капиллярная.).

### **Список литературы:**

1. Fediuk R.S., Yevdokimova Y.G., Smoliakov A.K., Stoyushko N.Y., Lesovik V.S. Use of geonics scientific positions for designing of building composites for protective (fortification) structures // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 8. Сер. "VIII International Scientific Practical Conference "Innovative Technologies in Engineering"" 2017. С. 012011.

2. Федюк Р.С., Смоляков А.К., Тимохин Р.А. Строительные материалы для войсковой фортификации // XVIII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри, с международным участием, посвященной 25-летию со дня образования Технического института (филиала) СВФУ Материалы конференции. Секции 1-3. 2017. С. 109-113.

3. Федюк Р.С., Смоляков А.К., Тимохин Р.А. Природные ресурсы и условия Приморского края с точки зрения строительного производства //

Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию рыбохозяйственного образования на Камчатке. В 2-х частях. Ответственный за выпуск Н.Г. Клочкова. 2017. С. 125-128.

**Кадочников Илья Владимирович**

## **ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ РАДИАЛЬНОГО ПОДШИПНИКА С ГАЗОВОЙ СМАЗКОЙ СУДОВЫХ ТУРБОМАШИН**

*Дальневосточный федеральный университет, Инженерная школа  
Кафедра судовой энергетики и автоматики  
Научный руководитель: Куценко Н. В., старший преподаватель*

**Аннотация.** На основе обзора исследований газовых подшипников, изучена возможность применения подшипников на газовой смазке в судовых турбокомпрессорах наддува. Также получена математическая модель распределения давления в подшипнике на газовой смазке и изучено влияние параметров подшипника на его несущую способность.

Ключевые слова: несущая способность, подшипник, газовая смазка, газостатические, газодинамические.

**Ключевые слова:** подшипники, турбомашины, суда, энергетические установки.

За последние несколько десятилетий ряд стран активно развивают подшипники с газовой смазкой. Причиной этого является изменение требований к энергетическим газотурбинным установкам. Получен достаточный опыт создания таких устройств при небольших размерах. В настоящее время существует несколько областей техники, в которых использование подшипников с газовой смазкой считается целесообразным:

- Замена шариковых подшипников, используемых в газотурбинных компрессорах, насосных станциях нефтепроводов и автономных электростанциях с газовыми опорами, которые не требуют смазки маслом;
- Криогенные и турбореактивные установки;
- Авиационные газотурбинные агрегаты.

Перспективным также является использование бесконтактных подшипников с газовой смазкой в турбореактивных установках и газоразделительных установках (детандеры). В этих случаях важно, чтобы охлаждающие продукты и газы не были загрязнены масляной смазкой.

Преимущество использования подшипников с газовой смазкой вместо шариковых подшипников в энергетических газотурбинных двигателях (ГТД) заключается в повышенной пожаробезопасности, уменьшении веса двигателя,

увеличении долговечности и сокращении эксплуатационных расходов и затрат на жизненный цикл (рис. 1).

По принципу создания подъемной силы подшипники делятся на газостатические, в которых подъемная сила создается внешним устройством подачи воздуха с высоким давлением, газодинамические, где сила создается взаимодействием движущихся частей вала с тонким вязким слоем подшипника и гибридные, которые сочетают оба процесса. Используя радиальный газостатический подшипник можно заставить вал вращаться, не касаясь неподвижных стенок. Для этого через систему сопел и дросселей (рис.1) газ из общего коллектора подается в зазор между валом и подшипником под избыточным давлением.

Традиционная схема газодинамического подшипника изображена на рис. 2. В корпусе подшипника имеются продольные прорезы, в которых закреплены лепестки из пружинной стали (на рис. 3 показано красным). Лепестки образуют сплошную поверхность.



Рис. 1. Схема газостатических подшипников [3]



Рис. 2: Типичная структура газодинамического подшипника [3]

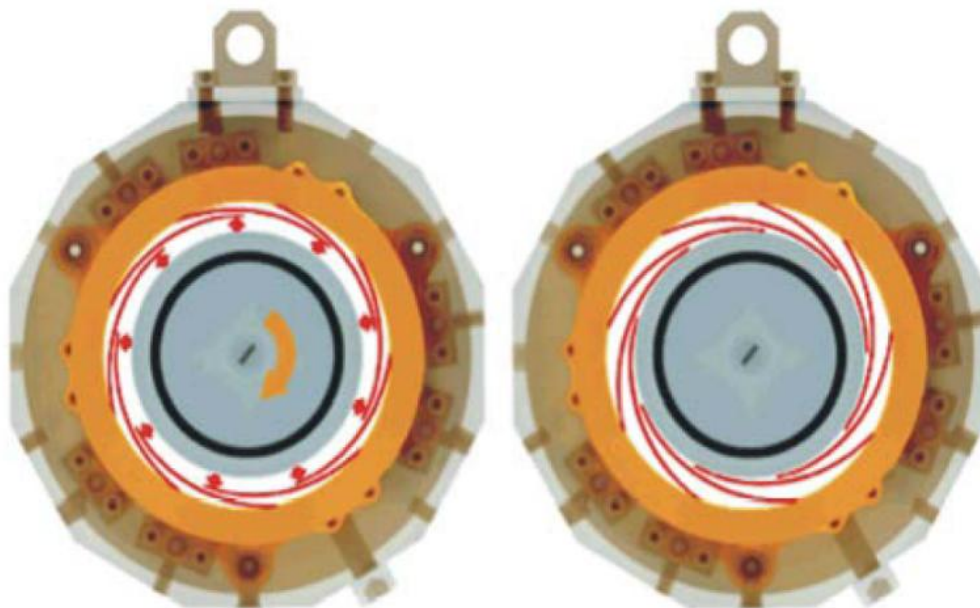


Рис. 3: Вал в газодинамическом подшипнике [3].  
Слева - аэродинамические силы, сгенерированные на лепестках при вращении;  
Справа – статичное состояние без вращения.

В начале вращения вала под влиянием эффекта Бернулли аэродинамические силы возникают на лепестках (рис.4, слева). По мере увеличения скорости эти силы растут до тех пор, пока их значения не будут достаточными для отделения лепестков от вала. Отсутствие контакта между валом и лепестками позволяет достичь очень высокой скорости вращения. Кроме того, эластичность лепестков позволяет им «отслеживать» колебания вала. Когда вал неподвижен, лепестки, благодаря своей эластичности, соприкасаются с поверхностью вала и поддерживают его в повешенном состоянии. Однако у газодинамических подшипников есть существенные недостатки. При каждом запуске и остановке происходит износ антифрикционного покрытия, нанесенного на поверхность лепестков, поэтому ресурс подшипников напрямую зависит от режима работы и количества запусков и остановок.

В ряде работ [3, 4] предлагается использовать вставку в газодинамический подшипник, один конец которого не фиксирован и может перемещаться под силами давления. Из-за того, что вкладыши разворачиваются вокруг неподвижной оси, ее поверхность оказывается под углом атаки к входящему потоку (рис.4). Это создает аэродинамическую силу. Чем выше скорость, тем больше сила.

Такие подшипники называются гибридными с самонастраивающимися вставками. При высоких скоростях вращения вала они работают как клин в газодинамическом подшипнике. Но, в отличие от газодинамических подшипников, этот подшипник полностью работает в бесконтактном режиме, так как в моменты запуска и остановки ротор поддерживается системой управления и подачи воздуха под давлением. Вал поднимается и плавает на

слое сжатого воздуха и только потом раскручивается. В номинальных условиях грузоподъемность гибридного подшипника обеспечивается аэродинамическими силами, генерируемыми вращающимися сегментами, то есть так же, как и в газодинамическом, что позволяет снизить расход воздуха почти до нуля. Таким образом, гибридные подшипники объединяют лучшие качества газостатических и газодинамических опор.

Скорость вращения вала и грузоподъемность увеличиваются, а рабочие условия становятся более строгими. На нынешнем этапе задача заключается в создании бесконтактных газовых подшипников для высокоскоростных тяжелых роторов турбомашин.

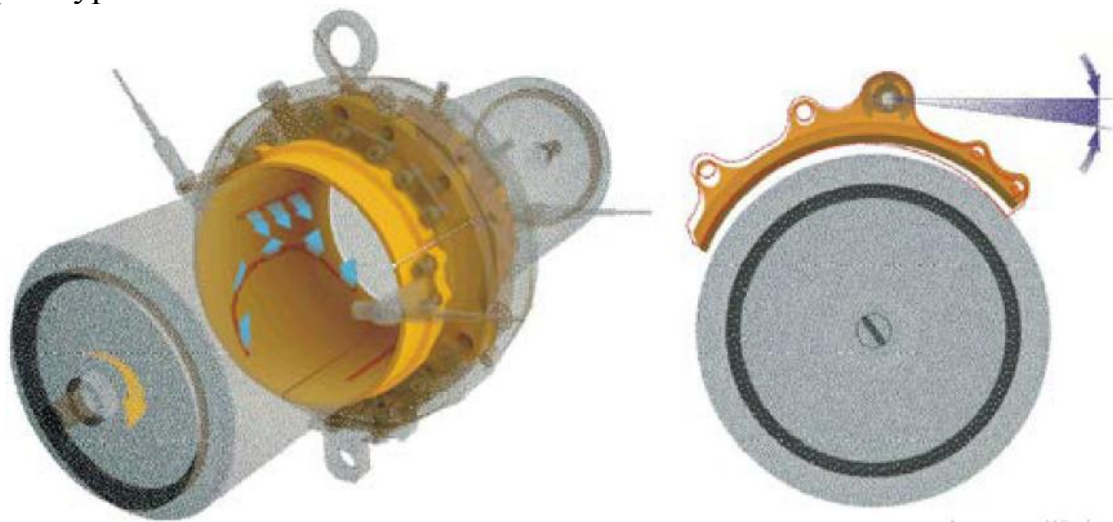


Рис. 4. Конструкция гибридного подшипника с вращающимися вставками [3].

Для создания подъемной силы такие подшипники могут использовать аэродинамический эффект Бернулли или подачу воздуха в зазор между статором и ротором под давлением. А также возможно объединить эти два эффекта.

В наше время скорости вращения валов и грузоподъемность увеличиваются, а рабочие условия становятся более строгими. На нынешнем этапе задача заключается в оптимизация работы радиального подшипника с газовой смазкой для высокоскоростных тяжелых роторов турбомашин.

Для проведения подобного исследования на кафедре Судовой энергетики и автоматики был разработан программный комплекс, который основывается на видоизмененном уравнении Рейнольдса для газовой смазки (1) и (2).

Уравнение Рейнольдса для газовой смазки:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{h^3}{\mu} \frac{\partial P^3}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{h^3}{\mu} \frac{\partial P^3}{\partial z} \right) = 12R\omega \frac{\partial(Ph)}{\partial z} \quad (1)$$

где  $h$  – толщина смазочного слоя;

$P$  – давление газа в слое;



$\mu$  – динамическая вязкость;

$R$  – радиус цапфы;

$\omega$  – угловая скорость цапфы;

$x, z$  – декартовы координаты;

$$\begin{aligned} \bar{P}_{i,k} = & \frac{\Delta z^{-2}}{2\Delta z^{-2} + 2\Delta x^{-2} \lambda^2} \left( \bar{P}_{i+1,k} + \bar{P}_{i-1,k} \right) + \frac{\lambda^2 \Delta x^{-2}}{2 \left( \Delta z^{-2} + \Delta x^{-2} \lambda^2 \right)} \left( \bar{P}_{i,k+1} + \bar{P}_{i,k-1} \right) \\ & + \frac{3\lambda^2 \Delta x^{-2} \Delta z \varepsilon \sin \theta_k}{4 \left( \Delta z^{-2} + 2\Delta x^{-2} \lambda^2 \right) \left( 1 - \varepsilon \sin \theta_k \right)} \left( \bar{P}_{i+1,k} + \bar{P}_{i-1,k} \right) - \frac{6\lambda^2 \Delta x^{-2} w R^2 \mu \Delta z^{-2} \sqrt{\bar{P}_{i,k}} \varepsilon \sin \theta_k}{\left( \Delta z^{-2} + 2\Delta x^{-2} \lambda^2 \right) c^2 P_s \left( 1 - \varepsilon \sin \theta_k \right)^3} - \\ & - \frac{6\omega \mu R^2 \lambda^2 \Delta x^{-2} \Delta z^{-2}}{4P_s c^2 \left( \Delta z^{-2} + 2\Delta x^{-2} \lambda^2 \sqrt{\bar{P}_{i,k}} \left( 1 - \varepsilon \sin \theta_k \right) \right)^2} \end{aligned} \quad (2)$$

Данный комплекс позволяет проводить изучение влияния параметров радиальных газовых лепестковых гибридных подшипников на несущую способность подшипника.

При помощи разработанного программного комплекса получены зависимости коэффициента несущей способности от числа Шейнберга при различной длине подшипника и несущей способности от диаметра питателей при различном давлении наддува. Например, изменяя конструктивный параметр, (длину подшипника), который входит в число Шейнберга несущая способность возрастает это говорит о газодинамическом влиянии в гибридной опоре. Другие зависимости, говорят о том, что давление наддува оказывает на несущую способность большее влияние, чем диаметр питателей, это показывает проявление газостатического эффекта.

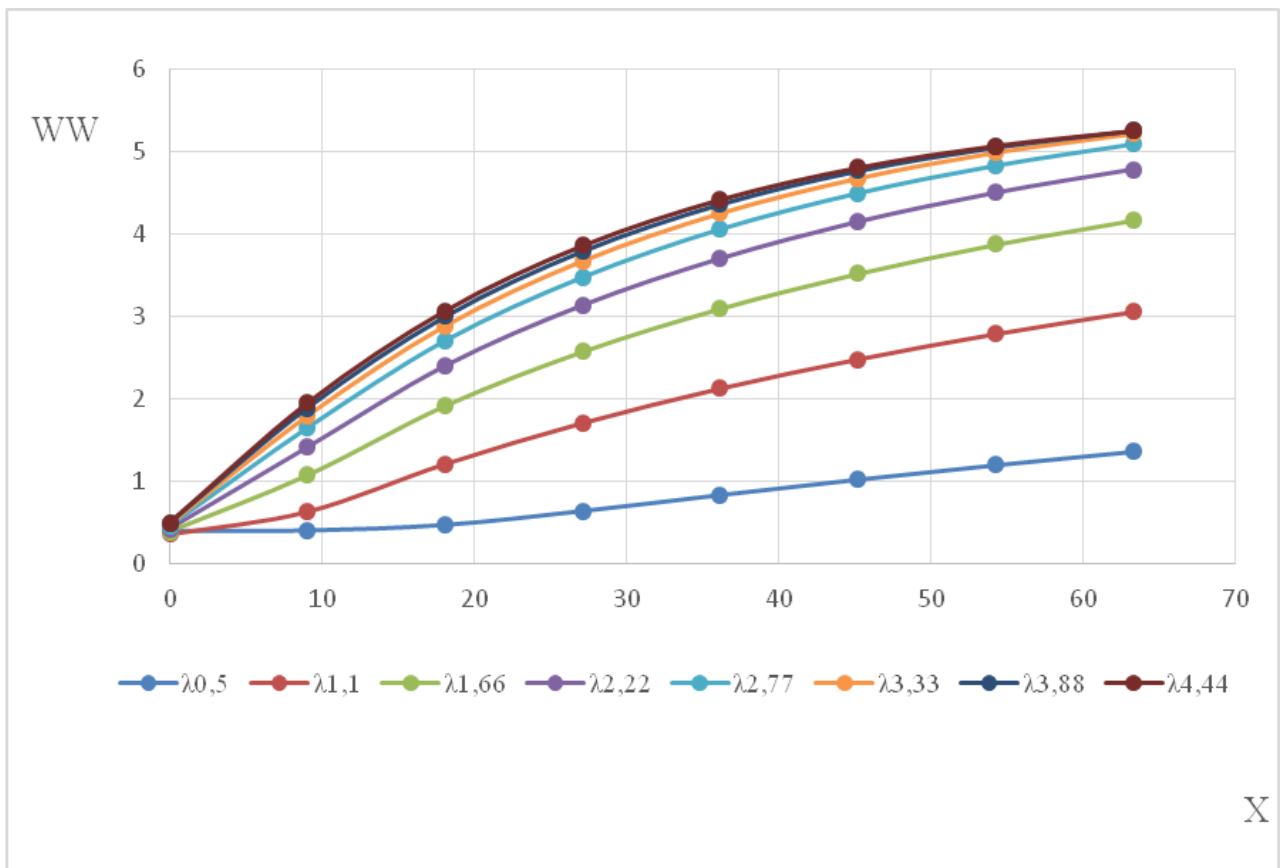


Рис. 5. Зависимость коэффициента несущей способности от числа Шейнберга и относительной длины подшипника.

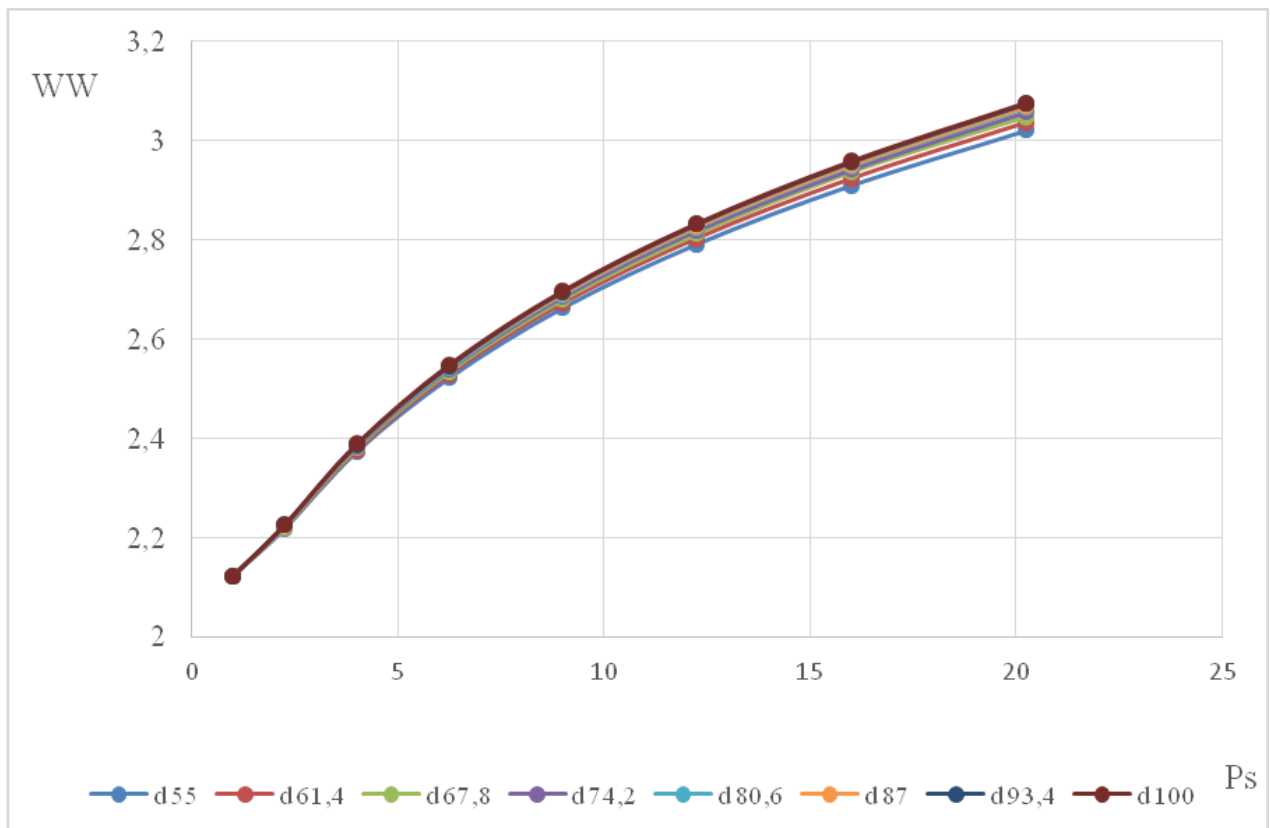


Рис. 6. Зависимость коэффициента несущей способности от давления наддува и диаметра питателей

### **Список литературы:**

1. Самсонов, А.И. Подшипники с газовой смазкой для турбомашин: монография / А.И. Самсонов; Дальневосточный государственный технический университет. — Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2009. — 292 с.
2. Никольский Л.П. Читаем чертежи верфи: Примеры – вопросы – ответы. – Л.: Судостроение, 1980, – 200 с.
3. Bhushan, B. and S. Gray, 1978. Static evaluation of surface coatings compliant gas bearings in an oxidizing atmosphere to 650 C. Thin Solids Films, International Conference on Metallurgical Coatings, San Francisco, California (issue 53), Elsevier.
4. Bulat, P.V. and V.N. Uskov, 2012. About the survey of oscillatory motion of the gas suspended rotor for turbo-refrigerating machines and expanders. Part I. Statement of the problem. Vestnik of International Academy of Refrigeration, 3: 3-7.
5. Beschastnykh, V.B. and Y.A. Ravikovich, 2010. Gas bearing for heavy gas turbine rotor. Experience in the design and implementation. Vestnik Moskovskogo Aviatsionnogo Instituta, 3, pp: 84-94.
6. Bulat, M. P. and P. V. Bulat, 2013. The History of the Gas Bearings Theory Development. Saint-Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint-Petersburg, Russia. World Applied Sciences Journal 27 (7), pp: 893-897

**Одинцова Алёна Павловна**

## **ТАРИРОВОЧНЫЙ СТЕНД ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ**

*Дальневосточный федеральный университет, Инженерная школа  
Кафедра судовой энергетики и автоматики  
Научный руководитель Грибиниченко Матвей Валерьевич, к.т.н.,  
зав. кафедрой СЭ и А.*

**Аннотация.** В настоящее время существует целый ряд проблем, связанных с надежностью, долговечностью и качеством машин, оборудования и механизмов, почти в каждой отрасли промышленности. Это обусловлено высоким ростом энерговооруженности предприятий. В свою очередь, необходимость увеличения надёжности и ресурса машин, оборудования и механизмов, подтолкнуло к развитию такое направление в науки, как техническая диагностика. Так как традиционные методы увеличения необходимых качеств либо исчерпали себя, либо требуют больших экономических и трудовых затрат.

**Ключевые слова:** крутильные колебания, тарирование, свободные частоты крутильных колебаний.

Техническая диагностика – это область знаний, охватывающая теорию, методы и средства определения технического состояния объектов без их разборки [1].

Одним из объектов наблюдения технической диагностики являются крутильные колебания, возникающие в валах и валопроводах различного рода машин и установок, в том числе судовых энергетических установок. Результатом возникновения крутильных колебаний являются напряжения, которые могут вызвать структурные изменения вала, вплоть до разрушения. Напряжения – одна из наиболее важных проблем в технической науке, которая является актуальной и по сей день.

Актуальность проблемы крутильных колебаний подтверждает большая заинтересованность многих современных ученых, преподавателей и студентов различных вузов данным вопросом. Исследования проводятся на базе таких образовательных учреждений как: ФГБОУ ВО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет)»; ГОУ ВО Владимирский государственный университет; ИНЭКА (Камская государственная инженерно-экономическая академия); Новосибирская государственная академия водного транспорта и т. д.

Целью работы является – стенд для тарирования измерительной аппаратуры, а также проведение исследований крутильных колебаний. При этом наибольшее внимание уделяется определению инерционных и упругих свойств деталей механизмов и валов.

Для достижения поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

1. Эскизный проект тарировочного стенда.
2. Проведение прочностных расчётов подшипников, валов и расчётов частот крутильных колебаний.
3. Составление документации.
4. Проведение и анализ испытаний спроектированного стенда.

На кафедре судовой энергетики и автоматики развивается научное направление по повышению эффективности анализа крутильных колебаний, основной задачей которого является определение наиболее точного метода расчёта крутильных колебаний.

Крутильные колебания являются одной из причин возникновения опасных напряжений в валопроводах судовых энергетических установок (СЭУ). Их изучение и определение является обязательной частью при проектировании и модернизации СЭУ.

Для расчёта крутильных колебаний рассматриваются несколько методов:

1. Первый метод заключался в использовании классических приемов расчета установки на крутильные колебания, который используется на протяжении более полувека.

2. Второй метод заключался в использовании классических приемов расчета установки на крутильные колебания, с помощью программного продукта Solid Works.

3. Третий метод заключался в использовании программного продукта Solid Works для расчёта установки на крутильные колебания.

Определение наиболее точного метода производится путём их сравнения с экспериментальными данными, полученными в результате торсиографирования, т.е. измерения крутильных колебаний.

Торсиографирование в свою очередь производится на оборудовании, которое и является объектом тарирования или калибровки.

Оборудование представляет собой измерительный комплекс, включающий в себя: анализатора; лазерной головки с виброметром; акселерометров; тахопробника.

Для того чтобы удостовериться в правильности экспериментальных данных, необходимо произвести тарирование измерительного оборудования с помощью проектируемого стенда. Тарирование — процесс проверки показаний приборов (установление величин погрешностей приборов) с помощью других контрольных приборов.

Установка представляет собой стенд для тарирования и калибровки вибродиагностического оборудования (рис.1).

Цели проектирования установки:

1. Возможность возбуждать собственные частоты крутильных колебаний.

2. Возможность проводить расчёты собственных частот крутильных колебаний.

Как частность возможность произвести расчёт свободных частот крутильных колебаний классическими методами, провести эксперимент и сравнить результаты расчётов и эксперимента между собой. Если ошибка будет составлять до 5%, то мы делаем вывод, что эксперимент достоверен, как следствие, оборудование точное.

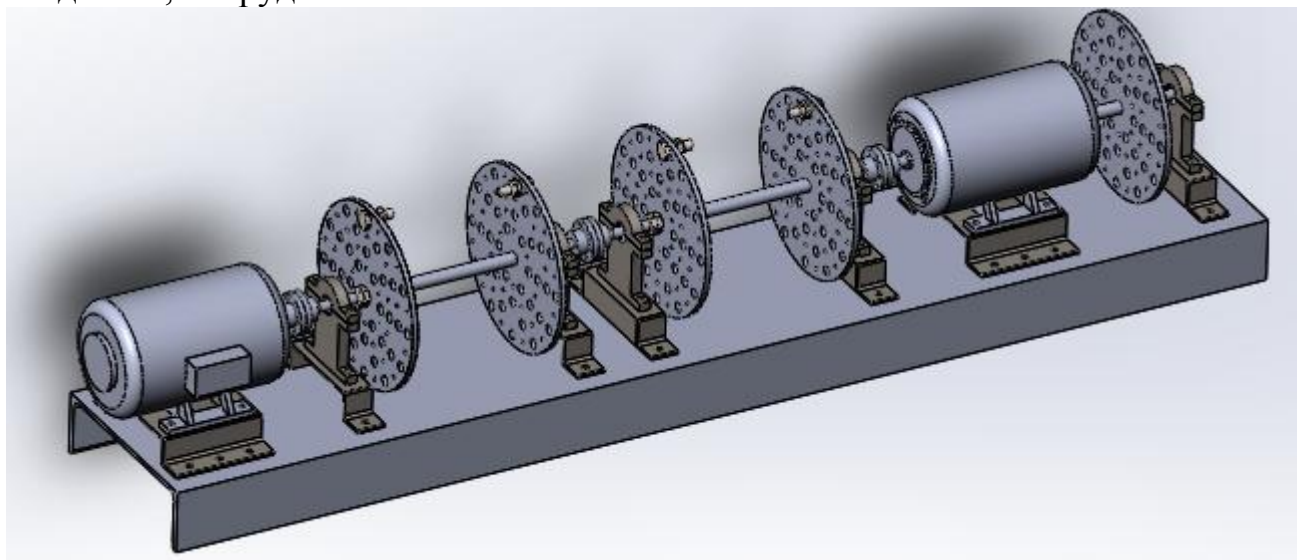


Рис. 1. Стенд для тарирования и калибровки вибродиагностического оборудования

Стенд состоит из: фундамента; рамы под электродвигатель; рамы под генератор; опоры под стойку (4 шт.); стойки (4 шт.); вал (2 шт.); подшипников качения (4 шт.); электродвигателя; генератора; дисков (4 шт.); полумуфт вала (4 шт.); полумуфт электродвигателя и генератора (2 шт.); демпфер крутильных колебаний.

Демпфер крутильных колебаний, который необходим для проведения более подробных и точных расчетов, находится в разработке.

#### **Список литературы:**

1. ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика Термины и определения. Введ. 1991-01-01. М.: ИПК Изд-во стандартов, 1989. 10 с.: ил.

2. Зиле А.З., Тарадай Д.В., Томашевский С.Б., Шуранова Ю. А. Описание полезной модели к патенту №154365. Стенд для исследования крутильных колебаний ротора машины с имитацией их путём углового колебательного воздействия на бесконтактный датчик. Н.отс. 18.04.2014. Фонд поддержки научной, научно – технической и инновационной деятельности «Энергия без границ»;

3. Халявкин А.А., Сафонова Н.А., Кудасов А.Г., Мещеряков В.Н и др. Описание полезной модели к патенту №180727. Установка для исследования продольных, поперечных и крутильных колебаний насосно – компрессорное оборудование. Н.отс. 21.12.2017. Общество с ограниченной ответственностью «Газпром добыча Астрахань»;

4. Кушиер Г.А., Халявкин А.А., Мамонтов В.А. Описание полезной модели к патенту №156856. Установка для исследования продольных, поперечных и крутильных колебаний системы валопровода судов. Н.отс. 05.05.2015. ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет».

**Чумаков Максим Сергеевич**

### **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ГАЗООХЛАЖДАЕМОГО РЕАКТОРА С ГАЗОТУРБИНОЙ УСТАНОВКОЙ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА ДЛЯ ПРИВОДА ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА МОЩНОСТЬЮ 8 МВт**

*Дальневосточный федеральный университет, инженерная школа,  
кафедра судовой энергетики и автоматики  
Научный руководитель: проф. Дидов Владимир Викторович*

**Аннотация.** В настоящее время атомная энергетика на основе технологии водо-водяных реакторов занимает достойное место в сфере производства электроэнергии. Однако, более 60 % всех топливных ресурсов используется в

промышленности для получения технологического тепла, на транспорте в качестве топлива для двигателей и для коммунального теплоснабжения.

Дальнейшее расширение рынка атомной энергетики в «неэлектрической сфере» возможно путем внедрения высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов. Конструктивные особенности этих реакторов позволяют получить температуры гелиевого теплоносителя до 950°C, что было доказано опытом эксплуатации зарубежных газоохлаждаемых реакторов.

**Ключевые слова:** ВТГР, ГТУЗЦ, расчет турбины, расчет компрессора, рекуператор, концевой охладитель.

Одним из перспективных направлений применения ЯЭУ с ВТГР – создание ВТГР с ГТУЗЦ малой мощности. Размещение в едином блоке реактора и газотурбинной установки с гелиевой турбиной может использоваться в качестве компактных автономных энергоисточников для надводных, подводных и труднодоступных наземных объектов, отделенных от внешней инфраструктуры (рис. 1).

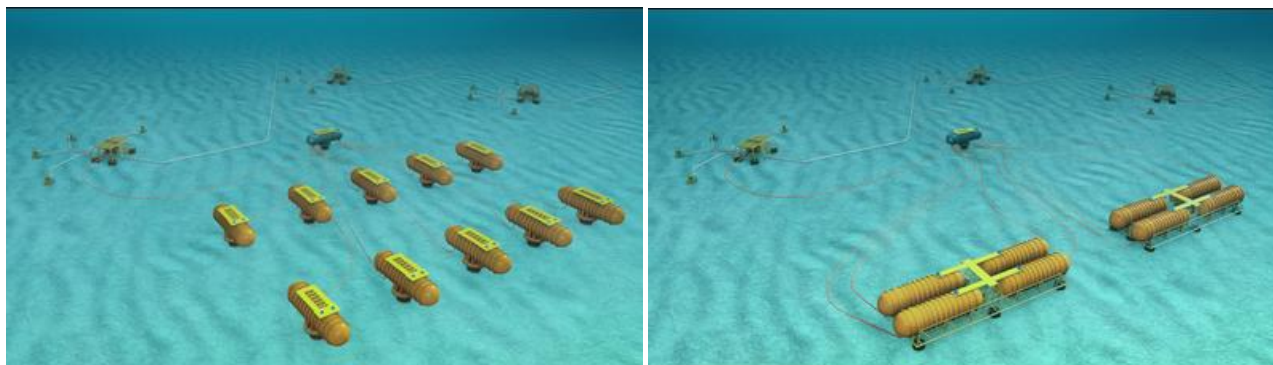


Рис. 1. Пример использования блоков электроснабжения для подводного размещения

Данный блок оборудован для полностью автономной работы без обслуживающего персонала. Пример компоновки представлен на рис.2.

Характеристики автономного модуля:

Полезная единичная электрическая мощность, МВт – 8-12;

Глубина размещения, м – до 400;

Назначенный срок службы, лет – 30;

Назначенный срок службы до заводского ремонта, лет – 15.

1-м этапом проектирования является создания принципиальной схемы ВТГР с ГТУЗЦ, для автономного блока целесообразно использовать схему, представленную на рис.3. Данная схема предложена НИЦ «Курчатовский институт» совместно с «ОКБМ Африкантов», и удовлетворяет условиям использования в автономных блоках.

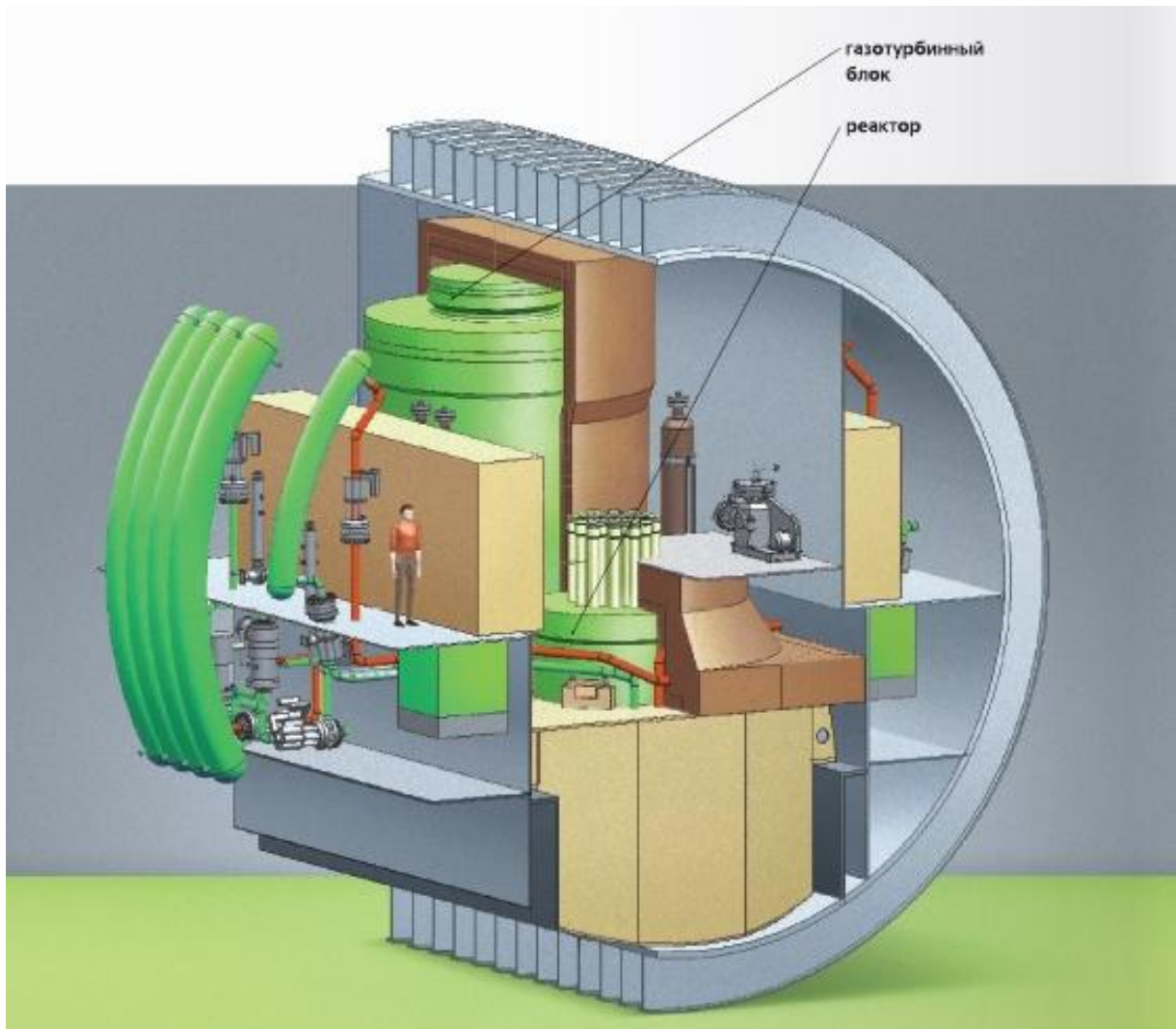


Рис. 2. Пример компоновки автономного блока

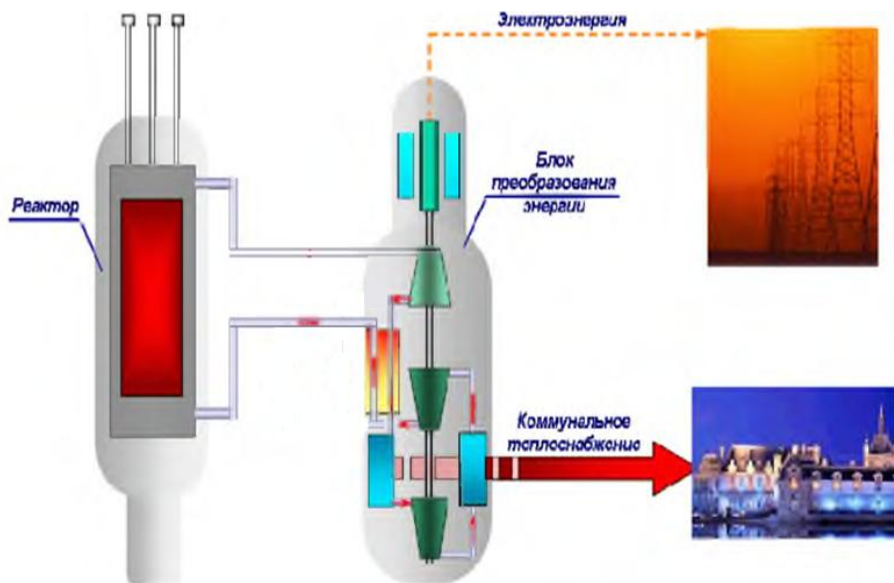


Рис. 3. Принципиальная схема ВТГР с ГТУЗЦ



2-м этапом проектирования является выбор прототипа и расчет активной зоны ВТГР. В данной работе в качестве прототипа был использован американский ВТГР, был проведен анализ его конструкции и основываясь на полученных результатах был рассчитан и смоделирован ВТГР для ЯЭУ на 8 МВт (рис.4).

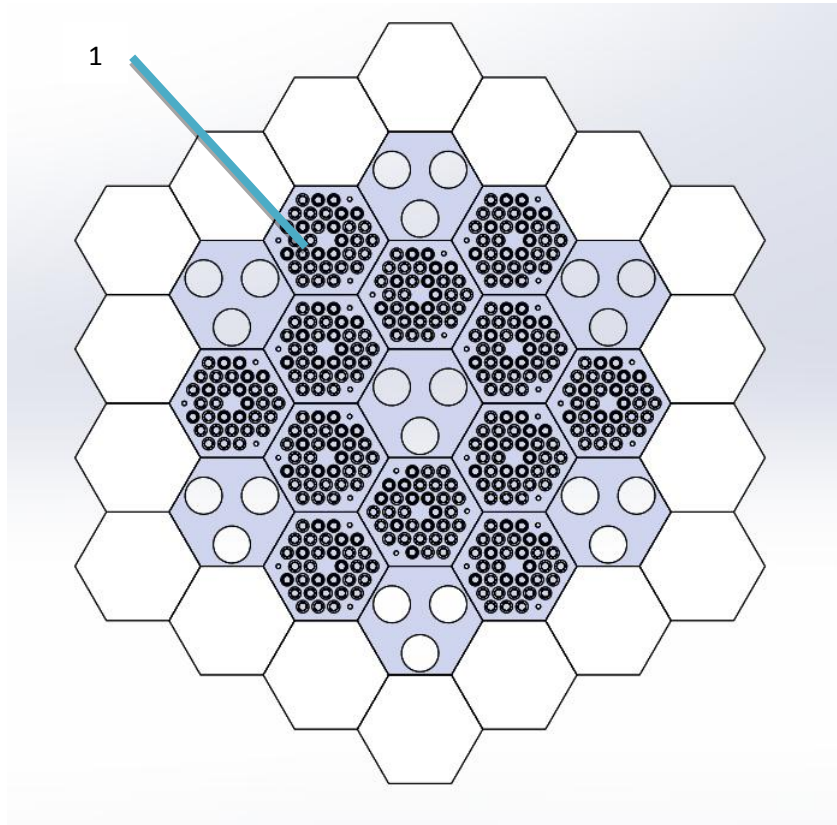


Рис. 4. Активная зона ВТГР для установки мощностью 8 МВт.

Активная зона установки имеет сотообразный набор топливных блоков (поз.1, рис.4), управляющих блоков и отражателей. Каждый топливный блок включает в себя 33 топливных стержня которые в свою очередь состоят из 14 топливных компактов (рис. 5-7).

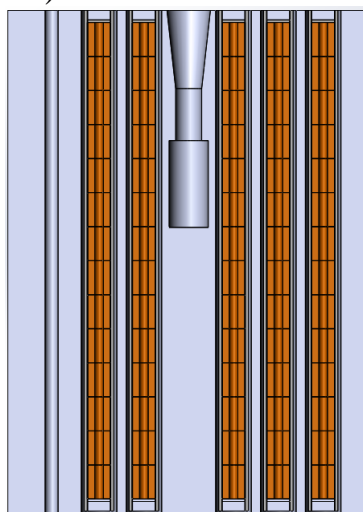


Рис. 5. Топливный блок



Рис. 6. Топливный стержень

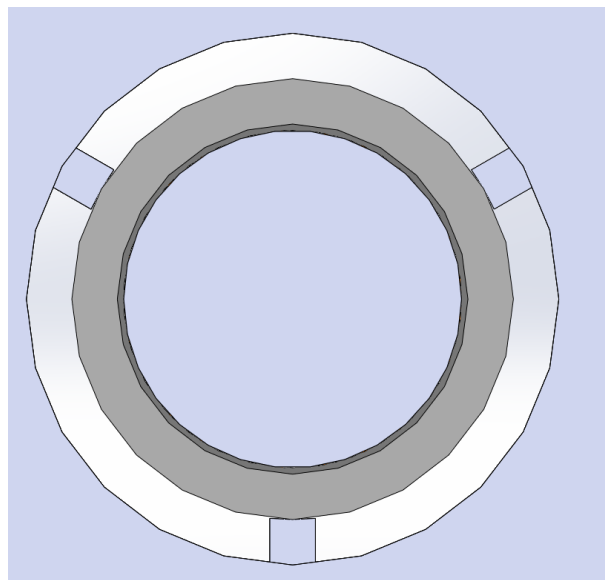


Рис. 7. Конструкция канала для охлаждения топливного стержня ВТГР

Получив габаритные размеры активной зоны ВТГР и рассчитав параметры рабочего тела (гелия) была произведена оценка параметров гелия, протекающего в канале по средствам программного компонента COMSOL. Расчетная модель представлена на рис. 8. Результаты расчетов представлены на рис. 9.

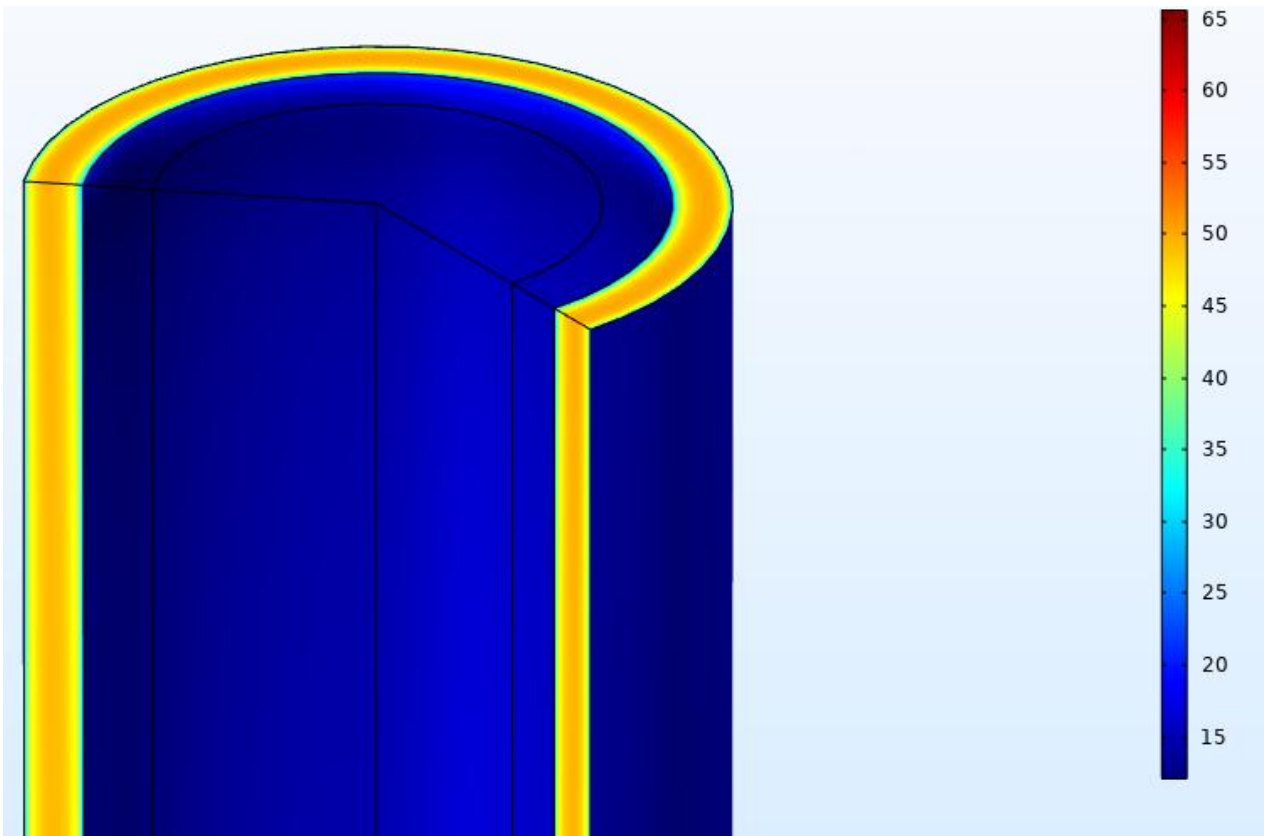


Рис. 8. Расчетная модель канала ВТГР

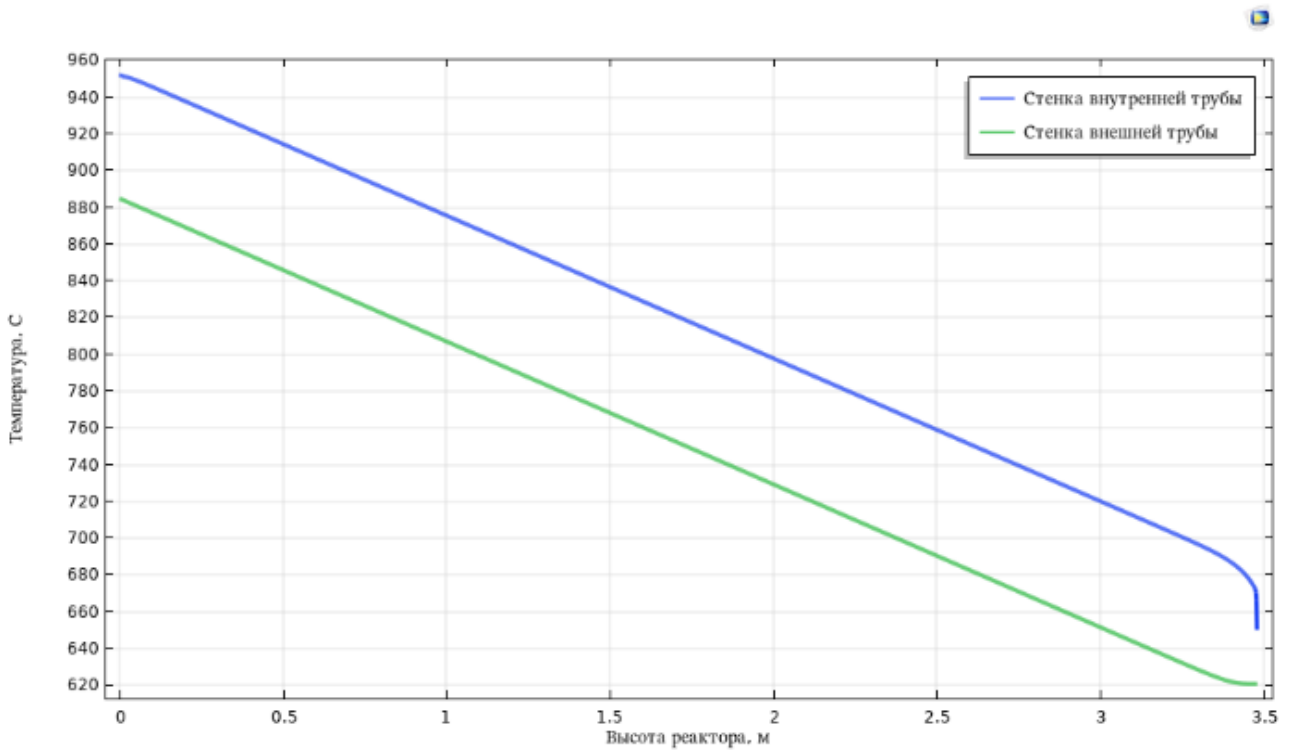


Рис. 9. Результаты оценки течения гелия по каналу

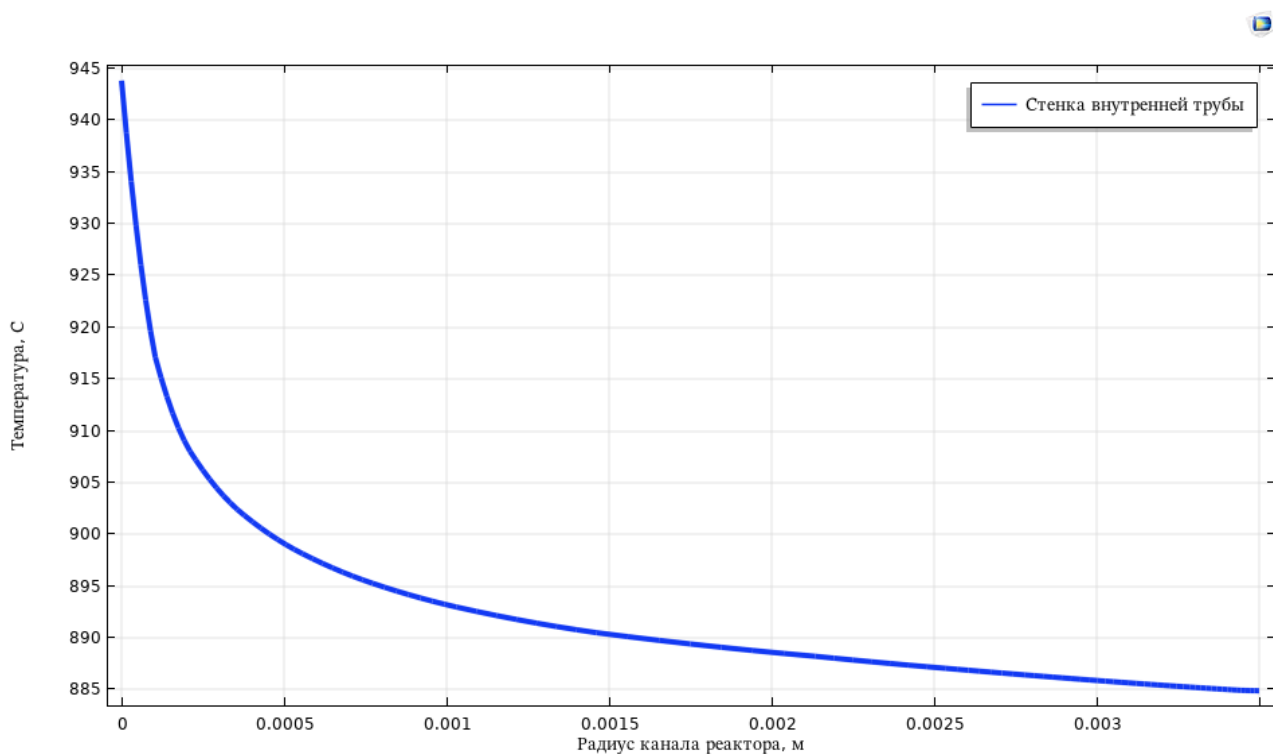
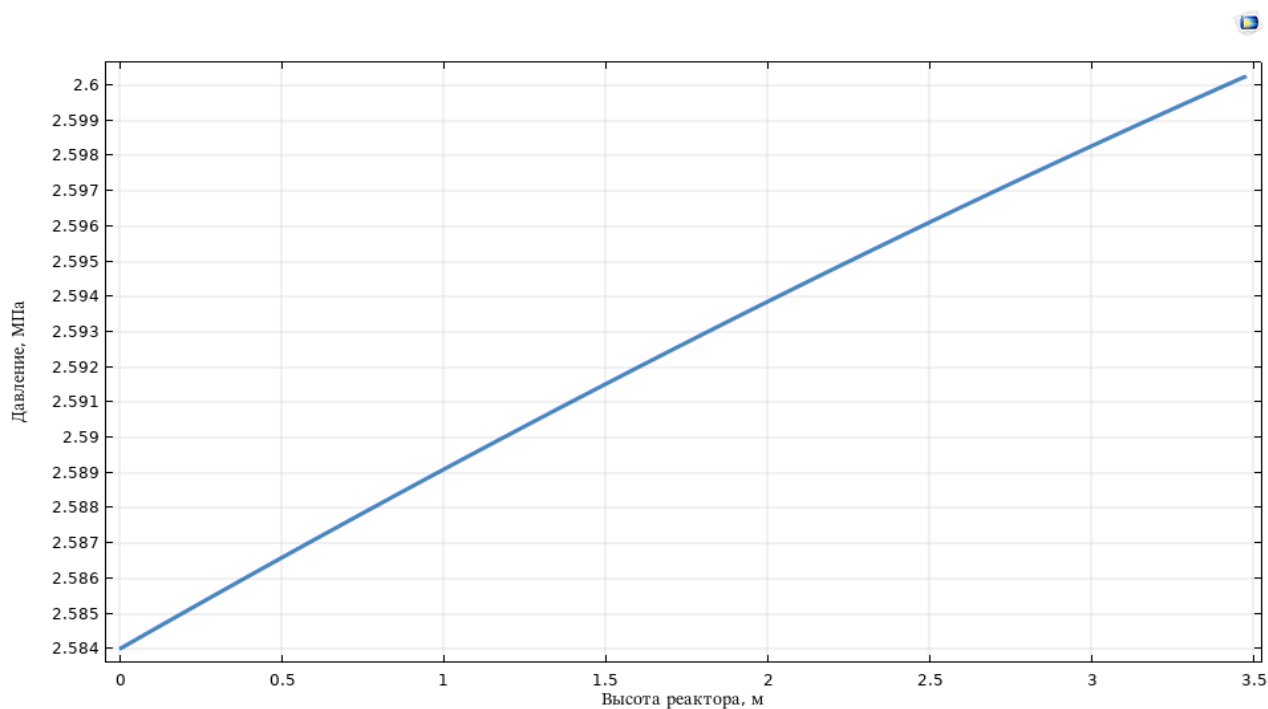


Рис. 9. Результаты оценки течения гелия по каналу (продолжение)

3-й этап проектирования – предварительный расчет теплообменных аппаратов, а именно рекуператора и конечного охладителя. Изначально выполняется предварительный расчет данных агрегатов с использованием полученных значений в тепловом расчете замкнутого цикла ГТ. Затем моделируем теплообменник в программном компоненте COMSOL для уточнения и проверки полученных данных. На данный момент разработана программа для расчета теплообменных аппаратов типа «труба в трубе». И принимаем использование данного типа для проектируемой установки. Расчет в

Comsol представляет собой решение осесимметричной задачи, в которой представлена одна трубка теплообменного аппарата и омывающая среда (рис. 10). По полученным данным можно оценить выбранную длину трубок теплообменного аппарата, сопротивление горячего плеча и холодного, интенсивность процесса теплообмена. Полученные результаты представлены рис.11.

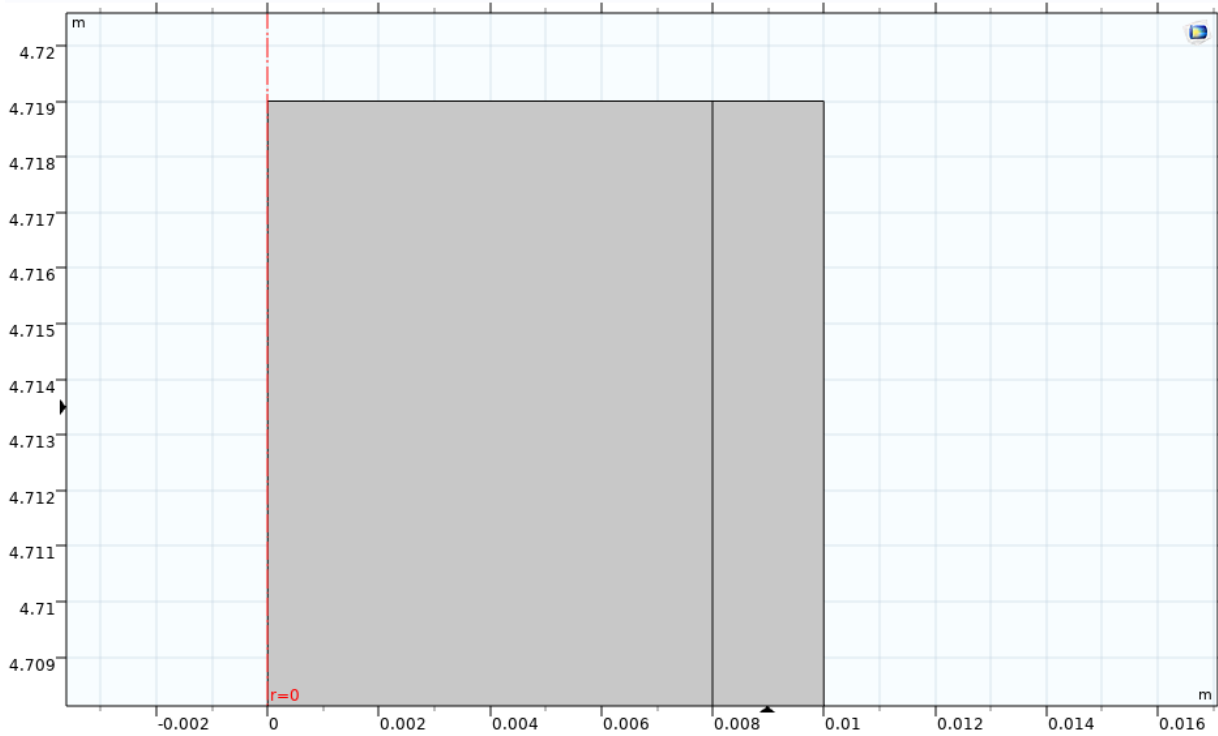


Рис. 10. Геометрия для решения осесимметричной задачи в Comsol

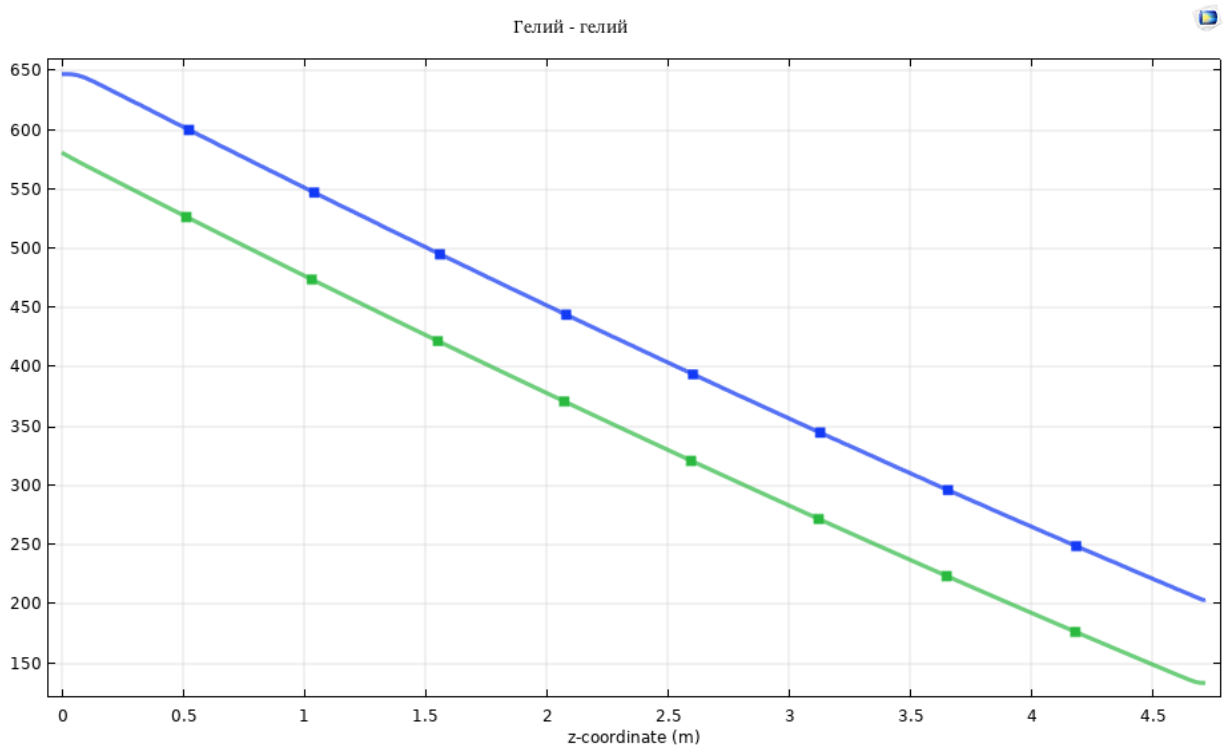


Рис. 11. Результаты расчета рекуператора в Comsol'e

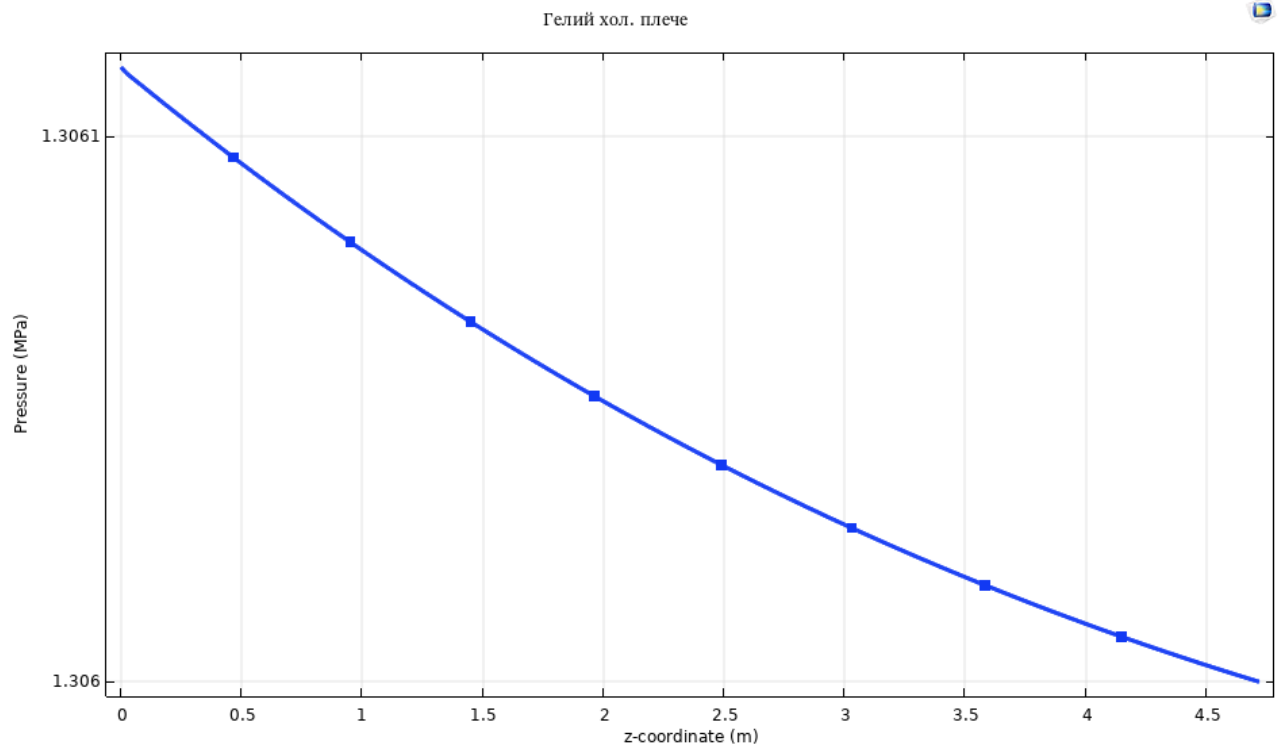
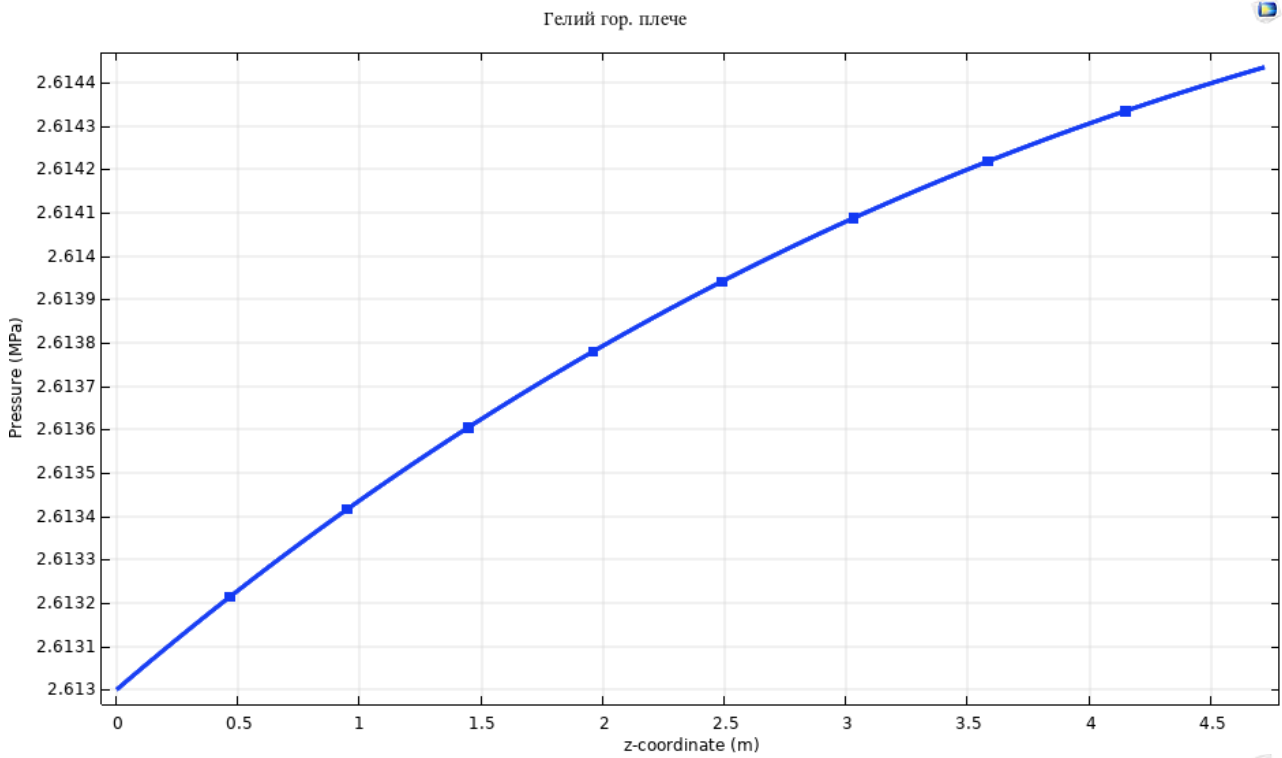


Рис. 11. Результаты расчета рекуператора в Comsol'е (продолжение)

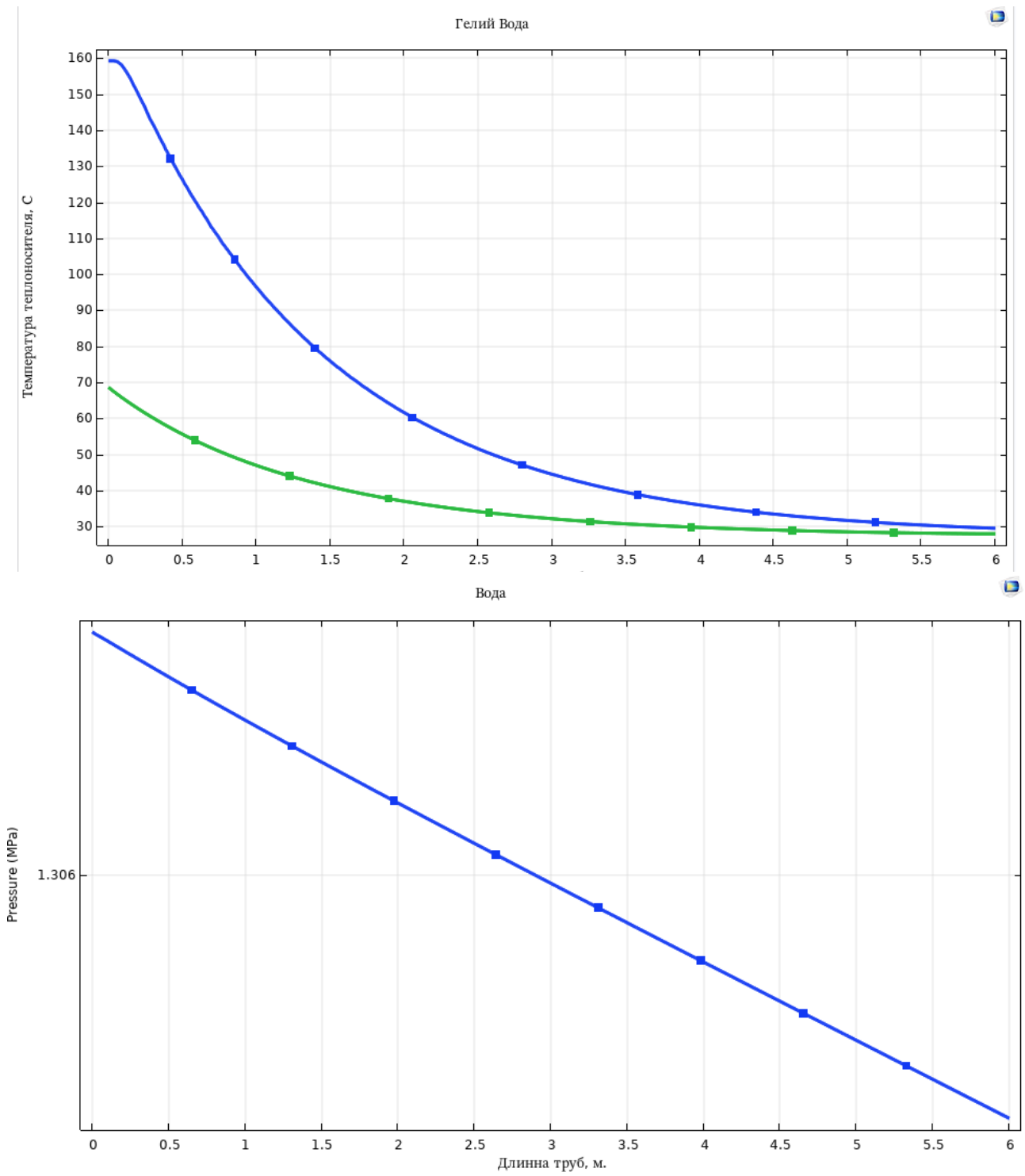


Рис. 12. Результаты расчета конечного охладителя в Comsol'e

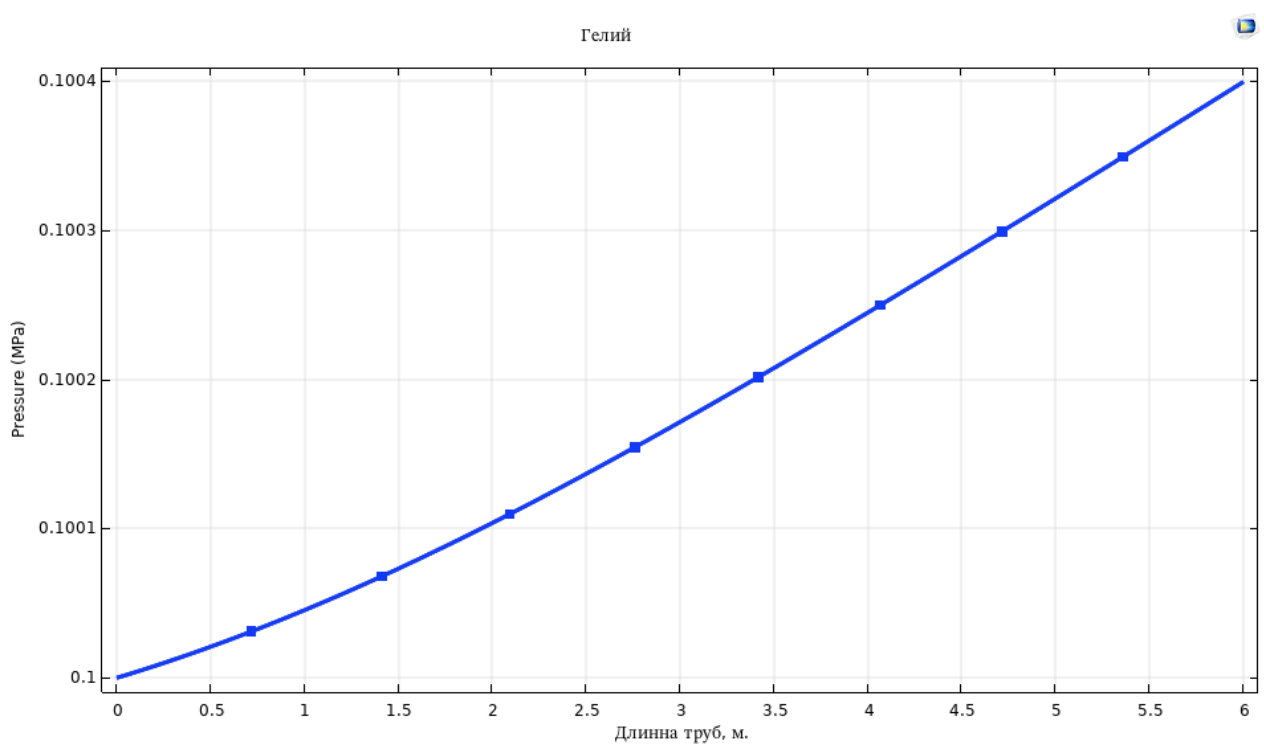


Рис. 12. Результаты расчета конечного охладителя в Comsol'e (продолжение)

Завершающим этапом проектирования является построение твердотельной модели автономного энергетического блока с ЯЭУ. Данный этап сопряжен с решением множества вопросов по конструктивным особенностям установки: по расположению ГТУ, тип используемых подшипников, исследования роторов на колебания при различных внешних условиях и частотах вращения. Рассматриваемые типы подшипников для данной установки – пассивные магнитные, активные магнитные, газостатические, шариковые подшипники в роли страховочных.

**Вывод:**

Создание энергетических блоков для автономного использования является перспективным направлением энергетики т.к. позволяет решить довольно актуальную проблему обеспечения электроэнергией труднодоступные арктические районы. Хотя, данное направление развития энергетики является затратным и сопряжено с необходимостью решать многие технические и технологические вопросы, оно является перспективным направлением за счет явного преимущества перед другими типами ЯЭУ, а именно возможность получения гелия более  $900^{\circ}\text{C}$ . Такая температура позволяет производить водород с помощью высокотемпературного электролиза пара, а так же обеспечивать коммунальным теплоснабжением населенный пункт. Таким образом за счет возможности глубокой утилизации тепла данная установка обладает значительно большим КПД по сравнению с водо-водяными реакторами.



### **Список литературы:**

1. Сапожников А.В. Конструирование трансформаторов. М.: Госэнергоиздат. 1959.
2. Пиотровский Л.М. Электрические машины, Л.: Энергия, 1972.
3. Вольдек А.И. Электрические машины, Л.: Энергия, 1974.
4. Тихомиров П.М. Расчёт трансформаторов. Учебное пособие для вузов. М.: Энергия, 1976. - 544 с.
5. Электромагнитные расчёты трансформаторов и реакторов. - М.: Энергия, 1981 - 392 с.
6. Электрические машины: Трансформаторы: Учебное пособие для электромеханических специальностей вузов/ Сергеенков Б.Н., Киселёв В.М., Акимова Н.А.; Под ред. Копылова И.П. - М.: Высш. шк., 1989 - 352 с.
7. Силовые трансформаторы. Справочная книга / под ред. Лизунова С.Д., Лоханина А.К. М.: Энергоиздат 2004. - 616 с.
8. Атабеков Г.И. Основы теории цепей, Лань, С-Пб.,- М.,- Краснодар, 2006.
9. Котенёв С.В., Евсеев А.Н. Расчёт и оптимизация тороидальных трансформаторов. - М.: Горячая линия - Телеком, 2011. - 287 с.
10. Евсеев А.Н. Расчёт и оптимизация тороидальных трансформаторов и дросселей. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Горячая линия - Телеком, 2017. - 368 с.
10. Герасимов В.Г., Кузнецов Э.В., Николаева О.В. Электротехника и электроника. Кн. 1. Электрические и магнитные цепи. - М.: Энергоатомиздат, 1996. - 288 с.

**Шмаригин Алексей Сергеевич, Битуев Александр Васильевич**

### **ОБЗОР СОВРЕМЕННОЙ И ПЕРСПЕКТИВНОЙ ТЕХНИКИ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА**

*Восточно-сибирский государственный университет технологий и управления,  
г. Улан-Удэ*

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток*

**Аннотация.** Дорожное строительство – отрасль строительства, занимающаяся проектированием, строительством, ремонтом и техническим обслуживанием дорог. Для выполнения всех этих работ, как и в любой другой отрасли строительства, необходимо применять специальную технику. На российском рынке существует большое многообразие такой техники, причем как зарубежного, так и отечественного производства. Несмотря на обилие зарубежной строительной техники и жесткую конкуренцию по всем техническим и маркетинговым фронтам, отечественные производители твердо удерживают свои позиции на стройках и дорогах страны. Более, того постоянно модернизируют модельный ряд, привнося в свою продукцию технические и

дизайнерские инновации. В данной обзорной статье, я бы хотел рассмотреть некоторые новинки российской техники, которые в будущем имеют все шансы занять свою нишу в дорожном строительстве.

**Ключевые слова:** техника, тактико-технические характеристики, дорожное строительство, комбинация методов.

#### «КАМАЗ»

Несколько новых моделей самосвалов выпустила широко известная на российском рынке компания «КАМАЗ», занимающаяся производством дизелей и дизельных грузовых автомобилей.

На автомобильном заводе «КАМАЗа» Госкорпорации «Ростех» сошли с конвейера первые самосвалы нового модельного ряда КАМАЗ-6580 и КАМАЗ-65802. На очереди – КАМАЗ-65801.

Эти машины – представители тяжёлого ряда семейства перспективных автомобилей, на которые будет устанавливаться самосвальная платформа. Они предназначены для работы на строительных площадках, горных карьерах, в сельском хозяйстве. Предполагается, что новые модели постепенно заменят на дорогах России самосвалы КАМАЗ-6520 и КАМАЗ-65201.

У самосвалов новый, более мощный силовой агрегат на базе двигателя Cummins серии G. Он порадует водителей эффективностью расхода топлива и снижением затрат на эксплуатацию. По словам ведущего инженера-технолога Дмитрия Жилиева, принцип сборки здесь тот же, что и на КАМАЗ-5490: «Но в конструкции есть принципиальные изменения. Это самосвал: грузоподъёмность у КАМАЗ-6802 – 26 тонн, многие кронштейны усилены. Сейчас подбираем оборудование для затяжки особо ответственных узлов, заказ на его изготовление будет размещён на ремонтно-инструментальном заводе».

#### «Уралвагонзавод»

После передачи «Уралвагонзавода» госкорпорации «Ростех» был разработан план по модернизации производства, в результате чего, «Уралвагонзавод», занимающийся созданием военной и железнодорожной техники, возвращается на рынок дорожно-строительной техники с презентацией двух новых экскаваторов.

На головном предприятии корпорации УВЗ в Нижнем Тагиле полным ходом идут работы по созданию первого опытного образца гусеничного экскаватора ЭО-41211А массой 23 тонны. На очереди – опытный образец колесного экскаватора ЭО-33222А, массой 19 тонн. Образцы разрабатывают специалисты Уральского конструкторского бюро транспортного машиностроения».

В корпорации считают, что в рамках действия программы по импортозамещению и в условиях нестабильного курса валют, современная дорожно-строительная техника «Уралвагонзавода» будет востребована и найдет широкое применение в стране.

Новые гусеничные и колесные экскаваторы Уралвагонзавода по своим характеристикам соответствуют мировым образцам, поэтому с импортными

аналогами конкуренция будет в первую очередь ценовая. Экскаваторы отличаются от ранее выпускаемых обновленным дизайном и повышенными техническими характеристиками.

Перед проектированием экскаваторов был проведен технико-экономический анализ, в результате которого определили оптимальный состав комплектующих по показателю «цена-качество». Так, ставку сделали на прецизионную гидравлику производства Южной Кореи. При выборе двигателя предпочтение было отдано современному ярославскому L-образному четырехцилиндровому дизельному двигателю ЯМЗ-534, разработанному «с нуля».

В тагильских машинах реализован ряд функций и конструктивных особенностей, повышающих их конкурентоспособность. Электронное управление двигателем и электронное регулирование мощности гидросистемы обеспечивают оптимальные режимы работы и экономию топлива. Экскаваторы оснащены предпусковым подогревателем с таймером, облегчающим запуск двигателя при низких температурах.

Функция «самовытаскивание» обеспечивает возможность совмещения движения экскаватора с подтягиванием рабочим оборудованием, а функция автоматического увеличения давления при передвижении экскаватора – увеличивает его проходимость. Система снабжена современной приборной панелью управления, которая кроме информирования о параметрах работы двигателя и гидросистемы, выводит сообщения о необходимости технического обслуживания и сигнализирует о неисправностях.

Конструкторы подумали и о комфорте операторов. Эргономичное сиденье снабжено подвеской и инерциальным ремнем безопасности. Положение, высота посадки и наклон спинки регулируются в широком диапазоне, обеспечивая высокий уровень комфорта. Климатическая установка поддерживает комфортную температуру внутри кабины в любое время года.

По желанию заказчика экскаваторы Уралвагонзавода будут оснащены дополнительным оборудованием, в состав которого кроме основного ковша входят: рыхлитель; траншейный ковш; увеличенный ковш; ковш для сыпучих материалов; двухчелюстной копающий грейфер; ковш-планировщик с приводом наклона ковша и другое оборудование.

#### «РМ-Терекс»

Компания «РМ-Терекс» корпорации «Русские машины» (промгруппа «Базовый Элемент») представила новинки строительно-дорожной техники – фронтальный погрузчик TL 150 и образцы гусеничных экскаваторов серии TX класса 27 и 30 т.

Новые машины будут выпускаться на производственных площадках «Тверской экскаватор» и «Челябинские строительно-дорожные машины».

Фронтальный погрузчик TL 150 – это принципиально новая для отечественного рынка машина в сегменте колесных погрузчиков грузоподъемностью 5 т. Модель отличает компактная конструкция и высокая маневренность, значение по высоте выгрузки является максимальным в классе.

Рабочее место оператора оборудовано эргономичным сиденьем, регулируемой по высоте и углу наклона рулевой колонкой. В стандартное оснащение входит климатическая система, состоящая из кондиционера, отопителя, сменного воздушного фильтра и системы распределения воздушных потоков.

Для повышения безопасности при работе на погрузчик установлена камера заднего вида с выводом изображения на многофункциональный дисплей. Привод вентилятора с пропорциональным автоматическим управлением Fan Drive обеспечивает оптимальный температурный режим работы двигателя. Управление системами автоматического позиционирования и стабилизации ковша осуществляется непосредственно с приборной панели, включающей LCD дисплей.

Гусеничные экскаваторы серии TX класса 27 и 30 т изготовлены в богатой стандартной комплектации: камера заднего вида, эргономичное сидение оператора, климатическая система, аудиосистема, LCD дисплей, система централизованной смазки рабочего оборудования и поворотного устройства, механизм поворота платформы с автоматическим тормозом, система удаленного мониторинга рабочих параметров, дополнительные элементы освещения и независимый жидкостный предпусковой подогреватель двигателя.

Экскаваторы данного класса предназначены для выемки и перемещения породы в карьерах, масштабного дорожного и промышленного строительства, использования в нефтегазовой отрасли.

Уникальная модель семейства TX – экскаватор 210 «Премиум». Ее отличительной чертой является эксклюзивный интерьер кабины, отделанной натуральной кожей черного цвета с применением шумо-виброизоляционных материалов, оборудованной анатомическим креслом с электроприводом сидения, холодильной камерой, светодиодной подсветкой салона с выбором цвета. Стильный дизайн экстерьера подчеркивают тонированные стекла, нестандартное лакокрасочное покрытие, хромированные детали и осветительные элементы би-ксенон.

Для дополнительного удобства экскаватор оборудован электро-стеклоподъемниками и системой омывателя ветрового стекла с подогревом. Запуск двигателя (ЯМЗ 536) осуществляется дистанционно. Правда целевая группа такой модификации не совсем ясна – экскаватор-«лимузин» сгодится разве что генеральным директорам или олигархам – душу потешить, из разряда – чем бы себя еще удивить. Но, время покажет. Возможно, усилия заводчан в этом проекте окажутся ненапрасными.

#### «ЧЕТРА»

ОАО "Промтрактор" приступило к типовым испытаниям модернизированного бульдозера Т-9 с новым отечественным дизельным двигателем Д-3041-5 производства Алтайского моторного завода (концерн "Тракторные заводы").

Основная задача проводимых работ – отказаться от сторонних поставщиков комплектующих, включая импортные. В результате удалось

полностью адаптировать новый двигатель без существенных конструктивных доработок присоединительных размеров и основных узлов трансмиссии.

Д-3041-5 обладает мощностью 163 л.с. и соответствует нормам токсичности Tier 2, а его ресурс до капремонта составляет 10000 моточасов. Новый двигатель оказался менее требовательным к качеству дизельного топлива, чем его импортные аналоги. Первые испытания показали легкость управления бульдозером, высокую производительность в работе, простое обслуживание и большой запас по тяге.

Также, компания ЧЕТРА представила миру свой новый экскаватор-погрузчик. Полноприводный погрузчик с обратной лопатой ЧЕТРА ЭПК массой 8000 кг. оснащен дизельным двигателем Perkins 1140D-E44T мощностью 101,5 л.с. Производительность сдвоенного шестеренчатого гидронасоса достигает 170 л/мин. Следует отметить нетрадиционное наличие двух гидрораспределителей, один из которых размещен на рукоятке, упростило гидравлическую схему, а в совокупности с электрогидравлической пропорциональной системой управления значительно повысило надежность всей машины.

Кабина экскаватора-погрузчика оборудована удобным креслом, имеется система автоматического кондиционирования и автономный жидкотопливный отопитель мощностью 5 кВт, позволяющий прогреть двигатель и гидравлику перед началом работы в холодное время года. Предусмотрена возможность использования различного сменного оборудования вместо обратной лопаты экскаватора и ковша погрузчика. Диаметр поворота по краю наружной шины составляет 8500 мм, высота разгрузки ковша погрузчика достигает 3510 мм, при грузоподъемности 3500 кг, а максимальная глубина копания ковша экскаватора – 4430 мм.

«Петербургский тракторный завод»

«Петербургский тракторный завод» поставил на конвейер новый тягач модели К-744Р1 ПРОМ, представляющий новое поколение тракторов под брендом "Кировец".

Машина воплотила в себе последние достижения техники, имеет современный дизайн, комфортную кабину с отличным круговым обзором и оборудованную в базе климатической установкой, отопителем, мощный дизельный двигатель с турбонаддувом, колесную формулу 4x4 с возможностью межосевой блокировки, шарнирно-сочлененную раму, надежную трансмиссию, а для работы гидросистемы использован аксиально поршневой насос, обеспечивающий высокую производительность всех операций.

Для повышения комфортной работы передний мост К-744Р1 ПРОМ поддресорен, что позволило добиться высокой плавности передвижения по пересеченной местности. Как и на предыдущих моделях в ходовой системе использованы большие колеса одинакового диаметра.

«ТОНАР»

Карьерный самосвал «Тонар-4525» имеет максимально упрощенную конструкцию, в которой на раму смонтирована одноместная бескапотная

кабина, кузов, двигатель Ярославского моторного завода, рулевое управление с импортным гидроусилителем, 9-и ступенчатая КПП.

Для эксплуатации на бездорожье предусмотрен огромный клиренс и, кроме того, имеется блокировка ведущих задних мостов включаемая кнопкой в кабине водителя. Самосвал оборудован системой автоматической подкачки шин с развитым протектором в движении с устройством контроля давления TireBoss.

Кузов, так же, как и рама самосвала изготовлены в России с использованием высокопрочных сталей. Конструктора предусмотрели два варианта кузовов, один объемом 37 куб.м. выпускается с задним бортом и служит для транспортировки сыпучих материалов, второй емкостью 25 кубов без заднего борта предназначен для эксплуатации в каменоломнях. Обе модели имеют защитные козырьки и систему подогрева днища и бортов выхлопными газами.

Рядом с кабиной конструктора производители разместили дополнительный радиатор охлаждения дизельного двигателя ЯМЗ. Для страховки основного тормозного контура имеется вспомогательный тормоз двигателем при спуске с горы.

Самосвал «Тонар-4525» предназначен для перевозки песка, щебня, камня, угля, торфа, удобрений на малые расстояния в карьерах, складах, перевалочных базах. Может с успехом применяться на строительстве автомобильных и железных дорог, отсыпке грунта на промышленных объектах.

«Завод Спецтехники»

«Завод Спецтехники» внедрил в производство усовершенствованную универсальную дорожную машину К-704 ПЕТРА-ЗСТ УДМ-1

Машина дорожная универсальная КТ-5701-ЗСТ УДМ-1 является одной из самых популярных машин для проведения различных дорожных работ. Главной особенностью УДМ-1 является сочетание тягача и бульдозера в одной машине.

Дорожная машина УДМ-1 включает в себя: тягач и закрепленное на передней полу раме бульдозерное оборудование (машина может быть укомплектована различными видами отвалов (косым, прямым и регулируемым).

Для более удобной и качественной работы дорожная машина оборудована специальным поворотным сидением (на 180 град.) и монитором, который транслирует изображение с задней камеры видеонаблюдения. КТ-5701-ЗСТ УДМ-1 предназначен для разработки и перемещения грунта, возведения насыпей, засыпки ям и траншей, расчистки и прокладывания дорог.

### **Список литературы:**

1. Инструктивные указания по безопасной организации переправ на реках и водоемах: РД 34.03.221 / Оргэнергострой. – Введ. 18-09-67: Взамен разд. «Указаний по безопасному движению на переправах по воде и по льду рек и водоемов» – СССР: [б.и.], 1967. – 41 с.

2. Способ создания ледяной переправы / А.И. Герасимов, С.Н. Попов, Н.П. Старостин, Н.Ф. Вербух // Инст. Проблем нефти и газа СО РАН, ОАО «ТрансДорПроект». – 2008. – № 33. – С. 24.

3. Усиление несущей способности ледовых переправ и болотистых дорог / А.И. Герасимов // Нефтегазовое дело. – 2009. – № 1. – С. 12.

4. Отраслевые дорожные нормы. Разд. «Автомобильные дороги общего пользования. Инструкция по проектированию, строительству и эксплуатации ледовых переправ» - ОДН 218.010-98 / ГП РОСДОРНИИ. – Введ. 26-08-98: Взамен разд. ВСН 40-68 – М: [б.и.], 1998. – 59 с.

5. Военные дороги и колонные пути. Учебное пособие/ П.Г. Козлов, Р.С. Федюк, А.В. Мочалов и др.; Дальневост. федерал. ун-т. – Владивосток : Дальневост. федерал. ун-т, 2016. – 188 с.

**Батаршин Виталий Олегович**

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОКЛАДЫВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ДОРОГ И ПУТЕЙ СНАБЖЕНИЯ ВОЙСК**

*Дальневосточный федеральный университет, Учебный военный центр  
Научный руководитель: Козлов П.Г.*

**Аннотация:** Современная военная мощь складывается из экономических, социальных, политических, научно-технических и военных факторов. Каждое государство стремится к ее увеличению до уровня, превосходящего уровни военной мощи других государств, за счет увеличения уровня научно-технического развития и модернизации военных сил. К модернизации военных сил можно отнести улучшение путей снабжения войск путем помещения их в подземное пространство.

**Ключевые слова:** военные пути, подземное пространство, повышение военной мощи, повышение скорости развертывания войск, эксплуатационный период.

Одной из главных задач нашего государства является наращивание военной мощи. [1-2] Оно происходит благодаря технологическому прогрессу и применению новых технологий. К таким технологиям можно отнести подземное строительство.

Подземное строительство имеет несколько плюсов, которые необходимо рассмотреть, прежде чем рассказывать о необходимости освоения подземных пространств в военных целях.

1. Безопасность. Принято полагать, что подземные пространства намного лучше выдерживают землетрясения и другую сейсмическую активность. И это верно, так как сооружения, находящиеся под землей, полностью заполняя выработанное пространство, сливаются в одно целое с массивом, вследствие чего подземные толчки не наносят подземным сооружениям практически

никакого урона. Также как и не наносят никакого урона такие действия, как взрывы, оползни, ураганы и другие.

2. Продолжительность эксплуатационного периода материалов. Если сравнить состояние и срок эксплуатации дороги, находящейся под открытым небом и дороги, построенной под землей, то можно определить, что состояние и срок эксплуатации этих дорог будут сильно отличаться друг от друга. Это связано с тем, что на материал дороги под землей действует меньше таких пагубных факторов, как солнце, дождь, снег. И соответственно такой тип дороги имеет больший срок эксплуатации. [1]

Опираясь на эти аспекты, можно предположить, что освоение подземных пространств в военных целях способно повышать и увеличивать военную мощь государства.[1-2] К такому освоению можно отнести строительство подземных дорог и путей снабжения. Из такого вида освоения подземных пространств можно сразу выделить следующие положительные аспекты:

1. Скрытость подземных дорог и путей снабжения. Благодаря нахождению военных дорог и путей снабжения под землей их практически невозможно заметить и еще сложнее проследить за перемещением войск, и узнать, какие именно коммуникации рассоложены под землей.

2. Повышенная скорость развертывания военных частей, групп и подразделений. Благодаря расположению дорог под землей, существует возможность их строительства напрямую к объекту назначения, что позволяет быстро проходить через сложный или горный рельеф.

3. Невозможность проникновения на подземную территорию. Благодаря тому, что подобная дорога располагается не на открытом пространстве, а под землей, соответственно она имеет уже построенные охраняемые входы. Также нарушить целостность дороги незаметно не представляется возможным. Оба этих фактора в совокупности предотвращают возможность проникновения на такой тип дороги.

4. Защита от возможности установки минных заграждений. Исходя из 1 и 3 пункта, можно заявить, что данная дорога исключает вероятность попадания в засаду.

5. Безопасность. В связи с тем, что данная дорога будет прокладываться под землей, разрушить ее будет крайне трудно, так как придется разрушать породы под которыми она будет скрыта. То же и касается установленных под землей путей снабжения войск. Их будет крайне тяжело взорвать, так как без точного местонахождения и точной глубины, их подрыв на поверхности не принесет никакого результата.

Исходя из всего перечисленного можно сделать вывод, что использование выработанных подземных пространств, является не только логичным, но и крайне безопасным вариантом наращивания военной мощи государства.

#### **Список литературы:**

1. Золотарев В.А. Военная безопасность Государства Российского. М.: Воениздат, 2001. С. 12.



2. Ищук М.Н. Военная мощь государства. Проблема достаточности оборонной мощи в современных условиях. М. С. 7-8.
3. Брылсв С. А. Горное дело. М., Недра, 1975.

**Семиохин Александр Сергеевич, Гулеватенко Андрей Анатольевич**

## **МЕТОДЫ БОРЬБЫ С ПРОНИКАЮЩЕЙ В ВЫРАБОТКУ ВЛАГОЙ И ПАРАМЕТРЫ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ**

*Дальневосточный федеральный университет, Учебный военный центр  
Научный руководитель – Козлов Павел Геннадьевич*

**Аннотация:** Во все времена перед шахтостроителями возникает проблема, связанная с проникновением в выработку различных типов вод: грунтовых, поверхностных или технических, что приводит к подтапливанию и затоплению горных выработок, их отдельных частей или горных горизонтов. Помимо этого проникающая в горную выработку вода наносит серьезные повреждения материалу горной крепи и оборудованию, приводя его в негодность. Методы борьбы с этой проблемой будут рассмотрены в данной статье.

**Ключевые слова:** гидроизоляция, применение, горное дело, вода, проникновение, подземные сооружения.

С развитием науки и техники, а так же с увеличением потребности в полезных ископаемых появилась острая потребность в изоляции горных выработок от проникновения воды. И уже в 20 веке начала активно использоваться гидроизоляция. Данная совокупность способов и методов борьбы с проникновением воды стала активно использоваться в строительстве шахтных и подземных сооружений, хотя до этого она использовалась только в строительстве сооружений, воздвигаемых на поверхности. На данный момент существует огромное количество материалов, применяемых в целях гидроизоляции.

Однако перед тем как говорить о видах гидроизоляции необходимо определить, что это такое. Гидроизоляцией в горном деле называется совокупность методов, позволяющих предотвратить проникновение воды в горную выработку, и обеспечить ее сдерживание в пространстве, находящимся за пределами выработки (при использовании наружной гидроизоляции), или в пространстве, располагающемся возле крепей горной выработки (при использовании внутренней гидроизоляции). Главной ее задачей является - защита горной выработки от попадания воды, и защита материала гидроизоляции от вредного воздействия воды. [1]

Гидроизоляция является одним из элементов необходимых для обеспечения безопасности в горном деле и зачастую имеет ключевое значение

при введении горной выработки в эксплуатацию. Так как при неправильно подобранном материале или способе установки гидроизоляции на месторождение с большой обводненностью, существует большая возможность проникновения воды в горную выработку с последующим ухудшением прочности ее крепей и вероятным обрушением. Самым распространенным материалом крепи в горном деле является бетон. Это связано с его характеристиками прочности на сжатие, что позволяет крепи выдерживать сильные давления горного массива. Однако бетон является материалом, хорошо взаимодействующим с водой, он впитывает ее из-за своей пористости, что приводит к ухудшению его показателей прочности. Ухудшение показателей прочности бетона связано с тем, что вода вымывает основу прочности бетона – кальций. Так же стоит учитывать такой факт, как наличие различных химических элементов в воде, образующих кислую или щелочную среду. Бетон хорошо разрушается в этих средах, что приводит к разрушению бетонной, железобетонной и анкерной крепи, где в качестве замка используется бетон. [2] Гидроизоляция имеет большое количество типов, из-за того, что они отличаются способами нанесения, материалами, применением, структурой, физическими и химическими свойствами, сроками эксплуатации и многими другими характеристиками, однако они все служат для одного- не пропускать воду в горную выработку.

По типу гидроизоляцию можно поделить на: антифильтрационную, антикоррозионную, окрасочную, оклеечную, штукатурную, литую, засыпную, пропиточную, инъекционную, монтируемую, поверхностную, проникающую и напыляемую.

Каждый из приведенных типов гидроизоляции имеет преимущества и недостатки перед другими типами. Это вызвано тем, что все типы гидроизоляции имеют разное назначение и разные методы борьбы с водопроницаемостью горных выработок.

Для успешного применения и выбора типа гидроизоляции существуют параметры, при соблюдении которых горная выработка становится, практически водонепроницаема. К таким параметрам можно отнести три наиболее важных:

1. Условия эксплуатации горной выработки. При эксплуатации горной выработки в условиях постоянных водных контактов, то есть при повышенной обводненности горной выработки, может произойти разрушение крепи горной выработки, вследствие чего, выработанное пространство будет разрушено. Поэтому для определенных условий эксплуатации применяют специальные виды гидроизоляции, к примеру, антифильтрационную.

2. Назначение выработки. В зависимости от назначения выработки, можно определить, как часто ей придется работать в условиях обводненности и соприкосновения с водой.

3. Допустимая влажность защищенных помещений. В зависимости от таких факторов, как: количество людей, занятых работами в горной выработке, свойства материала, слагающего горную крепь, и других можно определить

допустимую влажность защищенных помещений, так как при повышенной влажности в негодность быстро приходят металлы, не имеющие антикоррозийных свойств.

Лишь при выполнении этих основных параметров можно определить: целесообразен ли данный вид гидроизоляции, эффективен ли он и выгоден ли экономически. При их соблюдении можно применять один из вышеперечисленных типов гидроизоляции.[3]

Подводя итог хочется отметить, что проблема проникновения воды в выработанное пространство имеет широкое распространение и рассмотрение выделенных в данной статье 3 параметров борьбы с водой, может помочь в выборе правильного вида гидроизоляции.

#### **Список литературы:**

1. Килячков А.П. Технология горного производства. М.: Недра, 1992. 415 с
2. Догузов Б.Г. Гидроизоляция рудников при подземной разработке рудных месторождений.
3. Бошнятов Е.В. Оценка притока воды в очистные выработки при подработке водных объектов вып. 104. 1977.

**Авагян Грач Суренович, Свинцов Александр Петрович**

### **ИНЖЕНЕРНАЯ РАЗВЕДКА**

*Российский университет дружбы народов, г. Москва  
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток*

**Аннотация.** Возросшее за последние годы количество локальных войн и вооруженных конфликтов в мире сыграло значительную роль в приобретении опыта инженерной разведки в этих условиях. Наиболее характерными вооруженными конфликтами с участием советских и российских войск явились боевые действия ограниченного контингента Советских войск (ОКСВ) в Афганистане, миротворческие операции в Абхазии и Боснии, действия федеральных сил по наведению конституционного порядка в Чеченской Республике.

**Ключевые слова:** разведка, инженерное дело, маскировка, фортификация.

Инженерная разведка – это вид войсковой разведки, которая организуется и проводится с целью добычи сведений об инженерных мероприятиях противника и местности [1-3].

Задачи инженерной разведки: выявлять места установки ядерных мин и других заграждений; устанавливать характер и объем разрушений, завалов, пожаров, затоплений, естественных препятствий и отыскивать пути их обхода; определять проходимость местности, состояние дорог и мостов; добывать данные о водной преграде; разведывать места, удобные для форсирования;

определять защитные и маскирующие свойства местности; выявлять источники воды, пригодные для использования; определять наличие местных строительных материалов [4-6].

Прежде чем в каком-то районе сосредоточить подразделение, там должны поработать специалисты инженерных войск. Даже чтобы занять этот самый район, без военных инженеров не обойтись. Они в кратчайшие сроки должны провести инженерную разведку местности, а также решить задачи по фортификационному оборудованию. Это ещё раз доказывает важную роль инженерной разведки в выполнении поставленных задач.

Инженерная разведка проводится при заблаговременной и непосредственной подготовке подразделений и частей к боевым действиям и в ходе их ведения. Она осуществляется на местности и на путях движения, маневра частей и подразделений с периодичностью, обеспечивающей знание их фактического состояния. Периодичность разведки и способы ее ведения определяется решением командира. Инженерная разведка ведется подразделениями инженерных войск самостоятельно и в составе общевойсковых разведывательных групп и боевых разведывательных дозоров, а также боевыми подразделениями и подразделениями частей спецвойск и тыла. Штатные инженерно-разведывательные подразделения выполняют наиболее сложные задачи по инженерной разведке, так как они имеют специальные для этого средства и обучены ее ведению [7-10].

Инженерная разведка путей движения войск.

Целями инженерной разведки путей движения войск являются: получение данных о состоянии существующих дорог, изыскание трасс новых дорог и возможностей движения войск вне дорог.

Подразделение, назначенное для разведки, должно определить:

- состояние пути и возможность пропуска по нему боевой и специальной техники;
- состояние дорожных сооружений и наличие обходов препятствий, заграждений, трудно проходимых участков;
- возможности движения войск вне дорог по колонным путям в выбранном направлении;
- наличие местных дорожно-строительных материалов и возможность их использования.

Разведку дорог и колонных путей проводит ИРД. Его оснащение: миноискатели – 2-4 шт.; комплект средств разведки и разминирования; комплект средств разведки с вертолета; пенетрометр – 1-2 шт.; 20-м рулетка; метр складной; бинокль; компас; дальномер; надувная лодка; спасательные жилеты; шанцевый инструмент; карточки инженерной разведки; чертежно-письменные принадлежности; топографическая карта; справочные материалы; средства связи; автомобиль (вертолет).

Опыт боевых действий в ходе последних локальных войн и вооруженных конфликтов показывает, что тщательно организованная активная инженерная разведка позволяет выполнять боевые задачи эффективно, своевременно и с

минимальными потерями. Поэтому командирам всех степеней следует уделять инженерной разведке особое внимание.

### **Список литературы:**

1. Федюк Р.С. Самоуплотняющийся бетон с использованием предварительно подготовленной золы рисовой шелухи / Р.С. Федюк, В.С. Лесовик, А.П. Свинцов, А.В. Мочалов, С.В. Куличков, Н.Ю. Стоюшко, Н.А. Гладкова, Р.А. Тимохин // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 3 (79). С. 66-76.
2. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов защитных сооружений / Р.С. Федюк, В.С. Лесовик, А.В. Мочалов, К.А. Оцоков, И.В. Лашина, Р.А. Тимохин // Инженерно-строительный журнал. №06 (82). С.208-218.
3. Федюк Р.С. Самоуплотняющиеся бетоны с применением отходов растениеводства / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, Д.Н. Пезин, Р.А. Тимохин // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15. № 2 (60). С. 294-304.
4. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие и самоуплотняющиеся бетоны для защитных сооружений / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, Лесовик В.С., Гридчин А.М., Фишер Х.-Б. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2018. – № 7. С. 75-85.
5. Федюк Р.С. Вопросы управления структурообразованием композиционного вяжущего / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов // АлитИнформ. № 2 (51). 2018. С. 2-10.
6. Федюк Р.С. Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей (обзор) / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, В.С. Лесовик // Вестник Инженерной школы ДВФУ. 2018. №4(37). С. 85-99.
7. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов повышенной ударной стойкости / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2018. № 4 (200). С. 85-91.
8. Fediuk R.S. Review of methods for activation of binder and concrete mixes. / R.S. Fediuk, A.V. Mochalov, R.A. Timokhin // AIMS Materials Science, 2018, 5(5): 916-931.
9. Fediuk R.S. Low-permeability Fiber-reinforcement Concrete of Composite Binder / R.S. Fediuk, A.V. Mochalov, R.A. Timokhin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:022058.
10. Lesovik V.S. Features of building composites designing for their exploitation in extreme conditions / V.S. Lesovik, R.S. Fediuk, E.S. Glagolev, I.V. Lashina, A.V. Mochalov, R.A. Timokhin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:012054.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА ДЛЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток*

**Аннотация:** Современное время можно охарактеризовать, как время развития технологий способных при помощи различных методов изучать недра. Благодаря этому увеличиваются возможности человека в использовании этих недр. И речь идет не о добычи полезных ископаемых, а о применении выработанного пространства для размещения в нем энергетических установок. Об этом будет вестись речь в данной статье.

**Ключевые слова:** ядерный реактор, естественное охлаждение, подземное пространство, радиация, шкала Протодьяконова, энергетическая установка.

В настоящее время огромный интерес в научном сообществе вызывает освоение подземных пространств. Этот интерес связан со следующими аспектами, которые более целесообразно решить подземным строительством.

1. Перенаселение. Данная проблема крайне эффективно решается при освоении подземных пространств, так как строительство новых зданий не занимает никакого наземного места. Так страны юго-восточной Азии решают эту проблему строительством целых подземных комплексов.

2. Безопасность. Доказан факт того, что подземные строения, находящиеся на относительно небольшом расстоянии от поверхности земли обладают большей прочностью и реже теряют свою целостность во время землетрясений.

3. Стоимость обслуживания. На подземные пространства влияет намного меньше губительных факторов чем на наземные, то есть дорога, проложенная под землей, будет дольше служить, чем дорога, проведенная по поверхности земли.

Благодаря тому, что подземное строительство затрагивает все эти аспекты, решение об использовании выработанных пространств, для создания в них энергетических установок становится не только логичным, но и выгодным.

[1]

В связи с тем, что некоторые виды энергетических установок не могут выделять энергию, находясь под землей. К примеру: ветрогенераторы, солнечные батареи и другие. Необходимо выделить конкретные типы энергетических установок, которые можно поместить под землю.

К такой установке можно отнести ядерный реактор.

Данный вид энергетической установки имеет ряд преимуществ при установке его в подземной среде:

1. Безопасность. Самый главный фактор, который необходимо рассматривать при строительстве ядерного реактора. При помещении его под землю решаются сразу несколько проблем:

А) Проблема взрыва. Взяв во внимание печальный опыт с взрывом ЧАЭС необходимо свести к минимуму все возможные последствия. Одним из таких последствий является взрыв. При строительстве ядерного реактора в скальных породах на достаточном углублении существует вероятность сведения таких последствий как: выброс радиации в атмосферу, появление ударной волны к минимуму, так как взрыв произойдет под землей без дальнейшего распространения радиации.

Б) Проблема сдерживания очага. В связи с тем, что ядерный реактор будет находиться под землей и при взрыве элемент, выделяющий радиацию, продолжит распадаться, повышая уровень излучения радиации. Очаг излучения можно будет взять под контроль в считанные часы, что приводит к уменьшению радиационного излучения территорий вокруг места взрыва. Также для обеспечения большей безопасности можно построить бетонный купол на расстоянии в 500 м от ядерного реактора, так как это значение обеспечивает безопасное расстояние для взрыва в массиве скальных горных пород.

2. Выбор места строительства реактора и экономические аспекты. Лучшим расположением реактора можно считать выработанное пространство в скальных породах. Это связано с тем, что данные породы помимо своих прочностных качеств, способны выдерживать любые подземные и наземные негативные проявления такие как: землетрясения, ураганы и прочее. Скальные породы позволят сократить толщину железобетонной крепи, что положительно сказывается на стоимости и обслуживании данного реактора. Также стоит учесть тот факт, что наличие холодной подземной реки будет необходимым для полной работы реактора. Естественный источник холодной воды позволит сократить затраты на хладагенты. Необходимо также учитывать тот факт, что строительство реактора возможно в грунтах с коэффициентом крепости горных пород по шкале Протодяконова выше единицы, единственным отличием будет толщина железобетонной крепи.

3. Естественная защита от радиации. При строительстве ядерного генератора под землей в массиве пород могут встречаться минералы, способные поглощать радиацию, сводя ее негативное воздействие к нулю.[2-3]

Подводя итог всему вышперечисленному, можно сделать следующий вывод: строительство ядерного реактора в подземном пространстве способно решить т проблем приведенных в статье. Также стоит выделить, что данный тип эксплуатации существенно безопаснее иных типов эксплуатации ядерного реактора.

### **Список литературы:**

1. Умнов В.А. Экономическая оценка и рациональное использование ресурсов подземного пространства. - М.: Изд. МГГУ, 1999 - 204 с.

2. Котенко Е.А. Горное дело и атомная энергетика. - М.: изд. МГГУ, 2001-197 с.

3. Котенко Е.А. Разработки горно-технологического отдела в условиях конверсии (рекламно-информационный проспект). - М., изд. ВНИПИ протехнологии, 1992 - 39 с.

**Зеленский Илья Романович, Кузьмин Денис Егорович**

## **ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕРЕВА В КАЧЕСТВЕ СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА**

*Дальневосточный федеральный университет, Учебный военный центр  
Научный руководитель – к.т.н. Федюк Роман Сергеевич*

**Аннотация.** В данной статье сделан краткий обзор развития применения деревянных материалов и конструкций на протяжении истории человечества. Проанализированы достоинства и недостатки строительных материалов в современных реалиях строительства, рассмотрены основные методы борьбы с выделенными недостатками. На основе приведённых фактов авторами сделано заключение о перспективах развития и применения строительных материалов на основе древесного сырья.

**Ключевые слова:** древесина, строительство, материал, свойства, модификация, применение, перспективы.

### **История применения древесины в строительстве**

Древесина является древнейшим строительным материалом, который человек стал использовать с самого начала своего развития. В каменном веке (свыше 10 тыс. лет до нашей эры) дерево использовалось для различных жилых построек, навесов, заборов, оград для скота и других сооружений. Несовершенство каменных орудий труда позволяло использовать дерево в основном в необработанном виде. В более позднее время (1-2 тыс. лет до нашей эры), с появлением железных орудий труда появилась возможность изготовления конструкций с устройством соединений с помощью врубок (рис. 1).

В эпоху рабовладельческого строя появились орудия производства, позволяющие сверлить и выдалбливать отверстия, в которые вбивались нагели (штыри, гвозди, пластины). Появляется новый вид соединения деревянных элементов - нагельный. Этот вид соединений позволил значительно расширить конструктивные формы деревянных конструкций. Многие применяются до наших дней.

В период феодального строя дерево становится одним из основных строительных материалов. В России, стране богатой лесными материалами, применялись деревянные конструкции в основном в горизонтальном положении, в виде срубов (пример: крепостные стены высотой до 8,5м, башни



высотой до 40м, сооружения башенного типа в виде шатровых храмов). К их числу относится, например, Преображенская церковь в Кижях, построенная в 1714г. (рис. 2). Она сохранилась до наших дней. В западных странах, менее богатых лесом, преобладали каркасные конструкции в виде фахверка с заполнением каменной кладкой.



Рис. 1. Соединение брёвен врубкой «в лапу»



Рис. 2. Фото Преображенской церкви

В конце XVII в. развивается механическая распиловка леса. Это послужило распространению брусчатых конструкций и широкому применению стержневых систем. В основном это были фермы на врубках. Очертание ферм, как правило, было треугольным. Примером такой конструкции является, построенное в 1817г. покрытие здания Московского манежа (центральный выставочный зал) с фермами пролетом 48м (рис. 3).

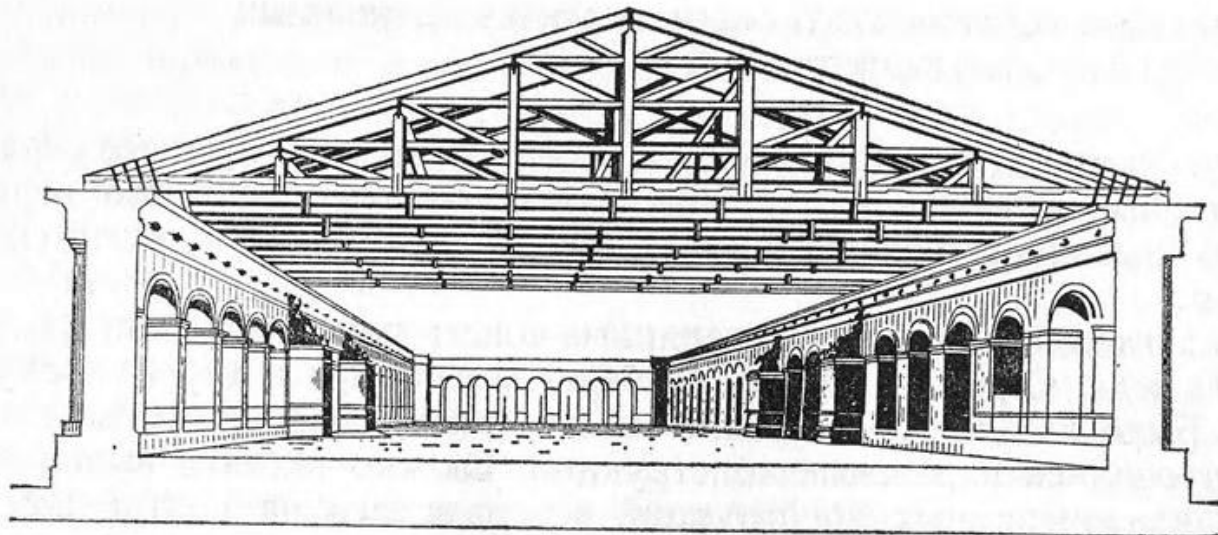


Рис. 3. Схема стропильных ферм Московского манежа

В конце XIX в. и в начале XX в. появилось большое количество пиломатериалов. Это позволило широко использовать в деревянных конструкциях доски и брусья с соединениями на нагелях, гвоздях, шпонках и шайбах. Возникает производство клееной фанеры.

### **Достоинства и недостатки древесины**

В наше время дерево очень распространено в строительстве, несмотря на появление множества других более прочных и устойчивых к агрессивным средам материалов. Широкому применению древесины способствуют такие ее свойства, как простота заготовки и обработки, высокие теплотехнические качества, всесезонность применения, химическая стойкость, диэлектрические качества, а также высокие показатели физико-механических свойств при малой плотности.

Наглядным показателем высоких физико-механических характеристик древесины служит удельная прочность материала – отношение его расчетного сопротивления, к плотности. Это соотношение для сосны в сухом состоянии (на сжатие и изгиб) равно 2600, для стали класса 38/23 (на растяжение, сжатие и изгиб) равно 2670, для бетона М200 (на сжатие) равно 410.

Важным преимуществом древесины является её устойчивость воздействию высоких температур. Во время пожара незащищенные металлические или ж/б конструкции быстро теряют прочность и внезапно ломаются, в отличии от массивных деревянных конструкций. В течение 20 минут, когда температура

пожара достигает 800 градусов Цельсия, деревянный элемент размером 50x100 мм сохраняет 40% своей начальной прочности, а металл- всего лишь 10%. Чем больше размер деревянного элемента, тем выше его огнестойкость.

Ещё одним весомым преимуществом древесины является её доступность в «полевых» условиях, отсутствие необходимости в сложных технологических комплексах, подготавливающих материал к использованию. Также сюда можно отнести и неисчерпаемость древесины как ресурса при грамотном подходе к его добыче и природопользованию в целом.

Наряду с множеством достоинств, дерево имеет и свои недостатки. Самым явным недостатком дерева, как и любого биологического материала, является его подверженность разрушительному воздействию микроорганизмов и насекомых, питающихся древесиной. Насекомые поедают древесину, проделывая в ней ходы, уменьшая рабочее сечение и, как следствие, прочность (рис. 4).

Микроорганизмы приводят к гниению древесины, что так же отрицательно сказывается на её эксплуатационных характеристиках.

Весомым недостатком является и слабая атмосферостойкость данного материала. При использовании ничем не защищённых деревянных конструкций на открытом воздухе срок их службы сокращается в 4-5 раз, так как регулярное воздействие влаги, солнца и ветра способствует разрушению материала.



Рис. 4. Структура поражённой древоточцами древесины

С точки зрения прочностных характеристик главным минусом дерева является его изотропность, обусловленная волокнистой структурой. Так, например, у хвойных пород сопротивление сжатию поперёк волокон в 10-12 раз меньше, чем вдоль волокон, а лиственных- в 5-8 раз. Это свойство ограничивает возможность использования деревянных конструкций в качестве несущих.

## **Способы модификации древесины и современные композиционные материалы на её основе**

Ввиду перечисленных недостатков появляется необходимость модификации древесины либо создания на её основе композиционных материалов, у которых такие недостатки отсутствуют.

Модифицированная древесина представляет собой цельную древесину с направленно измененными свойствами. Как известно, изменять природные свойства древесины можно воздействием химических, биологических и физических агентов. В отличие от термической модификации, обработка химическими веществами изменяет свойства древесины на молекулярном уровне. При химической модификации происходит заполнение полостей клеток, что может привести к изменению гигроскопичности созданного материала, его диффузионной способности, прочности на сжатие и растяжение.

Большинство способов модификации древесины сводятся к пропитке материала специальным составом или расплавом и сушке под давлением, превышающим атмосферное. Разница между способами заключается в применяемом пропиточном составе (расплаве), давлении и температуре сушки.

После такой модификации пространство между волокнами дерева заполняется пропиточным составом, из-за чего увеличивается плотность, водонепроницаемость и морозостойкость древесины. Так же после модификации защитными составами древесина становится невосприимчивой к воздействию насекомых-древоточцев и вызывающих разложение микроорганизмов.

На примере модифицированной древесины марки «Дестам» можно говорить об увеличении показателя предела прочности при осевом сжатии вдоль волокон после модификации с 40-60 МПа до 160 МПа. При этом показатель предела прочности при статическом изгибе в радиальном направлении увеличивается со 100-150 МПа до 270 МПа. Принцип модификации по данной технологии состоит в пропитке с торца под давлением оцилиндрованной заготовки раствором карбамида (мочевины), вымачивании и последующей сушке под давлением 0,6-1,2 МПа [1].

Современные композиционные материалы на основе древесины на сегодняшний день представлены достаточно обширной номенклатурой и разнообразием торговых марок. В строительстве применяют следующие материалы: щепо-цементные стеновые блоки (арболит, дюрисол), цементно-стружечные плиты (ЦСП), гипсо-стружечные плиты (ГСП), ориентированно-стружечные плиты (ОСП), брус из клееного шпона и др. Данные материалы изготавливаются из отходов деревообрабатывающей промышленности, что, помимо всего прочего, повышает экономическую эффективность последней.

Композитные материалы на основе древесных отходов применяются в качестве конструктивных, теплоизоляционных и декоративных материалов. Они превосходят природную древесину по прочностным показателям, не подвержены гниению, а также имеют меньшую массу в сравнении с аналогичными изделиями из природной древесины. Ещё одним важным

преимуществом композитных материалов на основе древесных отходов является возможность изготавливать блоки любых форм и размеров, в то время как размеры изделий из природной древесины весьма ограничена в габаритах в пределах размера древесного ствола

В настоящее время многими учёными ведутся исследования в области создания новых и усовершенствования имеющихся строительных материалов на основе древесных отходов. В качестве примера можно привести разработку учёных кафедры переработки древесных материалов КНИТУ. На кафедре была разработана технология создания поризованного арболита из щепы, стружки и технологической древесной муки. По результатам испытаний данных образцов было выяснено, что поризованный арболит имеет меньшую плотность и лучшие теплоизоляционные качества, чем обычный [2].

### **Заключение**

Потенциальные возможности материалов из древесины в строительстве очень велики, а их прочностные характеристики значительно увеличиваются в разрабатываемых композиционных материалах. Дерево является возобновляемым и экологически чистым материалом, что становится всё более важным в складывающейся мировой экономической и экологической обстановке. Эффективное сочетание древесины с металлами, полимерами, волокнами и минеральными вяжущими составляет принципиально новую основу создания строительных конструкций и открывает множество возможностей для улучшения экологических, экономических и эстетических качеств возводимых сооружений.

### **Список литературы:**

1. Шамаев В.А. Перспективы производства и применения модифицированной древесины / В. А. Шамаев // Научный журнал КубГАУ. – 2012. - № 78(04). – С. 1-11.
2. Сафин Р. Г. Современные строительные композиционные материалы на основе древесных отходов / Р. Г. Сафин, В. В. Степанов, Э.Р. Хайруллина, А.А. Гайнуллина, Т.О. Степанова // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. - т. 17, в. 20, С. 122-127

**Хроменок Даниил Владиславович, Зеленский Илья Романович**

## **ФОРТИФИКАЦИЯ В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ**

*Дальневосточный федеральный университет, Учебный военный центр  
Научный руководитель: к.т.н. Федюк Р.С.*

**Аннотация:** В данной статье рассматривается вопрос об укреплении местности для ведения боя в горной местности, оцениваются преимущества и недостатки горных условий.

**Ключевые слова:** горная местность, фортификация, укрепление местности, окопы.

Тактика оборонительных и наступательных действий в горах несколько иная, чем в обычных условиях. Это объясняется характером местности. Горная местность представляет собой территорию с пересеченным рельефом и относительными превышениями 500 м и более в радиусе 25 км, а также местность с превышениями над уровнем моря от 2 км и выше.

Возведение фортификационных сооружений в горах имеет свои особенности. К ним можно отнести:

- простота маскировки, заключающаяся в широком использовании естественной маскировки;
- естественные горные позиции позволяют зачастую ограничиться незначительными работами по оборудованию местности;
- обилие камня, а в горно-лесистой местности деревьев благоприятно сказывается на маскировке, являясь основным материалом для строительства фортификационных сооружений;
- наличие родников, которые служат источником водоснабжения;
- сложность возведения позиций в скалистом грунте;
- высокая устойчивость скалистого грунта против снарядов и авиабомб, а, следовательно, и меньшая толщина защитного покрытия в сравнении с сооружениями, устраиваемыми в земле.

Рассмотрим наиболее часто используемые в горной местности виды сооружений: одиночные окопы, окопы для пулеметов, сооружения для наблюдения и укрытия для людей.

Отрывка солдатами одиночных стрелковых окопов допускается во всех местах, где возможно применение малой саперной лопаты. Но чаще всего следует использовать местные особенности: предметы, неровности рельефа, выемки и насыпи, овраги, дороги, воронки, обломки скал, отдельные камни (рис. 1, а).

Отрывка одиночного окопа на крутом склоне для ведения огня снизу-вверх начинается с создания углублений для упора под ступни, которые удерживают стрелка от сползания вниз.

Для устройства бруствера одиночного окопа могут быть применены крупные камни и земляные мешки (рис. 1, б).

Воронки от снарядов, мин и авиабомб служат почти готовой позицией для стрелка. Приспособление воронки к бою сводится к тому, что солдат срезает переднюю отлогость и разравнивает насыпь для создания бруствера необходимой толщины [1-2].

Окопы для пулеметов в горной местности имеют большое значение, так как применение танков и артиллерии здесь ограничено.

Ведение огня из пулеметов в горах отличается от обычных условий. При стрельбе вверх пулемет принимает устойчивое положение, однако наводчик испытывает значительное напряжение шейных мышц, что негативно

сказывается на остроте зрения. При стрельбе вниз положение оружия и наводчика неустойчивое. Чтобы удержать пулемет от сползания, пулеметчик вынужден применять дополнительные меры [3-4].

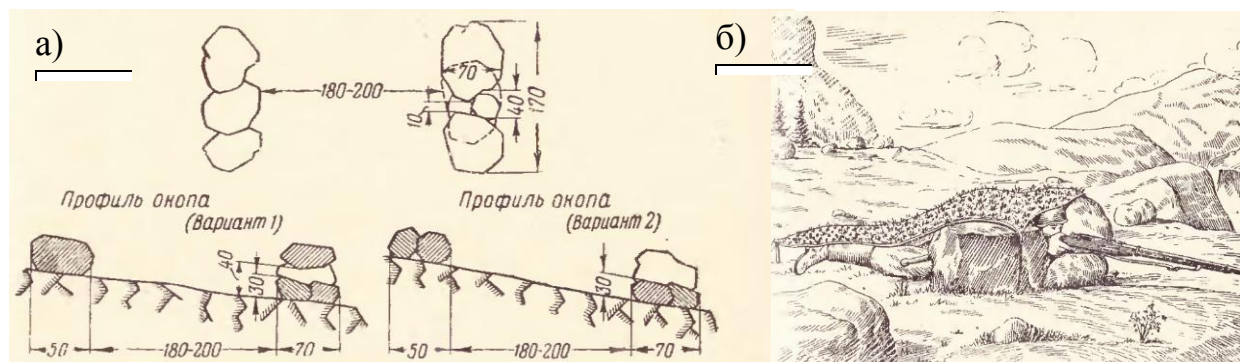


Рис. 1. Одиночные окопы для стрельбы лежа: а) из отдельны камней; б) из камней-валунов

При устройстве площадок на передних и обратных скатах устраивают упоры для катков пулемета. Устройство окопов для пулеметов аналогично стрелковым (рисунок 2, а), а размеры не отличаются от размеров окопов, устраиваемых на низменной местности.

Наличие в горах пещер дает возможность устраивать прочные окопы для пулеметов. С этой целью у входа в пещеру устраивают бруствер из камней (рисунок 2, б).

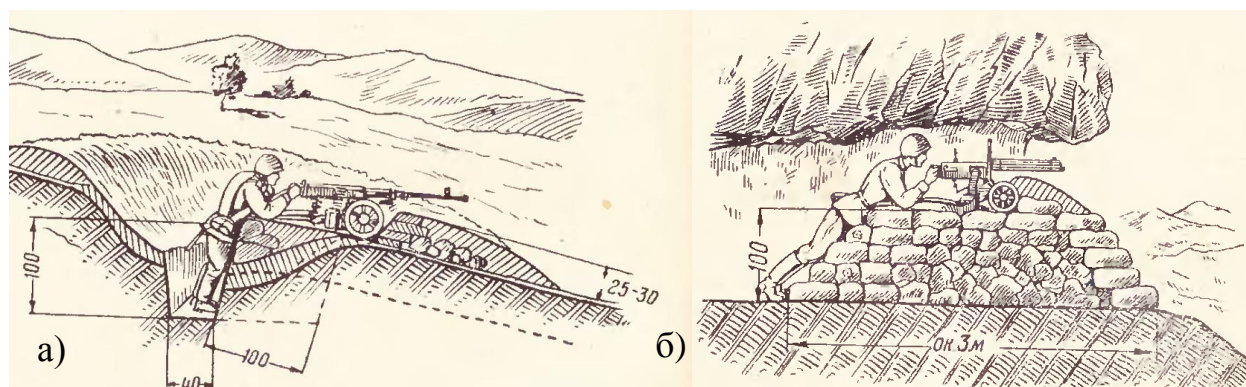


Рис. 2. Пулеметный окоп: а) устроенный в воронке; б) устроенный в пещере

Для наблюдения за противником и управления подразделениями возводятся наблюдательные пункты. В горной местности сеть наблюдательных пунктов должна быть разветвленная и развитая из-за ограниченности обзора в условиях пересеченного рельефа [5-6].

Лучшими с точки зрения защиты от современных поражающих средств являются сооружения закрытого типа, позволяющие вести наблюдение через перископ. Такие сооружения являются одновременно и укрытиями для наблюдателей.

При наличии крупных камней или валунов можно устроить наблюдательный пункт (рис. 3). Наблюдение с этого пункта можно вести сидя через щель или стоя при помощи стереотрубы или перископа.



Рис. 3. Сооружения для наблюдения из крупных камней и больших валунов

В целях маскировки необходимо прибегать к устройству оголовков наблюдательных пунктов, подобных каким-либо местным предметам [7-10].

Например, ложный камень (рисунок 4), используемый в качестве оголовка, состоит из каркаса, сделанного из проволоки и обтянутого материей, окрашенной под цвет камня. От ложного камня к укрытию ведет крытый ход сообщения.



Рис. 4. Сооружение для наблюдения (ложный камень)

При устройстве сооружения для наблюдения в лесу особое внимание обращается на крепление площадки к дереву. Для влезания на площадку устраивают лестницу или прибивают планки. Если дерево высокое, устраивают промежуточную площадку.



Войска, длительное время находящиеся на оборудованных позициях, должны не только быть надежно защищены от воздействия современных средств поражения, но и иметь укрытия для людей, предназначенные для отдыха и принятия пищи.

Количество и типы укрытий зависят от обстановки, наличия материалов и времени. К укрытиям для войск относятся открытые и крытые щели, подбрустверные ниши, блиндажи, перекрытые участки траншей, убежища.

Щель представляет собой узкий ров глубиной до 1,8 отрываемый от траншеи в сторону противника, а в ходе сообщения – перпендикулярно линии его огня из расчета 0,5-0,6 м на одного укрывающегося в ней человека. При первой возможности щель перекрывают бревнами и засыпают слоем земли не менее 0,6 м. Такое укрытие возводится только в горно-лесистой местности.

В крутости траншеи твердого грунта могут устраиваться ниши, позволяющие отдохнуть одному-двум солдатам в положении лежа.

Лучше отрывать нишу в тыльной крутости окопа, так как в этом случае она имеет значительно большую защитную толщу.

Укрытие подземного типа на 3-4 человека, обеспечивающее защиту людей от обычных средств поражения, показано на рис. 5. Если укрытие устраивается на обратном скате, то оно имеет прямую врезку в скат и хорошо защищает людей от прямых попаданий пуль и осколков через вход. Когда такое укрытие возводится на скате, обращенном к противнику, ограничиваться прямой врезкой в скат нельзя, так как расчет может легко поражаться пулями и осколками снарядов противника. Поэтому укрытие следует устраивать Г-образной формы. Как в первом, так и во втором случае вход в укрытие необходимо закрывать дверью или щитом, а участок хода сообщения, примыкающий к укрытию, перекрывать.

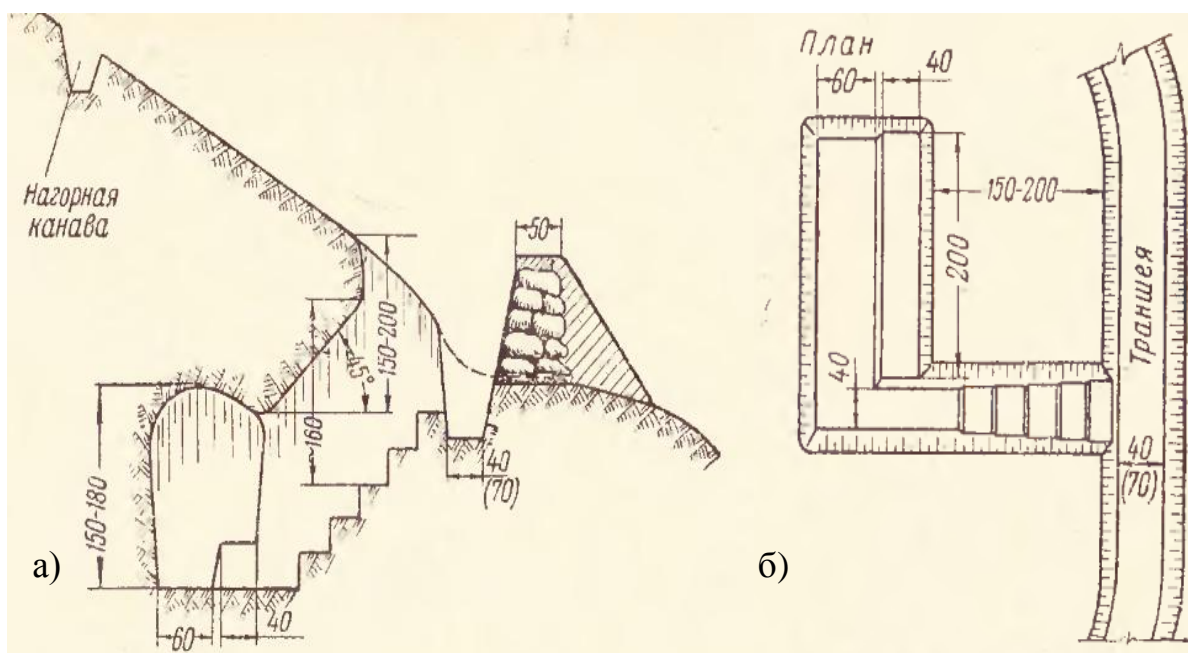


Рис. 5. Укрытие подземного типа в скальном грунте: а) разрез; б) план

В целях лучшей защиты солдат от поражающих факторов устраиваются перекрытые участки траншей, окопов и ходов сообщения из хворостяных и камышовых фашин (рис. 6).

Однако перекрытые участки траншей не обеспечивают достаточной защиты личного состава от современных средств поражения. Поэтому при наличии необходимого лесоматериала следует сразу же приступать к возведению прочных блиндажей и убежищ.

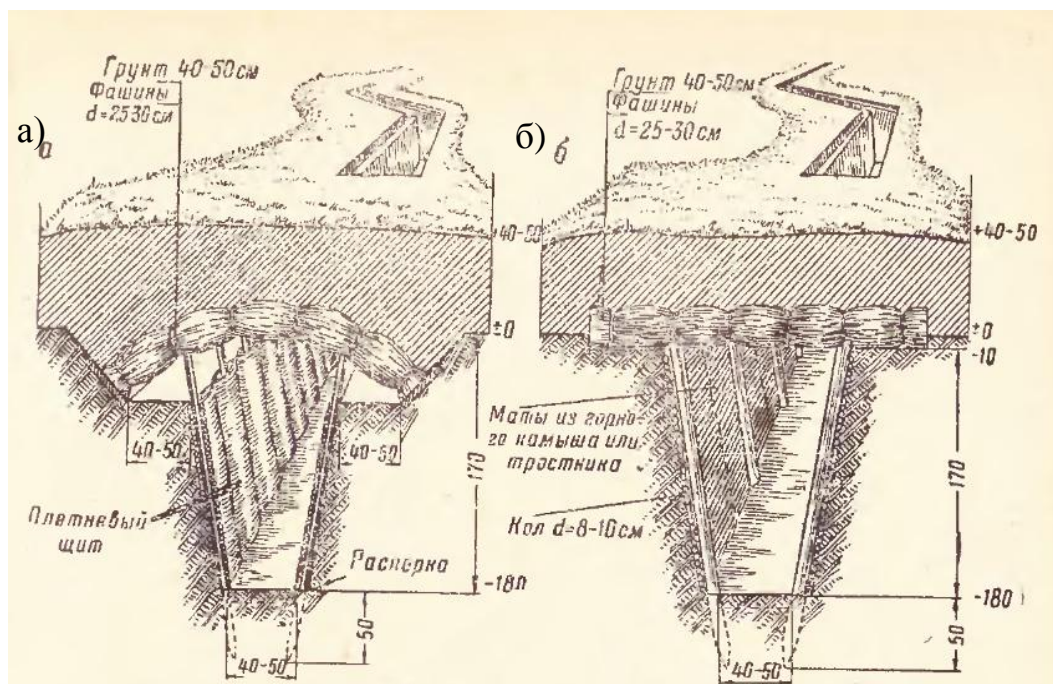


Рис. 6. Покрытие траншей из фашин: а) сводчатого типа; б) ровное

Таким образом, возведение фортификационных сооружений в горной местности требует особых навыков. Необходимо в большей степени использовать рельеф и располагающиеся поблизости предметы, а работы по выемке скального грунта сводить к минимуму.

### Список литературы:

1. Федюк Р.С. Самоуплотняющийся бетон с использованием предварительно подготовленной золы рисовой шелухи / Р.С. Федюк, В.С. Лесовик, А.П. Свинцов, А.В. Мочалов, С.В. Куличков, Н.Ю. Стояшко, Н.А. Гладкова, Р.А. Тимохин // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 3 (79). С. 66-76.
2. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов защитных сооружений / Р.С. Федюк, В.С. Лесовик, А.В. Мочалов, К.А. Оцоков, И.В. Лашина, Р.А. Тимохин // Инженерно-строительный журнал. №06 (82). С.208-218.
3. Федюк Р.С. Самоуплотняющиеся бетоны с применением отходов растениеводства / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, Д.Н. Пезин, Р.А. Тимохин //

Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15. № 2 (60). С. 294-304.

4. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие и самоуплотняющиеся бетоны для защитных сооружений / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, Лесовик В.С., Гридчин А.М., Фишер Х.-Б. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2018. – № 7. С. 75-85.

5. Федюк Р.С. Вопросы управления структурообразованием композиционного вяжущего / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов // АлитИнформ. № 2 (51). 2018. С. 2-10.

6. Федюк Р.С. Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей (обзор) / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, В.С. Лесовик // Вестник Инженерной школы ДВФУ. 2018. №4(37). С. 85-99.

7. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов повышенной ударной стойкости / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2018. № 4 (200). С. 85-91.

8. Fediuk R.S. Review of methods for activation of binder and concrete mixes. / R.S. Fediuk, A.V. Mochalov, R.A. Timokhin // AIMS Materials Science, 2018, 5(5): 916-931.

9. Fediuk R.S. Low-permeability Fiber-reinforcement Concrete of Composite Binder / R.S. Fediuk, A.V. Mochalov, R.A. Timokhin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:022058.

10. Lesovik V.S. Features of building composites designing for their exploitation in extreme conditions / V.S. Lesovik, R.S. Fediuk, E.S. Glagolev, I.V. Lashina, A.V. Mochalov, R.A. Timokhin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:012054.

**Крылов Владислав Вадимович**

## **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ПОДЗЕМНОГО СООРУЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ СЕЙСМООПАСНОСТИ**

*Дальневосточный федеральный университет, Учебный военный центр  
Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич*

**Аннотация:** В связи с проблемой чрезмерной застройки городов, все более популярным становится освоение подземного пространства. Строительство сооружений под землей позволяет не только сохранить естественный ландшафт, но и экономит пространство на поверхности. Это особенно важно в крупных городах, где из-за высокой плотности застройки, загруженности улиц автомобилями и большого количества людей страдает их инфраструктура, и «уйти под землю» – единственный выход. Так, перенос под землю складов, производств, спортивных сооружений, стоянок позволит освободить

пространство на поверхности для жилищного строительства и оптимизации жизнедеятельности.

**Ключевые слова:** подземные сооружения, застройка, защитные сооружения, сейсмоопасность.

Освоение и развитие Дальнего Востока уже довольно долгое время является приоритетным направлением для России. Поскольку существенная часть территории Дальнего Востока подвержена повышенной сейсмоопасности (рис. 1), строительство сооружений, устойчивых к землетрясениям является особо актуальным для данного региона. В зависимости от условий местности и конструктивных особенностей подземного сооружения, а также от его назначения, необходимо спроектировать объект так, чтобы обеспечить его сейсмостойкость [1-2].

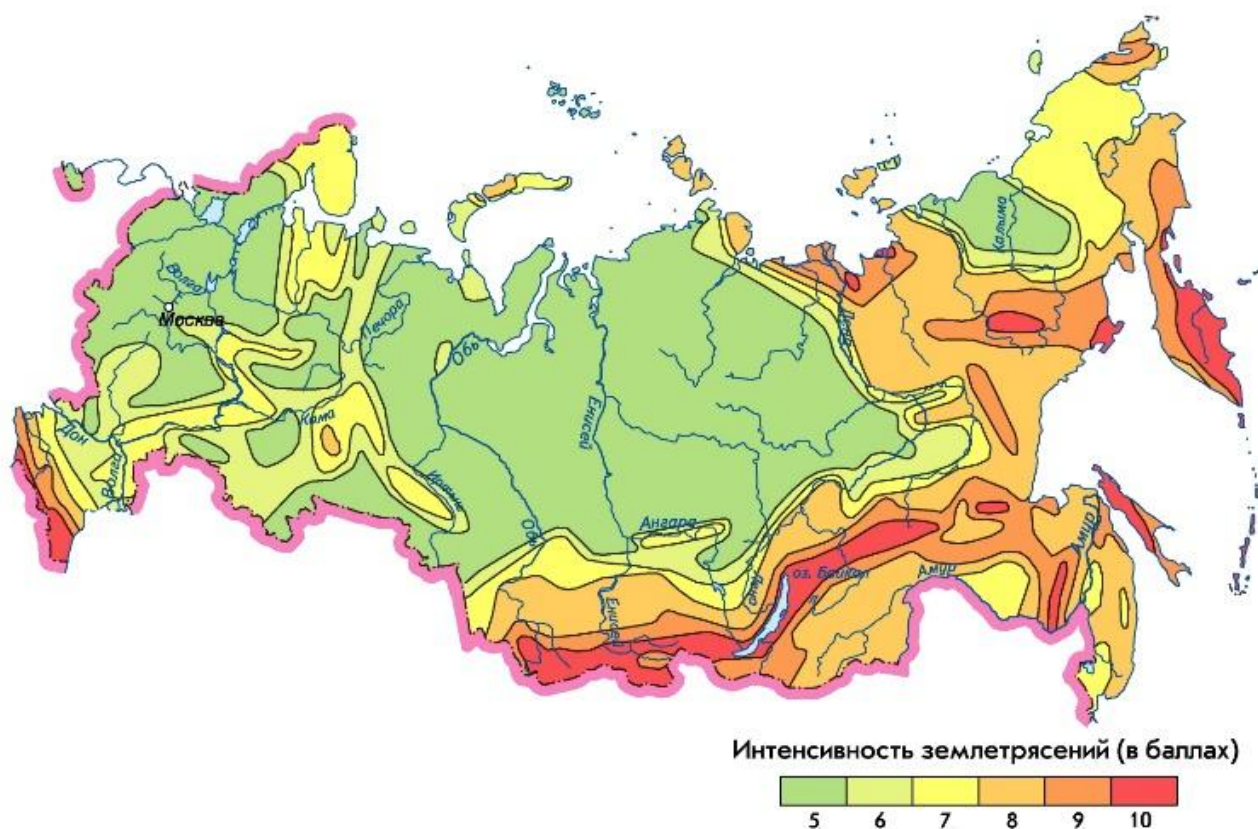


Рис. 1. Сейсмическое районирование территории России

Для безопасной и эффективной эксплуатации подземного сооружения необходимо еще на этапе проектирования учесть все внешние и внутренние факторы, способные негативно сказаться на устойчивости сооружения. Одним из главных таких факторов является грунт. Так, наиболее подходящим считаются грунты, представленные скальными породами. Если же местность представлена глинистыми и песчаными породами, она считается непригодной для строительства, поскольку требует еще больший комплекс решений по укреплению сооружения. Каждый вид грунта ведет себя по-своему, соответственно при выборе участка для строительства необходимо отдавать

предпочтение местности с относительно однородным составом подземного массива, так как из-за разности свойств пород на объект будут воздействовать различные по величине и направлению силы. Эти силы приводят к деформации конструкции сооружения, и, как следствие, его разрушению.

В сложных сейсмических условиях особо важную роль играет информационная обеспеченность. Дефицит информации может стать главным препятствием на пути к проектированию подземного сооружения. В связи с тем, что получение статистических данных требует много времени, расчет сейсмических нагрузок в большинстве случаев производится с помощью приближенных моделей. Такой метод значительно упрощает процесс проектирования, поскольку позволяет получить оценку сейсмоустойчивости, используя специальное программное обеспечение.

Во время землетрясения основное влияние на сооружение оказывают:

- сейсмическое давление, вызванное прохождением через породы сейсмических волн;
- сейсмические нагрузки от собственного веса конструкций;
- сейсмические нагрузки от пород, залегающих над сооружением.

Чтобы выдержать эти нагрузки, сооружение должно быть построено в соответствии с нормативной документацией.

Для обеспечения устойчивости сооружений к сейсмическим нагрузкам необходимо пользоваться рядом основных принципов. Так, применение материалов и конструкций, способствующих развитию пластических деформаций помогает снизить сейсмические нагрузки. При этом сооружение проектируется таким образом, чтобы все возникающие нагрузки распределялись равномерно. Для этого конструкция должна быть максимально симметричной. Еще одним условием устойчивости объекта является его монолитность. Чем однороднее несущая конструкция, и чем меньше в ней стыков и соединений, тем меньше вероятность разрушения. [5]

Строительство подземных сооружений в условиях повышенной сейсмичности требует особой ответственности на каждом этапе выполнения работ. На устойчивость объектов влияет множество внешних и внутренних факторов. Чтобы обеспечить его нормальную и безопасную эксплуатацию необходимо применять самые современные решения. Повышенная сейсмоопасность местности не должна становиться препятствием для развития Дальнего Востока. Современные технологии, ответственный подход к проектированию и качественное выполнение строительных работ – вот основные принципы, которые помогут решить проблему освоения подземного пространства в условиях сейсмичности.

### **Список литературы:**

1. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов защитных сооружений / Р.С. Федюк, В.С. Лесовик, А.В. Мочалов, К.А. Оцоков, И.В. Лашина, Р.А. Тимохин // Инженерно-строительный журнал. №06 (82). С.208-218.

2. Макишин В.Н., Рациональное использование подземного пространства в хозяйственных целях // Вестник ДВО РАН. 2005. №5.

3. Корчак А.В. Об особенностях информационного обеспечения проектирования, строительства и эксплуатации подземных сооружений в сложных горно-геологических условиях // ГИАБ. 1997. №1.

4. <http://www.mining-enc.ru> [Электронный ресурс]

5. СП 14.13330.2014. Свод правил. Строительство в сейсмических районах. СНиП II-7-81\* (утв. Приказом Минстроя России от 18.02.2014 N 60/пр) (ред. от 23.11.2015)

**Крылов Владислав Вадимович**

## **ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ АВТОСТОЯНОК В КАЧЕСТВЕ СООРУЖЕНИЙ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

*Дальневосточный федеральный университет, Учебный военный центр  
Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич*

**Аннотация:** В настоящее время все более актуальной становится проблема безопасности населения в чрезвычайных ситуациях. Одним из наиболее эффективных способов решения этой проблемы является освоение подземного пространства. В современных условиях рациональным решением будет строительство сооружений двойного назначения. Постройка таких сооружений позволяет снизить экономические затраты и скрыть под землей различные объекты. В мирное время объекты двойного назначения могут использоваться в интересах гражданского населения, что позволит поддерживать их в хорошем состоянии без дополнительных расходов на содержание и обеспечит оперативную готовность к эксплуатации в экстренной ситуации. Так, в них могут располагаться парковки, склады, гаражи и даже кафе, торговые павильоны и так далее.

**Ключевые слова:** подземные сооружения, автостоянки, объекты двойного назначения, защитные сооружения.

К основным преимуществам подобного использования подземного пространства в мирное время можно отнести:

- снижение техногенного воздействия сооружений на среду обитания человека;
- отсутствие негативного влияния погодных и климатических условий на сооружение;
- разгрузка улиц от транспорта;
- экономия площади населенного пункта;
- возможность сохранения городского исторического ландшафта;

- повышение безопасности движения пешеходов и транспорта. [2]

А в случае чрезвычайной ситуации или войны:

- обеспечение безопасности населения;
- оперативная готовность объектов к укрытию людей;
- незаметность сооружения для противника.

Чтобы обосновать эффективность строительства возьмем в качестве примера подземную стоянку. За последние 10 лет количество автомобилей в России увеличилось почти в полтора раза, поэтому постройка объектов этого типа сейчас особенно актуальна. Главным препятствием на пути к строительству в городах подземных стоянок является его цена. Из-за высокой стоимости подземных паркингов их строительство становится практически недоступным большинству заказчиков. Стоимость подземной автостоянки может достигать до 120,000 рублей за квадратный метр. Это связано с необходимостью проведения больших объемов геологических изысканий и земляных работ, а также необходимости монтажа дорогостоящих систем пожаротушения и вентиляции. [3] Решить эту проблему можно следующим образом. Государство берет на себя расходы на строительство автостоянки, а после сдачи объекта сдает его в аренду. Арендатор в свою очередь обязуется периодически ремонтировать и содержать объект в состоянии постоянной готовности.

При строительстве сооружения двойного назначения необходимо учесть ряд требований. Такой объект должен:

- защищать людей от поражающих факторов взрывов, остаточного радиоактивного излучения, огня, биологического и химического оружия;
- иметь планировку, обеспечивающую безопасность, аварийные выходы, системы пожаротушения и вентиляции;
- обеспечивать возможность пребывания людей в течение длительного времени.

Таким образом, автостоянка должна быть устойчива ко всем видам опасного воздействия, и в случае необходимости обеспечивать безопасное пребывание 300-3000 человек в течение длительного времени. Для этого потенциальное убежище должно быть обеспечено достаточными объемами продовольствия, воды и других ресурсов. Люди, находящиеся в убежище должны быть способны самостоятельно содержать его в надлежащем состоянии, все оборудование и техника должны быть интуитивно понятны и сопровождаться соответствующими инструкциями. Важным условием также является наличие связи с другими убежищами и радио.

Для снижения эксплуатационных затрат необходимо как можно больше оборудования использовать и в мирное время и применять только материалы, имеющие длительный срок службы и защищенные от коррозии. [4-6]

Если при строительстве стоянки учесть данные требования, а в мирное время поддерживать ее в состоянии готовности, она вполне может послужить убежищем для нескольких тысяч человек в случае чрезвычайной ситуации.

Несмотря на увеличение стоимости при строительстве сооружений двойного назначения, создание подобных объектов все еще целесообразно. При строительстве автостоянки с возможностью её переоборудования в убежище, затраты будут намного ниже, по сравнению с затратами на создание аналогичных убежищ по отдельности.

Поскольку проблема безопасности населения в наше время особа важна, рационально заранее позаботиться об убежищах. Поэтому строительство под землей сооружений двойного назначения – вполне эффективный способ защиты населения.

### **Список литературы:**

1. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю. К вопросу о системном проектировании в строительстве // Современные технологии поддержки принятия решений в экономике // Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2015. С. 265-267.

2. Muravyov A.S., Fediuk R.S. Implementation of renewable energy sources for power supply // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность Материалы трудов XXI Всероссийской научно-технической конференции. В 2 томах. 2015. С. 32-35.

3. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Тимохин А.М., Муталибов З.А., Ильинский Ю.Ю. Использование повышающего преобразователя в качестве источника питания электротехнических устройств // Энергетика, электромеханика и энергоэффективные технологии глазами молодежи материалы III российской молодежной научной школы-конференции. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2015. С. 43-46.

4. Методическое пособие «Оповещения о чрезвычайных ситуациях и действия по сигналам гражданской обороны» – М: НРБ, 2002.

5. Сорочинский В. Л. Принципиальные подходы к оценке экономической эффективности технологии освоения подземного пространства // ГИАБ. 2009.

6. Каинов Е. А., Голубков В. Ю. Экономический анализ и расчет эффективности строительства подземного паркинга на примере объектов г. Ижевска Удмуртской Республики // Молодой ученый. — 2017. — №45. — С. 50-53.

**Крылов Владислав Вадимович**

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ В ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЯХ**

*Дальневосточный федеральный университет, Учебный военный центр  
Научный руководитель – Козлов Павел Геннадьевич*



**Аннотация:** В любой сфере жизнедеятельности человека должна обеспечиваться его безопасность. Одной из главных проблем, возникающих в ходе строительства подземных сооружений, является проблема обеспечения объекта воздухом. Поддержание воздуха в подземном сооружении в пригодном для дыхания состоянии актуально как в строительстве, так и при проведении горных выработок. Так, обычная подземная автостоянка требует постоянной вентиляции для отвода выхлопных газов. Это связано с тем, что тяжелые продукты сгорания топлива могут скапливаться на нижних ярусах сооружения и привести к гибели людей. При проведении горных выработок происходит накопление в них взрывоопасных газов, поэтому вентиляция здесь важна не только для безопасности людей, но и в целях снижения вероятности взрывов и обрушений. Для этих целей еще на этапе проектирования подземных сооружений разрабатывается комплекс мер.

**Ключевые слова:** подземное сооружение, вентиляция, эффективность, размещение людей.

Чтобы обеспечить безопасную и эффективную эксплуатацию любого подземного сооружения необходимо поддерживать в нормальном состоянии такие характеристики воздуха как температура, физико-химический состав. [1] Вентиляционные режимы должны учитывать все особенности объекта, будь то автостоянка, тоннель или горная выработка. Вентиляция подземного сооружения включает:

- приточно-вытяжную вентиляцию;
- противодымную вентиляцию;
- струйную вентиляцию. [2]

Системы работают в комплексе, и каждая по-своему важна, Главными задачами систем вентиляции является обеспечение притока воздуха, равномерного воздухообмена между всеми помещениями подземного сооружения, а также отвод вредных и опасных газов. Поэтому при проектировании любого подземного сооружения необходимо задаваться вопросом повышения эффективности вентиляционных систем.

Эффективность вентиляции характеризуется несколькими параметрами:

- поступление свежего воздуха;
- циркуляция воздуха в помещении;
- обеспечение своевременного выпуска газов.

Таким образом, повышение результативности данных систем предполагает следующие меры.

Использование программируемых систем управления

Современные системы управления позволяют автоматически корректировать режимы работы вентиляторов в зависимости от изменений состояния воздуха. Система считывает показания с различных датчиков (движения, относительной влажности, концентрации CO<sub>2</sub> и других) и оперативно принимает меры по возвращению воздуха к нормальному состоянию, в случае изменения каких-либо его параметров.

### Снижение негативного влияния вредных факторов

Поскольку работа вентиляторов связана с производством шума и вибраций, необходимо ответственно подойти к шумо- и виброизоляции. С целью шумоизоляции рационально применять базальтовое волокно и аналогичные материалы. Чтобы снизить вибрации, которыми сопровождается работа вентилятора, необходимо обеспечить качественные соединения между деталями конструкции, а также усиливать тонкие стальные стенки воздуховодов с помощью ребер жесткости.

### Применение рекуператоров

Для изменения температуры воздуха в системы вентиляции интегрируют рекуператоры-теплообменники. С их помощью можно нагреть воздух, используя теплоту отходящих газов. Применение данных устройств позволяет уменьшить расход энергии почти на 50%.

### Обеспечение герметичности систем

Для правильной работы вентиляции необходимо периодически проводить техническое обслуживание, проверять систему на наличие утечек и других неисправностей, которые могут повлиять на ее эффективность.

### Грамотное проектирование сетей вентиляции

Особое внимание необходимо обратить на геометрические характеристики сооружения, то есть его размеры, возможные препятствия для перемещения воздуха, планировку и т.д. [3] Планировка должна обеспечивать беспрепятственную циркуляцию воздуха в помещении.

Таким образом, вентиляция – один из самых важных элементов подземного сооружения. Система вентиляции должна разрабатываться соответственно нормативной документации, с учетом всех особенностей объекта.

Повышение эффективности системы вентиляции является одной из первостепенных задач при проектировании подземного сооружения, поскольку помогает снизить эксплуатационные затраты, повысить безопасность сооружения и снизить негативное влияние опасных и вредных факторов на человека.

### Список литературы:

1. Трушко В.Л., Гендлер С.Г., Яковенко А.А. Управление качеством воздуха при строительстве подземных сооружений // Записки Горного института. 2012.
2. СП 300.1325800.2017. Свод правил. Системы струйной вентиляции и дымоудаления подземных и крытых автостоянок. Правила проектирования" (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 21.08.2017 N 1145/пр)
3. Есин В. С., Калмыков С. П. Обоснование основных параметров, обеспечивающих эффективную работу системы дымоудаления и вентиляции автостоянки закрытого типа при помощи струйных вентиляторов // Пожаровзрывобезопасность. 2007. №3.

**Шкробтий Трофим Андреевич, Иванюта Максим Александрович, Солопов  
Илья Николаевич, Катаев Глеб Андреевич**

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ В ВОЕННО-ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА КУПОЛЬНЫХ ДОМОВ БЕЗ ГВОЗДЕЙ**

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток  
Научный руководитель: к.т.н. Федюк Роман Сергеевич*

**Аннотация.** В приведенной статье мы рассмотрели возможности внедрения в военное строительство купольных домов без гвоздей с целью уменьшения денежных и временных затрат. Данное сооружение в перспективе может найти применение в кратковременной фортификации в полевых условиях. Купольные дома предназначены для деятельности в мирное время, так как не отличаются особой прочностью.

**Ключевые слова:** стандарт, качество, управления качеством, предприятие. купольные дома, полевой лагерь, фортификация.

В мирное время фортификация в полевых условиях не требует высокой прочности от зданий и сооружений. В связи с этим появляется задача упрощения процесса строительства. Чаще всего в полевых условиях используют лагеря-биваки (палаточные лагеря) или в оборонительных сооружениях: бункера, блиндажи и т.д.

В первом случае затраты и время на установку лагеря минимальны и поэтому это применение самое распространенное в полевых условиях, к тому же современные технологии позволяют делать такие полевые лагеря, которые способны функционировать при температурах от  $-50^{\circ}$  до  $+50^{\circ}$ . Во втором случае, соответственно, требуется наличие сооружений по месту, либо их возведение заранее, что нецелесообразно и экономически невыгодно.

Можно сделать вывод, что палаточные лагеря самые пригодные для размещения личного состава в полевых условиях. В России данные лагеря могут использоваться вооруженными силами для решения любых задач, которые связаны с нахождением войск вне пунктов их постоянной дислокации:

– во время боевой подготовки войск для организации полевых выходов, учений, лагерных сборов, длительных маршей с суточным отдыхом в период боевого слаживания;

– при мобилизации ВС(военнослужащих) РФ;

– при срочной необходимости подготовки ВС запаса в различных субъектах РФ;

– при ликвидации последствий техногенных и природных катастроф;

– во время осуществления миротворческих операций и участия в локальных военных конфликтах вне зоны непосредственного соприкосновения с силами противника;

- при строительстве и охране АЭС, железнодорожных магистралей, нефте- и газопроводов, аэродромов и портов, гидроузлов;
- при решении поставленных задач в условиях введенного чрезвычайного положения или вооруженных конфликтах.

Пример такого лагеря приведен на рис. 1.



Рис. 1. Автономный полевой лагерь ВС РФ

Дерево было и остается самым распространенным и простым в обработке строительным материалом. Кроме того современные материалы для его обработки дереву дополнительную устойчивость, долговечность и термостойкость.

Для длительной дислокации полевого лагеря можно рассмотреть новое решение: «Лагерь из деревянных сооружений, для строительства которых не требуются гвозди и другие посторонние материалы и инструменты» (рис. 2)

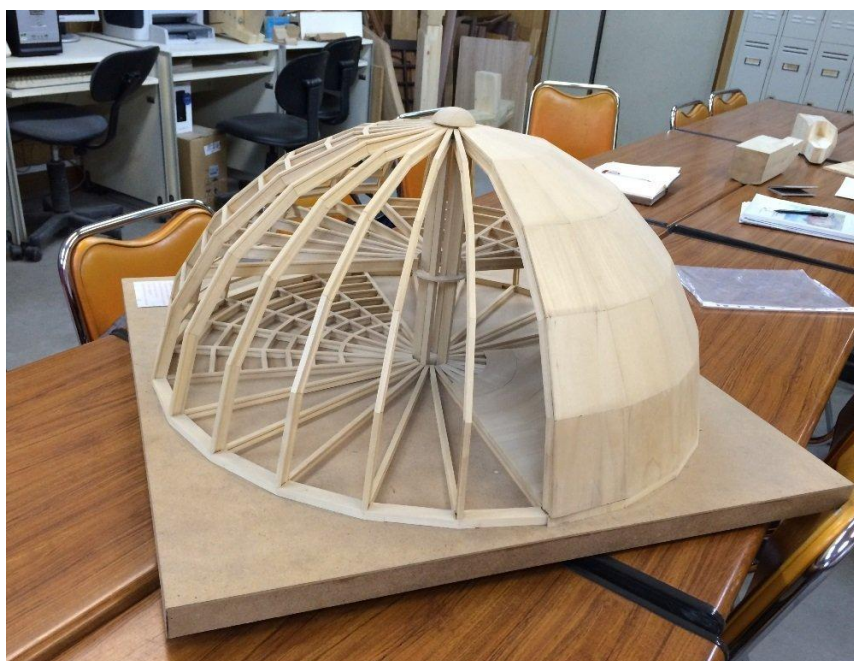


Рис. 2. Макет купольного дома без гвоздей

Эти дома-купола созданы без гвоздей. Их уникальность заключается в новых конструкциях замков между отдельными частями деревянного

сферического каркаса, которые выгодно отличаются от зарубежных аналогов простотой, функциональностью и отсутствием металлических креплений. Благодаря этому их стоимость падает в разы, а затраты на отопление снижаются на 40%.

Сотрудники кафедры технологий промышленного производства ДВФУ создают в лаборатории деревообработки конструкции двух видов. Первый объект площадью 29 квадратных метров подойдет в качестве жилья для одного человека или небольшой точки питания. Второй дом гораздо больше: это двухэтажная 12-метровая конструкция площадью 195 квадратных метров.

При серийном производстве стоимость маленьких домов вместе с отделкой составит 10-12 тысяч рублей за квадратный метр, а больших — максимум 15-20 тысяч.

Их производство не требует больших заводов или внедрения инноваций в производство. Требуется только деревообрабатывающий станок, который будет подходить по размеру для изготовления частей сооружения.

Купольные дома могут предназначаться в ВПК для выполнения многих задач:

- размещение личного состава;
- хранение вооружения и оборудования;
- размещение технического оборудования для обеспечения жизнедеятельности личного состава;
- размещение командного пункта полевого лагеря.

Также купольные дома могут, как полностью заменить палаточный лагерь, так и заменить отдельные его части с целью экономии электроэнергии, так как эти дома имеют преимущество – энергосбережения.

В случае требования экономии денежных и временных ресурсов купольные дома могут найти применение в организации контрольно-пропускных пунктов на дороге, на въезде в воинскую часть, на въезде в полевой лагерь. Сейчас контрольно-пропускные пункты строятся с применением кирпича и бетона, что требует большого количества времени.

### **Список литературы:**

1. Федюк Р.С. Самоуплотняющийся бетон с использованием предварительно подготовленной золы рисовой шелухи / Р.С. Федюк, В.С. Лесовик, А.П. Свинцов, А.В. Мочалов, С.В. Куличков, Н.Ю. Стоюшко, Н.А. Гладкова, Р.А. Тимохин // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 3 (79). С. 66-76.

2. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов защитных сооружений / Р.С. Федюк, В.С. Лесовик, А.В. Мочалов, К.А. Оцоков, И.В. Лашина, Р.А. Тимохин // Инженерно-строительный журнал. №06 (82). С.208-218.

3. Федюк Р.С. Самоуплотняющиеся бетоны с применением отходов растениеводства / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, Д.Н. Пезин, Р.А. Тимохин //

Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15. № 2 (60). С. 294-304.

4. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие и самоуплотняющиеся бетоны для защитных сооружений / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, Лесовик В.С., Гридчин А.М., Фишер Х.-Б. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2018. – № 7. С. 75-85.

5. Федюк Р.С. Вопросы управления структурообразованием композиционного вяжущего / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов // АЛИТИнформ. № 2 (51). 2018. С. 2-10.

6. Федюк Р.С. Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей (обзор) / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, В.С. Лесовик // Вестник Инженерной школы ДВФУ. 2018. №4(37). С. 85-99.

7. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов повышенной ударной стойкости / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2018. № 4 (200). С. 85-91.

8. Fediuk R.S. Review of methods for activation of binder and concrete mixes. / R.S. Fediuk, A.V. Mochalov, R.A. Timokhin // AIMS Materials Science, 2018, 5(5): 916-931.

9. Fediuk R.S. Low-permeability Fiber-reinforcement Concrete of Composite Binder / R.S. Fediuk, A.V. Mochalov, R.A. Timokhin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:022058.

10. Lesovik V.S. Features of building composites designing for their exploitation in extreme conditions / V.S. Lesovik, R.S. Fediuk, E.S. Glagolev, I.V. Lashina, A.V. Mochalov, R.A. Timokhin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:012054.

**Черный Рудольф Николаевич, Логанина Валентина Ивановна**

## **НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

*Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза*

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток*

**Аннотация.** С развитием автомобильного строительства так же встал вопрос о развитии строительства дорог для автомобилей. В современных условиях развитие дорожного строительства направлено на увеличение срока службы дорожного покрытия, его дешевизну и простоты укладки. Для достижения этих целей разрабатывают новые материалы, применяемые в дорожном строительстве или, совершенствуют старые.

**Ключевые слова:** рыболовное судно, винто-рулевой комплекс, сопротивление воды, гидродинамические характеристики насадки, управляемость судна.

При эксплуатации на дорожное покрытие воздействует множества факторов:

- погодные условия;
- динамические нагрузки от транспорта;
- сейсмические нагрузки.

В связи с этим для них устанавливается ряд требований по таким характеристикам как:

- прочность;
- морозостойкость;
- эластичность;
- износостойкость;
- водонепроницаемость.

### **Геотекстиль и геосинтетика**

Укрепление нижнего слоя дорожного полотна, а также боковых сторон грунта эффективно можно сделать с помощью геотекстиля и полимерной геосинтетики (рис. 1).

Спектр этих материалов довольно широк: тканый и нетканый геотекстиль, георешетки, стеклосетки, пластиковые решетки, сетки, геомембраны, дренажный геокомпозит (гео дренаж) и другие геосинтетические материалы. Дорожное строительство с использованием геотекстильных материалов в последние годы в России активно развивается. Несколько лет назад почти никто не знал про существование таких материалов, как геотекстиль, дорниты, геосетки, георешетки, габионы, биоматы, геомембраны. А сегодня эти материалы используются как частными лицами для укладки дорожек на дачном участке, так и крупными дорожными компаниями для строительства магистралей. Наиболее известными торговыми марками геосинтетики являются Геоспан, Тураг (тайпар), Atarfil, Terram (Террам), Славрос, Tensar (Тенсар), Huesker НаTelit, Fortrac, Armatex, Нипромтекс, Комитекс, Пеноплекс, Стеклонит, Тefonд, хотя в действительности на рынке производителей гораздо больше.



Рис. 1. Геотекстиль в дорожном строительстве

Геосинтетики – тип строительных материалов, предназначенных для улучшения физических, механических и гидравлических свойств грунтов. Основная цель применения геосинтетических материалов – обеспечение надежного функционирования автомобильной дороги или отдельных её элементов в сложных природно-климатических условиях строительства и эксплуатации, а также при наличии технических или экономических преимуществ по отношению к традиционным решениям. Основными исходными полимерами для большинства геосинтетиков являются полиэфир (PET), полиэтилен (PE), полипропилен (PP), полиамид (PA), полиарамид. Функции геосинтетиков:

- Армирование – усиление дорожных конструкций в результате перераспределения напряжений, возникающих в грунтовом массиве и дорожной одежде при действии нагрузок от транспортных средств и собственного веса.
- Разделение – предотвращение взаимопроникновения частиц контактирующих материалов в технологических слоях дорожной одежды.
- Защита – предотвращение или замедление процесса эрозии частиц грунта или других частиц по поверхности откоса.
- Фильтрация – предотвращение процесса проникновения грунтовых частиц в дренажи или их выноса (обратная фильтрация).
- Дренаживание – ускорение отвода воды из слоёв дорожной одежды и грунтовых массивов.

### Модификация битумов эмульгаторами

Поскольку главным органическим вяжущим веществом, используемым при производстве асфальтобетона, является нефтяной битум, то самым распространенным способом улучшения его свойств является модификация различными активными веществами (рис. 2).



Рис. 2. Эмульгатор, применяемый в дорожном строительстве



Битумная эмульсия представляет собой жидкость темно-коричневого цвета, получаемую путем диспергирования битума в воде с добавлением эмульгатора.

Битумные эмульсии все чаще применяют в России в качестве вяжущего или пленкообразующего материала при строительстве и ремонте автомобильных дорог. Битумные эмульсии относят к эмульсиям прямого типа, в которых массовая доля битума (30-70%) в виде мельчайших капелек распределена в непрерывной дисперсной среде – воде. В эмульсиях обратного типа вода диспергирована в вяжущем (битуме или дегте), массовая доля которого 70-80%.

Эмульгаторы – это вещества, обладающие способностью придавать устойчивость эмульсиям, т.е. они являются стабилизаторами. В качестве эмульгаторов могут выступать поверхностно-активные вещества (ПАВ), растворимые в обеих фазах эмульсий (или в одной из них), или твердые высокодисперсные минеральные порошки (глины, окислы, карбонаты и сульфаты, цемент, сажа и др.). Твердые эмульгаторы применяют в основном при изготовлении битумных паст и резе – дорожных эмульсий. Эмульсии на твердых эмульгаторах в своем составе содержат 50-60% битума или дегтя, 30-45% воды и 6-12% твердого эмульгатора. Для изготовления дорожных эмульсий чаще всего применяют водорастворимые эмульгаторы, т.е. ПАВ, к которым относятся анионные (ЭБА) и катионные поверхностно-активные вещества (ЭБК). При использовании анионоактивных веществ получают анионные и щелочные эмульсии, а при использовании катионоактивных – катионные и кислые. Битумная эмульсия имеет свои преимущества перед битумом: эко-номичность, технологичность, а также экологичность.

Эмульсия требует меньше капиталовложений, дает экономию битума в 30-40%, экономию электроэнергии в полтора раза. Битумная эмульсия способна сохраняться в жидкой форме и, в отличие от битума, пожаро- и взрывобезопасна. Эмульсию можно использовать на влажных минеральных материалах, что позволяет расширить сроки строительного сезона. Однако для строительства магистралей с высокой нагрузкой битумные эмульсии не подходят, их качества лучше всего подходят для локальных ремонтных работ.

### **Модификации битума полимерами**

Значительно улучшить качество битума можно при его модификации полимерами. Под полимернобитумными вяжущими (ПБВ) принято понимать вяжущие, полученные совмещением битумов и полимеров.

Исследования в этой области были начаты в нашей стране более 30 лет назад. Рекомендации к применению модифицированных битумов вместо обычных объясняются их улучшенными свойствами.

Модифицированные битумы обладают повышенной эластичностью, это важное качество позволяет выдерживать большие нагрузки, противостоять образованию трещин и способствует более медленному старению асфальтобетонного покрытия. Также полимерные битумы имеют большой диапазон рабочих температур: разница между температурой размягчения и

температурой хрупкости достигает 100 °С (обычные битумы до 60 °С). В настоящее время, ввиду многообразия полимерных соединений, предлагаемых нефтехимическими производствами, имеется богатый выбор используемых для модификации битумов.

Условно их можно подразделить на три группы:

- термопласты (пластомеры);
- эластомеры;
- термоэластичные материалы.

Из категории термопластов чаще всего используются полиэтилен и атактический (стереобеспорядочный) полипропилен (АПП). Термопласты состоят из линейных или малоразветвленных полимеров, размягчающихся при нагревании. При охлаждении они снова становятся твердыми. Добавка пластомеров повышает вязкость и жесткость битумов при нормальных рабочих температурах (от -30 °С до 60 °С). Но пластомеры не оказывают влияния на эластичность модифицированных битумов. К тому же при нагревании битумов, улучшенных пластомерами, наблюдается тенденция к разделению фаз битума и полимера, то есть такие битумы неустойчивы к хранению, поэтому должны готовиться непосредственно перед использованием на асфальтобетонном заводе.

Важным условием для получения качественного материала является совместимость битума с АПП, которая определяется соотношением составных частей битума. Эластомеры состоят из длинных полимерных цепочек с широкими разветвлениями. Они эластичны в широком диапазоне температур: от низких до 200 °С. При добавке эластомеров в битум повышается его вязкость, улучшается эластичность. Термоэластичные полимеры размягчаются при температурах выше обычных рабочих и хорошо деформируются в этом состоянии.

### **Модификация битума резиновой крошкой**

В качестве модификатора битума может использоваться резиновая крошка (резиновый модификатор асфальта). В битум при этой системе от 7% до 12% по объему добавляется мелкая крошка размером 0,5-1,5 мм. У наружного рабочего слоя дорожного полотна с вкраплением резины существенно улучшаются физико-механические характеристики: повышенная стойкость к образованию трещин и упругость увеличивается на 20-30%, растет уровень шумопоглощения, коэффициент морозоустойчивости, что сказывается положительно на материале, срок службы которого увеличивается в 2-3 раза.

В зависимости от способа производства смесь резины с битумом проявляет различные свойства. Данная смесь может обладать следующими свойствами:

- высокая степень вязкости по сравнению с обычным битумом;
- низкая термочувствительность;
- высокая степень сцепляемости.

Смесь из мелкой резиновой пыли и гранулята в наружном слое покрытия обеспечивает хороший результат при ночных заморозках на улице. Резиновый

слой остается эластичным и разрушает лежащий на нем лед, как только по нему проезжает транспортное средство, обеспечивая контакт между шиной и покрытием. Количество несчастных случаев на оборудованных такими покрытиями улицах во время ночных заморозков значительно ниже. В случае, если уличное покрытие выполнено из грубого резинового гранулята или гравия, снижается опасность скольжения по воде, т.к. вследствие пористости осадки легче впитываются. Смесь резины и битума является также идеальным материалом для заживления трещин на дорогах, при этом отремонтированные отрезки дороги могут быть доступны для движения незамедлительно. Объем потребления резиновой крошки составляет 15-20 тонн на 1 км дорожного полотна.

### **Список литературы:**

1. Федюк Р.С. Самоуплотняющийся бетон с использованием предварительно подготовленной золы рисовой шелухи / Р.С. Федюк, В.С. Лесовик, А.П. Свинцов, А.В. Мочалов, С.В. Куличков, Н.Ю. Стоюшко, Н.А. Гладкова, Р.А. Тимохин // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 3 (79). С. 66-76.
2. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов защитных сооружений / Р.С. Федюк, В.С. Лесовик, А.В. Мочалов, К.А. Оцоков, И.В. Лашина, Р.А. Тимохин // Инженерно-строительный журнал. №06 (82). С.208-218.
3. Федюк Р.С. Самоуплотняющиеся бетоны с применением отходов растениеводства / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, Д.Н. Пезин, Р.А. Тимохин // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15. № 2 (60). С. 294-304.
4. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие и самоуплотняющиеся бетоны для защитных сооружений / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, Лесовик В.С., Гридчин А.М., Фишер Х.-Б. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2018. – № 7. С. 75-85.
5. Федюк Р.С. Вопросы управления структурообразованием композиционного вяжущего / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов // АлитИнформ. № 2 (51). 2018. С. 2-10.
6. Федюк Р.С. Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей (обзор) / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, В.С. Лесовик // Вестник Инженерной школы ДВФУ. 2018. №4(37). С. 85-99.
7. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов повышенной ударной стойкости / Р.С. Федюк, А.В. Мочалов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2018. № 4 (200). С. 85-91.
8. Fediuk R.S. Review of methods for activation of binder and concrete mixes. / R.S. Fediuk, A.V. Mochalov, R.A. Timokhin // AIMS Materials Science, 2018, 5(5): 916-931.

9. Fediuk R.S. Low-permeability Fiber-reinforcement Concrete of Composite Binder / R.S. Fediuk, A.V. Mochalov, R.A. Timokhin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:022058.

10. Lesovik V.S. Features of building composites designing for their exploitation in extreme conditions / V.S. Lesovik, R.S. Fediuk, E.S. Glagolev, I.V. Lashina, A.V. Mochalov, R.A. Timokhin // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:012054.

**Кузьмин Денис Егорович, Хроменок Даниил Владиславович**

## **ОБЗОР ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ АЭРООХЛАЖДАЮЩИХ КИРПИЧЕЙ «COOL BRICK»**

*Дальневосточный федеральный университет, Учебный военный центр  
Научный руководитель: к.т.н. Федюк Роман Сергеевич*

**Аннотация.** В данной статье приведен обзор инновационной технологии производства строительного материала – кирпичей “Cool Brick”. Описаны возможности их применения, а также приведен механизм работы данного материала. Описывается метод производства кирпича и возникшие проблемы на пути массового производства.

**Ключевые слова:** кирпич, силикаты, условия пустыни, строительство, охлаждение воздуха.

### **1. Что такое кирпич «Cool brick»**

Кирпичи «Cool brick» - это кирпичи, изготовленные из силикатно-глиняного сырья с помощью строительного 3D-принтера. Данное изделие имеет четырех или пятислойную структуру со сквозными вертикальными и горизонтальными отверстиями, перекрывающими друг друга.



Рис. 1. Образец кирпича «Cool brick»

## 2. Исторические предпосылки создания «Cool brick»

Предпосылками для создания этого материала стала методика охлаждения кувшинов с водой в древней Персии. Персия славилась своими огромными территориями, часть которых была покрыта пустыней. Люди пытались сохранить ограниченные запасы холодной воды, начали делать кувшины для воды из пористой глины. Любая пустыня известна своими сухими ветрами; поток ветра, проходя через место, в котором создавался сквозняк и стоял кувшин с водой, охлаждал содержимое кувшина, в порах которого собиралась влага, поглощённая из атмосферы. Вода оставалась холодной круглосуточно.

## 3. Производство кирпичей «Cool brick»

Хоть данное изделие до сих пор не поставлено на конвейерное производство, хотелось бы рассказать о существующей технологии производства этих кирпичей. Для того, чтобы изготовить «Cool brick» используются 3D-принтеры Winsun или Stone Spray (рис. 3). Такие принтеры имеют специальный отсек, в который загружается раствор для приготовления кирпичей. После запуска принтера начинается долгая и монотонная печать изделий.

Раствор для производства кирпича состоит из:

- известь строительная
- кварцевый песок
- беложгущаяся глина
- пористый шлак доменного происхождения.

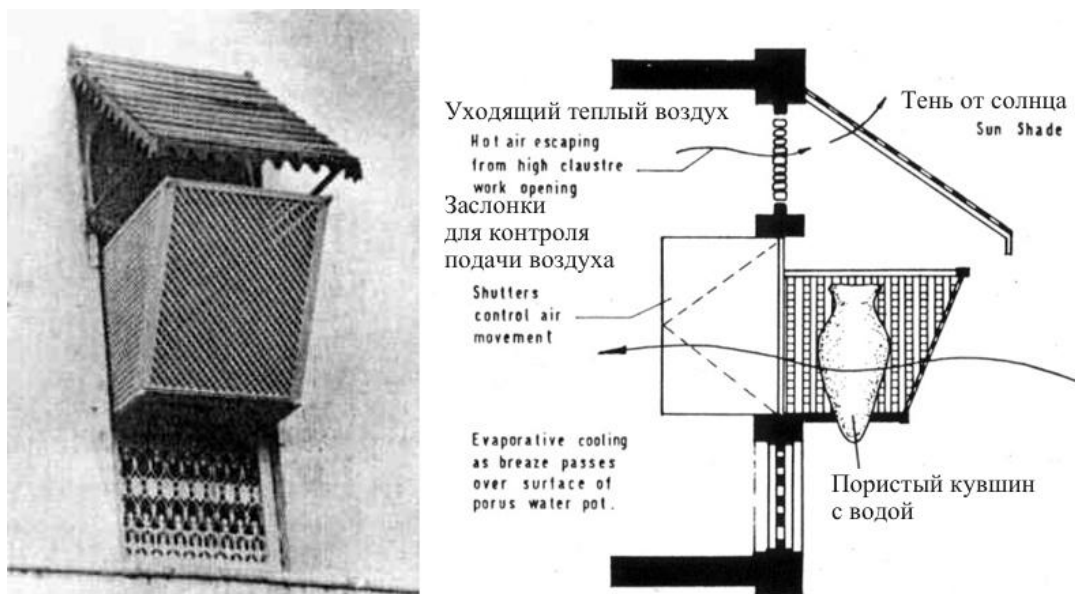


Рис. 2. Персидская система охлаждения воды



Рис. 3. Строительный 3D-принтер Winsun

Казалось бы: такой большой принтер может производить такие кирпичи огромными партиями, но не все так просто. Кирпичи «Cool brick» имеют сложную плетеную структуру; такое сложное плетение невозможно воспроизводить на большой скорости, тут и результат – кирпич не может выйти на конвейерное производство. Сейчас специальная исследовательская группа ведет разработку метода, позволившего бы делать «Cool brick» в больших количествах и не занимать много времени.

#### **4. Применение кирпичей «Cool brick»**

После того, как кирпич будет “напечатан” из него можно изготавливать специальные конструкции, свойства которых будут раскрыты далее. Кирпич «Cool brick» является очень твердым и прочным материалом, в то же самое время имеющим пористую структуру (рис. 4), позволяющую ему впитывать воздушную влагу, находящуюся внутри помещения. После поглощения влаги, кирпич понижает свою температуру и сухой теплый воздух, проходящий сквозь него, отдает часть тепла в кирпич и становится прохладным и влажным. Данная технология позволяет охлаждать помещения в теплых регионах, уменьшая огромные расходы на электроэнергию.

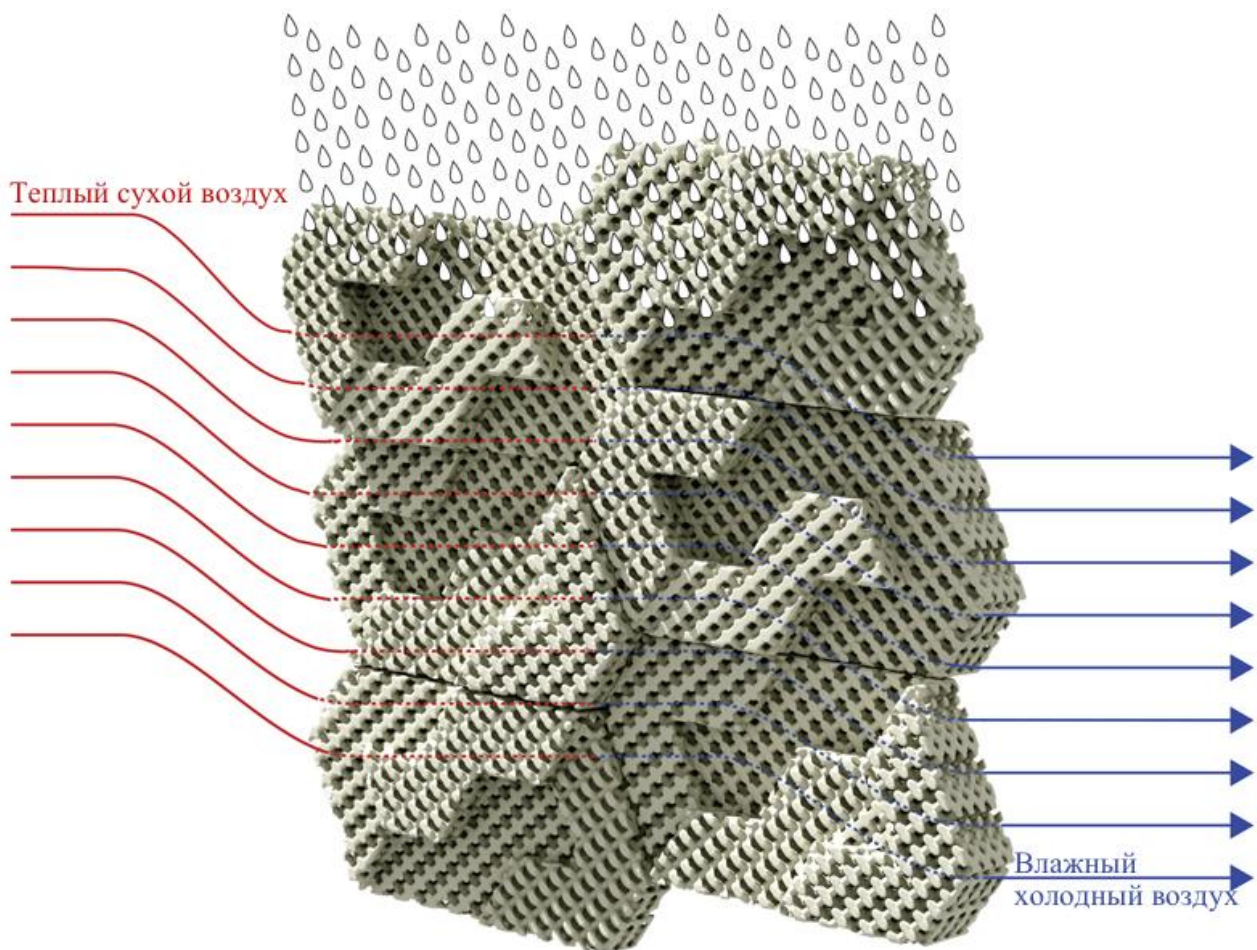


Рис. 4. Принцип действия кирпича «Cool brick»

### 5. Актуальность использования кирпичей «Cool brick»

Во всем мире, в том числе и в России, существует много регионов, где если не большая часть, то точно половина года проходит под флагом высоких повышенных температур. В качестве примера для России можно привести город Сочи, где даже зимой температура редко опускается ниже 5-7 градусов Цельсия. Ежемесячно жителям таких регионов приходят весомые счета на оплату электроэнергии. Строительство дома с использованием таких кирпичей в составе вентилируемого фасада и возведение внутри дома декоративных перегородок из кирпича «Cool brick». В сумме использование этого кирпича в постройке дома даст ему охладиться на 7 градусов Цельсия, что является очень хорошим показателем.

#### Список литературы:

1. Федюк Р.С. Самоуплотняющийся бетон с использованием предварительно подготовленной золы рисовой шелухи / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Свинцов А.П., Мочалов А.В., Куличков С.В., Стоюшко Н.Ю., Гладкова Н.А., Тимохин Р.А. // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 3 (79). С. 66-76.

2. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов защитных сооружений / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Мочалов А.В., Оцоков К.А., Лашина И.В., Тимохин Р.А. // Инженерно-строительный журнал. №06 (82). С.208-218.

3. Федюк Р.С. Самоуплотняющиеся бетоны с применением отходов растениеводства / Федюк Р.С., Мочалов А.В., Пезин Д.Н., Тимохин Р.А. // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15. № 2 (60). С. 294-304.

4. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие и самоуплотняющиеся бетоны для защитных сооружений / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Мочалов А.В., Гридчин А.М., Фишер Х.Б. // Вестник БГТУ им. Шухова В.Г. – 2018. – № 7. С. 75-85.

5. Федюк Р.С. Вопросы управления структурообразованием композиционного вяжущего / Федюк Р.С., Мочалов А.В. // АлитИнформ. № 2 (51). 2018. С. 2-10.

6. Федюк Р.С. Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей (обзор) / Федюк Р.С., Мочалов А.В., Лесовик В.С. // Вестник Инженерной школы ДВФУ. 2018. №4(37). С. 85-99.

7. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов повышенной ударной стойкости / Федюк Р.С., Мочалов А.В. // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2018. № 4 (200). С. 85-91.

8. Fediuk R.S. Review of methods for activation of binder and concrete mixes. / Fediuk R.S., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // AIMS Materials Science, 2018, 5(5): 916-931.

9. Fediuk R.S. Low-permeability Fiber-reinforcement Concrete of Composite Binder / Fediuk R.S., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:022058.

10. Lesovik V.S. Features of building composites designing for their exploitation in extreme conditions / Lesovik V.S., Fediuk R.S., Glagolev E.S., Lashina I.V., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:012054.

**Зеленский И.Р., Хроменок Д.В., Кузьмин Д.Е., Черкасов А.В.,  
Склифос В.О.**

## **РОЛЬ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЗДАНИЙ В РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток  
Научный руководитель: к.т.н. Федюк Роман Сергеевич*

**Аннотация.** В данной статье рассмотрено значение современных технологий перемещения зданий в вопросе реконструкции городской среды. Проанализировано историческое развитие технологий по перемещению зданий.



Дана оценка значению технологии перемещения зданий в настоящий момент. Обоснованы перспективы развития данной технологии и расширения её внедрения в процесс реконструкции городской среды.

**Ключевые слова:** город, реконструкция, планировочная структура, перемещение зданий, передвижение, целесообразность.

Проблема реконструкции городской среды со временем становится всё более актуальной, особенно в крупных городах, построенных несколько веков назад и имеющих долгую историю.

Актуальность эта обусловлена тем, что городская застройка и ее окружение непосредственно влияют жизнедеятельность людей, а санитарно-гигиенические, архитектурные нормы, которые призваны обеспечивать комфорт и безопасность работы и отдыха человека, со временем изменяются. В связи с этими изменениями, а также постоянным развитием транспорта, и возникает необходимость изменять планировочную структуру городов.

По характеру выполняемых работ реконструкция городской среды сводится к трем видам:

1. застройка новыми домами на месте сносимых зданий;
2. прокладка новых улиц на внутри существующих кварталов;
3. реконструкция с сохранением значительной части существующих зданий, которые могут надстраиваться и передвигаться.

Последний вид реконструкции городской застройки является наиболее сложным и дорогостоящим мероприятием, однако, в некоторых случаях он также является самым приемлемым. Например, при перепланировке исторических кварталов городов, здания и сооружения которых представляют большую культурную ценность.

Таких случаев история знает не мало, например, перемещение около десятка зданий и памятника Пушкину во время расширения Тверской улицы в Москве. Самая масштабная работа по передвижению была связана с Савинским подворьем (рис. 1).



Рис. 1. Перемещение Савинского подворья

Пятиэтажное жилое здание, построенное в 1905-1907 годах, общим весом 23000 тонн перемещалось с помощью более чем 2100 катков. По линии среза дома с фундамента были пробиты «дорожки», в которые завели мощные двутавровые балки, впоследствии сваренные между собой. Таким образом, дом оказался в прочной стальной раме. Одновременно готовили территорию, по которой намечалось траектория движения дома. Подвал засыпали щебнем, чтобы установить там рельсы. Когда эти работы были выполнены, под стенами начали пробивать гнезда (отверстия), которые потом превращались в длинные коридоры под домом. Вначале пробили 12 таких коридоров. В них уложили шпалы на твердом бетонном основании, а затем и рельсовые пути. Дом оказался уже стоящим частью на стальных катках, а частью на фундаменте. Затем прорубили еще 12 коридоров и операцию повторили. После того, как пробили третью очередь коридоров, дом сняли с фундамента, и он оказался на 2100 катках.

Само передвижение дома состоялось ночью, пока жители спали. Интересно то, что во время переезда к дому были присоединены все временные коммуникации, поэтому для жителей переезд оказался практически незаметным. Таким образом здание было перемещено на 49 метров 86 сантиметров, и в наше время этот памятник неорусской архитектуры является элитным жильём, 8-комнатная квартира в котором стоит более двух миллионов долларов.

Технический прогресс не стоит на месте, и технологии, которые применяются сегодня для перемещения столь габаритных грузов, несколько отличаются от того, что описано выше.

Начинается все стандартно. Перед передвижкой здание по линии среза укрепляют опорной конструкцией – рамой. Дом окапывают траншеей для обнажения фундамента и отделяют от него с помощью разрезки фундамента. Как правило, линия среза располагается между перекрытием подвальной части и основанием фундамента. Разрезка здания осуществляется с применением дисковых алмазных или гибких цепных пил. Сквозь подвальное помещение в здание заводят мощные двутавровые балки. Они станут основой прочной рамы. Далее здание поднимается с помощью гидравлических домкратов. Домкраты расставляют на подставках из деревянных брусков. В ходе работы, пока одни домкраты удерживают здание, под другие подкладывают дополнительные бруски. Затем уже эти домкраты приводятся в действие. Современное оборудование позволяет управлять всеми работающими домкратами одновременно, добиваясь того, чтобы поднятое здание занимало идеально горизонтальное положение. При достижении требуемой высоты под металлические балки рамы подводят колесные тележки (рис. 2), а не катки, как это было при перемещении сооружений в прошлом веке. С помощью стойки-домкрата тележки упираются в железные балки, принимая вес здания на себя. Далее начинается транспортировка на буксире. Иногда, если здание не очень большое, вместо тележек под него подводят специальный грузовик с огромной платформой, на котором и осуществляется транспортировка.



Рис. 2. Установка здания на пневмоколёсные тележки

Важнейшей задачей является выбор места будущего расположения здания в городской среде. Это обстоятельство является исключительно важным, так как определяет не только протяженность путей движения, но и траектории перемещения. Наиболее простым решением является передвижка здания по прямой, но в реальных условиях городской застройки имеют место более сложные траектории, что, безусловно, усложняет и удорожает процесс передвижки зданий.

Существуют различные варианты перемещения зданий (рис. 3) путем разворота по окружности, поворота на  $90^\circ$  с последующим линейным движением и поворотом на  $90^\circ$ . В зависимости от траектории движения здания перемещают в один или несколько этапов.

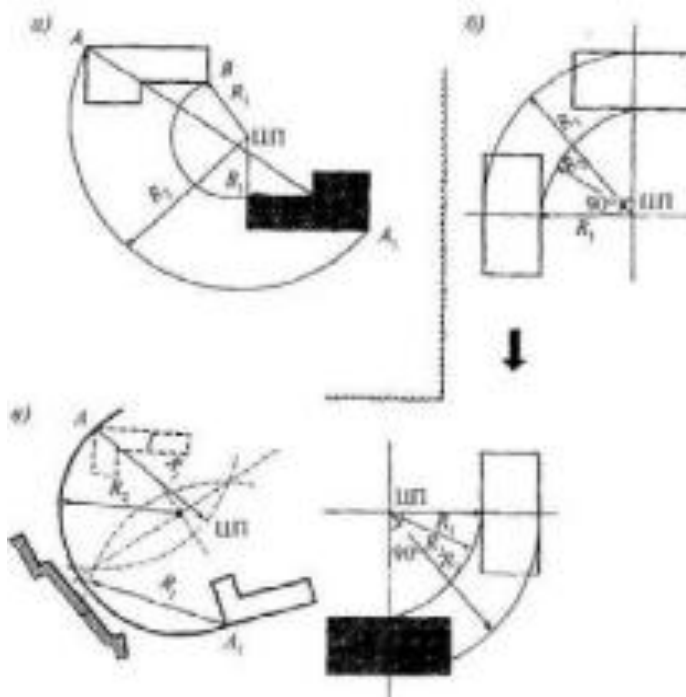


Рис. 3. Виды траекторий перемещения зданий

В целом, технология перемещения сооружений сохраняет свои основные принципы на протяжении десятков лет. Однако, внедрение новых механизмов и технологий позволяют значительно снизить риски, связанные с повреждением конструкций и ускоряет процесс перемещения.

В частности, использование рамных конструкций промышленного изготовления ускоряет процесс создания опорного каркаса. Применение гидравлических домкратов с дистанционным управлением позволяет сделать подъём и перемещение более безопасными для здания. Переход от катков к пневмоколесным тележкам с индивидуальным механическим приводом и управляемой системой поворота исключают трудоёмкие и материалоёмкие процессы устройства накатных путей и ходовых балок, при этом появляется возможность задать практически любую траекторию перемещения здания.

Целесообразность перемещения зданий в процессе реконструкции городской среды в настоящее время оценивается в основном с экономической точки зрения. При этом учитываются техническое состояние объектов, затраты на усиление конструктивных элементов, а также стоимость передвижки с учётом трассы. Также имеет значение высота здания, так как чем выше здание, тем дешевле (относительно его стоимости) будет стоить его перемещение. Таким образом, целесообразным данный способ является для зданий и сооружений, имеющих историческую и культурную ценность, а также высотных зданий, техническое состояние которых позволяет перемещение и последующую эксплуатацию. При этом важно понимать, что дальнейшее совершенствование данной технологии по всему миру всё значительно уменьшает затраты, а значит, увеличивает экономическую целесообразность перемещения зданий.

Исходя из вышеописанного, можно заключить, что у технологии перемещения зданий в реконструкции городской инфраструктуры существуют хорошие перспективы для развития и расширения границ её применения.

### **Список литературы:**

Реконструкция и обновление сложившейся застройки города / Под ред. П.Г. Гробоного и В.А. Харитонов. - М.: АСВ, Реалпроект, 2006. - 624 с.

Монфред Ю.Б. Дом переехал. - Смоленск, 1998. - 340 с.

Дом оторвался от корней: как переносят здания. Популярная механика, 2010, №2 (88).

**Коренков Дмитрий Николаевич, Лукутцова Наталья Петровна**

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫХ ПОЛОС**

*Брянский государственный инженерно-технологический университет,*

*г. Брянск*

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток*

**Аннотация.** Эффективность надежного функционирования аэродромного комплекса, включая обеспечение безопасности взлета, посадки и руления современных воздушных судов в условиях вероятной струйной эрозии аэродромных сооружений, в значительной степени определяются надежностью и долговечностью работы отдельных элементов этих сооружений. Уже первый опыт эксплуатации тяжелых воздушных судов с низкорасположенными двигателями (типа Боинг-747, ИЛ-86) показал, что на аэродромах с асфальтобетонными покрытиями и особенно слоями усиления происходит срыв верхнего слоя под воздействием газоздушных струй реактивных двигателей. Поэтому своевременная оценка газодинамической устойчивости верхних асфальтобетонных слоев покрытия и предотвращение их разрушения является весьма актуальной задачей, которую необходимо решать в связи с вводом в широкую эксплуатацию самолетов с низкорасположенными двигателями (ИЛ-96-300, ТУ-204).

**Ключевые слова:** пассажирские самолеты, анализ, главные характеристики, преимущества, взлетно-посадочные полосы.

Основными причинами преждевременного разрушения асфальтобетонных покрытий и слоев усиления при воздействии газовых струй двигателей является несовершенство расчетной модели проектирования, недостатки при обосновании требований к материалу – составу асфальтобетона, учету состояния усиливаемого покрытия – при устройстве слоев усиления, а также, в основном, низкое качество производства работ при строительстве асфальтобетонных покрытий. В ряде случаев к появлению дефектов и разрушений асфальтобетонных слоев приводит нарушение требований эксплуатационного содержания покрытий и несвоевременный их ремонт.

В связи с отмеченным, эксплуатация тяжелых судов с низкорасположенными двигателями требует соответствующей подготовки, совершенствования наземного обеспечения полетов, включая пересмотр технических требований к проектированию и эксплуатации аэродромных асфальтобетонных покрытий и слоев усиления.

Основная часть. Конструктивные решения асфальтобетонных покрытий и слоев усиления.

В соответствии с требованиями действующих нормативных документов устройство верхних слоев аэродромного асфальтобетонного покрытия следует

предусматривать из плотных асфальтобетонных смесей, а нижних слоев – из плотных или пористых асфальтобетонных смесей. Вид, марку и тип асфальтобетонных смесей для верхних слоев (слоев усиления) покрытия, а также соответствующую марку битума принимают в зависимости от дорожно - климатической зоны, назначения элементов аэродромов и категории нормативной нагрузки. Так, при устройстве аэродромных асфальтобетонных покрытий под тяжелые нагрузки рекомендуется предпочтение отдавать толстым однослойным покрытиям, поскольку с увеличением толщины слоя, за счет более правильной ориентации минеральных зерен, возможно повысить плотность и прочность слоя и, как следствие, увеличить трещиностойкость покрытия. В то же время исследования проф. В.С. Радовского и других исследователей – дорожников свидетельствуют о том, что с точки зрения работоспособности на дорогах с тяжелым движением тонкие асфальтобетонные слои оказываются более эффективными.

Тип асфальтобетонной смеси и ее маркировку для различных участков аэродрома выбирают в соответствии с ГОСТом в зависимости от категории расчетной нормативной нагрузки и климатической зоны расположения аэропорта.

Для верхних слоев покрытий под нормативные нагрузки I-III категории применяют плотные мелкозернистые горячие асфальтобетонные смеси марки I, под нагрузки IV категории – марки II. При этом для ВПП и МРД рекомендуются многощебенистые или среднещебенистые смеси (типов А и Б для I-IV категорий нагрузок). Асфальтобетон для верхнего слоя покрытия (усиления) должен обладать достаточной пластичностью и трещиностойкостью, которая достигается введением в него модифицирующих и структурирующих добавок. К ним относятся добавки полимеров: каучуки, термоэластопласты типа ДСТ-30, резиновая крошка, латексы.

При реконструкции покрытий без прекращения полетов, а также при усилении действующих покрытий в нижнем слое следует применять только плотные, предпочтительно крупнозернистые асфальтобетонные смеси. В районах с жарким климатом предпочтение отдают каркасным смесям с оптимальным для данного типа асфальтобетона содержанием дробленых зерен.

Толщина асфальтобетонного покрытия и слоя усиления должны устанавливаться расчетом и ее нижний предел ограничивается. При усилении суммарная толщина старого и нового слоев асфальтобетона не должна быть ниже предела, установленного нормами для вновь возводимых покрытий в зависимости от давления в пневматиках авиаколес. Кроме того, должны учитываться рекомендации п.3 настоящих предложений по назначению толщины слоя усиления, исходя из его аэродинамической устойчивости при обтекании поверхности газовым потоком реактивных двигателей.

При устройстве асфальтобетонных слоев усиления на стартовых площадках ИВПП, прогазовочных площадках и площадках для запуска двигателей необходимую толщину слоя усиления рекомендуется принимать по рекомендациям п.3, но не менее 15 см. для аэродромов классов А и Б. Наряду с

этим в проекте следует предусматривать тщательное приклеивание нового слоя к существующей конструкции покрытия во избежание срыва слоя усиления газоздушным потоком реактивных двигателей. Усилие отрыва верхнего слоя существующей конструкции покрытия должно быть не менее 0,5 МПа. Наряду с этим на этих участках следует предусматривать мероприятия по повышению термостойкости верхнего слоя покрытия.

Одним из основных недостатков аэродромного асфальтобетона и, в особенности, асфальтобетонных слоев усиления, укладываемых на цементобетонные покрытия, является низкая трещиностойкость, приводящая в слоях усиления к образованию «отраженных» трещин над швами бетонного или ранее уложенного асфальтобетонного покрытия. Трещиностойкость асфальтобетонных покрытий и слоев усиления зависит от физико-механических свойств асфальтобетона; конструктивных характеристик основного несущего слоя асфальтобетона и конструктивных включений (наполнителей фибр материала, наличия армирующих сеток и прослоек-мембран на базе нетканых материалов, мощных трещинопрерывающих прослоек и др. элементов); условий эксплуатации (интенсивности загрузки самолетными нагрузками и параметров струйного воздействия - температуры и скорости струи, использования химических реагентов и тепловых машин); температурно-влажностных воздействий окружающей среды; характеристик существующего усиливаемого бетонного покрытия (марка и толщина бетона, расстояние между швами, состояние грунтового основания, просадки и деформации плит и т.д.). Специфическим негативным эффектом газодинамического воздействия газовых струй двигателей на трещиноватые асфальтобетонные слои является отрыв отдельных кусков или участков асфальтобетона вследствие перепада давления, стремящегося поднять слой асфальтобетона.

В соответствии с вышеизложенным при проектировании асфальтобетонных покрытий и слоев усиления следует предусматривать мероприятия по повышению трещиностойкости, особенно при усилении изношенных цементобетонных покрытий. Методы предупреждения образования трещин могут включать применение одного или одновременно нескольких нижеперечисленных способов:

- повышение деформативности, прочностных свойств и долговечности материала асфальтобетона;
- дисперсное армирование (особенно слоев усиления) асфальтобетона металлическими и полимерными материалами;
- использование слоев асфальтобетона повышенной толщины;
- устройство в асфальтобетоне температурных швов;
- армирование асфальтобетонных слоев усиления, т.е. усиление конструкции слоя в местах расположения швов существующего усиливаемого покрытия (бетонного) с помощью полимерных и металлических сеток, прокладок и т.д.;

– использование в асфальтобетонных слоях нетканых материалов или геотекстиля, пропитанных битумополимерами, в том числе в виде водонепроницаемых мембран;

– включение в качестве дополнительного трещинопрерывающего слоя, укладываемого поверх усиливаемого цементобетонного покрытия, специального слоя из смесей с большим содержанием пор, который компенсирует высокие краевые напряжения, возникающие в местах трещин и швов усиливаемого бетонного покрытия;

– повышение керосино- и термостойкости асфальтобетонных покрытий и слоев усиления в местах систематического опробования реактивных двигателей.

Одним из направлений повышения трещиностойкости слоев асфальтобетона является использование дисперсного армирования. В ряде стран для повышения прочности и долговечности асфальтобетонных покрытий используют состав асфальтобетона, армированный металлическим и полимерным волокном. Диаметр металлического волокна 0,3-0,6 мм, длина отрезков 25-40 мм, содержание волокна в асфальтобетоне изменяется в пределах 0,5-2 %. При содержании 2% металловолокна прочность асфальтобетона на изгиб превышает 100 кгс/см. Другой вид армирующих добавок представляет собой экструдированный вторичный полиэтилен низкой плотности в форме прутков длиной 5-40 мм и диаметром 0,5-3 мм. Введение армирующих включений препятствует образованию трещин в асфальтобетоне, сдерживает их развитие.

Нарезку деформационных швов в асфальтобетонных слоях усиления жестких покрытий осуществляют над швами расширения. При их отсутствии деформационные швы в слое усиления размещают над частью швов сжатия существующего покрытия из такого расчета, чтобы расстояние между швами в асфальтобетонном слое находилось в пределах, указанных в табл. 1.

СПАП-КАМА или НПС-КАМА, пропитанных терморезактивными смолами. Армирование предусматривают для аэродромов классов А, Б и В на участках, имеющих большое количество сквозных трещин и следующих участках независимо от степени их разрушения:

– на концевых участках ВПП длиной 150 м по всей ширине, включая уширения для разворота;

– на уширенных участках РД в местах примыкания к ИВПП;

– в местах предварительного запуска двигателей по всей ширине РД, на участках длиной 20 м, в пределах которых размещаются основные опоры воздушных судов при запуске;

– в других местах систематического запуска и опробования двигателей воздушных судов;

– по всей ширине групповых МС вдоль линии размещения основных опор и двигателей воздушных судов (рис 1, рис. 2).



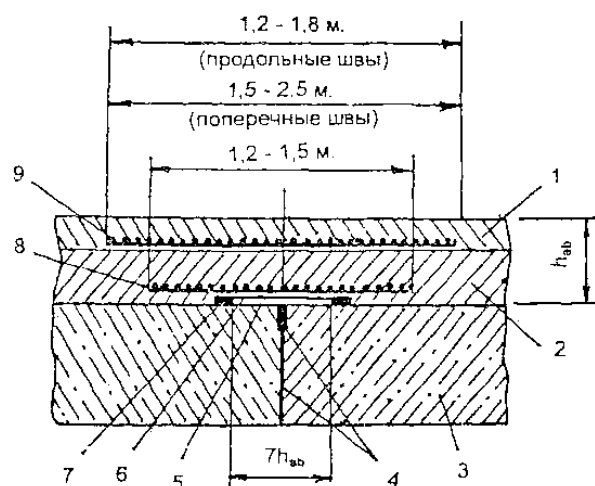


Рис. 1. Ленточное армирование двухслойного асфальтобетонного слоя усиления: 1 и 2 - верхний и нижний слои асфальтобетона; 3 - существующее жесткое покрытие; 4 - деформационный шов (или трещина); 5 - побелка известью; 6 - разделительная прослойка; 7 - битум; 8 - сетки армирования соответственно нижнего и верхнего слоев

Таблица 1

Расстояние между деформационными швами в асфальтобетоне

Среднемесячная температура наиболее холодного месяца в районе строительства, °С.	Расстояние, м
Минус 5 и выше	25-35
Ниже минус 5 до минус 15	15-25
Ниже минус 15 или число переходов температуры через 0°С более 50 раз в году	10-15

На участках, где расстояние между швами или трещинами в существующем покрытии хотя бы в одном направлении меньше 4 м применяют сплошное армирование. Его следует также использовать на участках размещения основных опор воздушных судов при стоянке или запуске авиадвигателей. В остальных случаях допускается ленточное армирование над швами и трещинами.

В последние годы наиболее широкое применение в асфальтобетонных слоях покрытий и усиления для борьбы с трещинообразованием получили нетканые материалы или геотекстиля. Наиболее эффективно применение тонких (3-6 мм) синтетических тканей, пропитанных битумополимером. Наблюдения показали, что укладка геотекстилей и водонепроницаемых мембран замедляет трещинообразование в слоях усиления толщиной 5 и 10 см. Оптимальные результаты были получены при использовании водонепроницаемых мембран. Так, наличие мембраны из нетканного материала способствует раздельной работе нижнего и верхнего слоев покрытий под воздействием температурных напряжений, препятствует возникновению отраженных трещин в верхних слоях, создает водонепроницаемый барьер, препятствующий проникновению влаги в нижние слои покрытия и основания.

Имеются данные об использовании материалов из геотекстиля типа Петромат, Петротак, Flexiplast и других. При этом ткань типа Петротак используется при ямочном ремонте и при перекрытии старых покрытий асфальтобетоном.

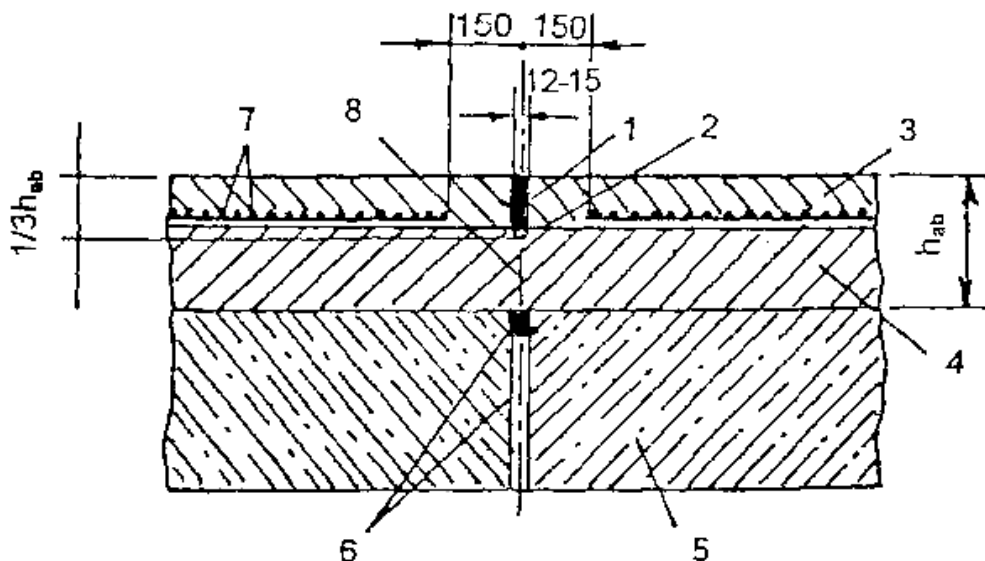


Рис. 2. Конструкция двухслойного асфальтобетонного слоя усиления в зоне нарезки деформационного шва:

1 - паз деформационного шва в слое усиления, заполненный герметиком; 2 - шнур уплотнения (в пазе шва); 3, 4 - соответственно верхний и нижний слои асфальтобетона; 5 - существующее жесткое покрытие; 6 - шов расширения; 7 - сетка сплошного армирования верхнего слоя асфальтобетона; 8 - трещина в асфальтобетоне

Для предотвращения образования «отраженных» трещин в асфальтобетонных слоях, уложенных поверх цементобетонных, стали использовать трехслойную систему различной плотности. Основной слой системы, укладываемый непосредственно на старое покрытие, выполняется из открытой асфальтовой смеси, включающей только дробленые каменные материалы и небольшое количество (1,6-2,5 %) битума. Толщина слоя обычно принимается 7,5-9,0 см. Наличие большого количества соединяющихся пор (20-35 %) в значительной степени гасит возникающие подвижки и деформации старого цементобетонного покрытия. На пористый слой укладывается выравнивающий слой толщиной 5 см из плотных асфальтовых смесей, а на него слой износа толщиной 3,7 см. Устройство слоев осуществляется стандартными средствами механизации.

Для предотвращения разрушений и восстановления поверхности асфальтобетона при воздействии высокотемпературных газовых струй и пролитых топлив целесообразным и экономичным является устройство дополнительных термоизоляционных защитных слоев, обладающих эрозионной стойкостью и низкой теплопроводностью. Материалы этих слоев должны обладать необходимой тепло- и морозостойкостью, а также химической стойкостью к авиационным, топливам, маслам и специальным жидкостям; иметь достаточную прочность, деформативность, износостойкость и хорошую адгезию к цементному и асфальтовому бетону при совместной

работе защитных слоев с нижележащим покрытием под влиянием самолетных нагрузок и природно-климатических факторов. Кроме того, структура поверхности защитных слоев должна обеспечивать необходимое сцепление с пневматиками авиаколес.

Устройство термоизоляционных защитных слоев на эксплуатируемых и вновь построенных покрытиях по данным мировой практики осуществляют двумя способами: сращиванием с незатвердевшим только что уложенным слоем и укладкой слоев на существующие покрытия преимущественно тонкими слоями (до 40 мм).

Для создания термоизоляционных защитных слоев могут быть использованы материалы типа пластобетонов на основе полимерных связующих: эпоксидных и полиэфирных смол, смол на формальдегидной и фурановой основе, а также комбинированных смол, например типа эпоксиднодегтевых и каменноугольных или эпоксиднобитумных компаундов и др. Толщина термоизоляционных слоев в зависимости от интенсивности и частоты приложения высокотемпературных нагрузок может колебаться в пределах от 5-8 до 15 мм. и более.

Из материалов, пригодных для термоизоляционных защитных слоев, наиболее перспективны термоэрозионные пластмассы на основе термореактивных смол. Эти материалы не разрушаются под воздействием высокотемпературной газовой струи и не теряют прочностных свойств при относительно высоких (до 200-300 °С) температурах. Они могут быть нанесены как методом укладки, так и методом напыления или набрызга на больших площадях в виде тонкого слоя.

Варианты рекомендуемых термостойких асфальтобетонных покрытий включают следующие разновидности конструкций (рис. 3).

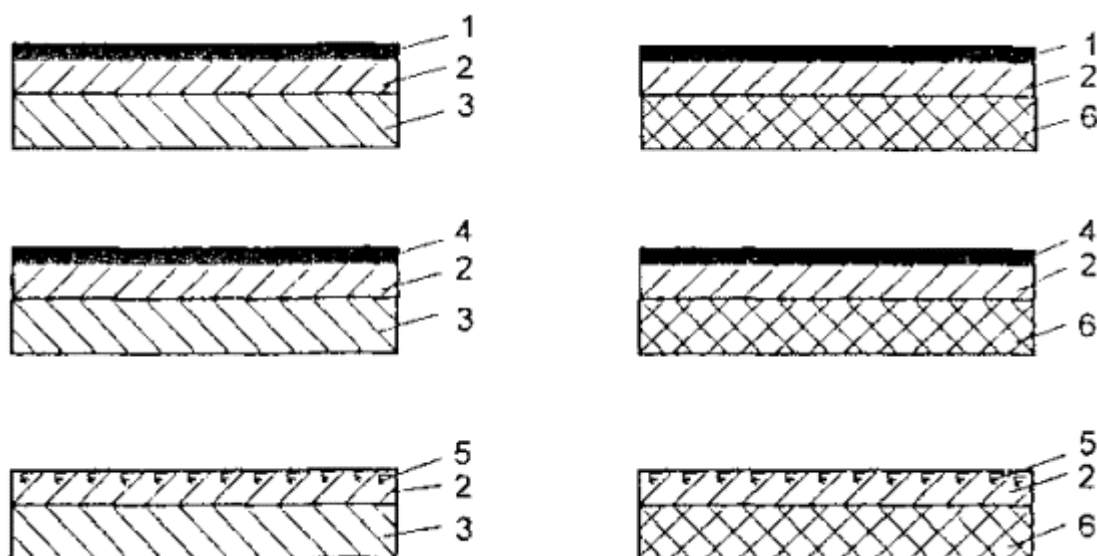


Рис. 3. Разновидности конструкций термостойких асфальтобетонных покрытий:  
 1 - полимербетон; 2 - верхний слой нового асфальтобетона; 3 - нижний слой нового асфальтобетона; 4 - термоизоляционный защитный слой; 5 - цементация поверхности; 6 - существующее асфальтобетонное покрытие

а) при новом строительстве:

- двухслойное асфальтобетонное покрытие с верхним слоем из полимерасфальтобетона;
- термоизоляционные защитные слои из полимербетона;
- цементация поверхностного слоя асфальтобетона.

б) при ремонте и усилении:

- защитный слой или слой усиления из полимербетона;
- термоизоляционный защитный слой из полимербетона на асфальтобетонном слое усиления;
- цементация поверхностного слоя асфальтобетона при его регенерации фрезерованием и переработкой на месте [1-2].

Промежуточное положение занимают участки покрытий, не рассчитанные на восприятие нагрузок от опорных устройств воздушных судов. Эти участки располагаются на стоянках для запуска и опробования двигателей между хвостовым оперением воздушного судна и плоскостью струеотклоняющего щита, где лучше всего использовать термоизоляционные защитные слои.

Толщина термостойких элементов конструкций должна быть определена, исходя из теплофизического (глубины проникания тепловой волны) и прочностного или деформативного расчетов с учетом цикличности приложения температурной нагрузки [3-5].

Геометрические размеры участков покрытий, к которым предъявляются повышенные требования термостойкости, зависят от технологии их использования воздушными суднами. Толщина термоизоляционных слоев в зависимости от интенсивности и частоты приложения высокотемпературных нагрузок может колебаться от 5-8 до 15 мм [6-8].

При проектировании аэродромных асфальтобетонных одежд и слоев усиления в настоящее время приходится рассматривать десятки, а иногда и сотни равнопрочных конструкций для выбора оптимальной. Этот выбор возможен лишь с применением ПЭВМ. При этом наилучшие решения могут быть получены в результате автоматизированного оптимального проектирования, которое включает конструирование, расчет, технико-экономический анализ и выбор наиболее рационального проектного решения. ПЭВМ может рассматривать одновременно неограниченное количество вариантов конструкций асфальтобетонных аэродромных одежд из различных материалов. Поэтому целесообразно задавать несколько конструкций одежды. Получив по каждой из них оптимальное решение и сравнив их между собой, можно сделать окончательный вывод о целесообразности принятия того или иного проектного решения.

Целесообразно использовать некоторые выводы зарубежных исследований по конструированию асфальтобетонных слоев усиления, укладываемых на цементобетонные покрытия:

- снижение трещинообразования в верхнем слое усиления возможно за счет увеличения толщины слоя и модуля упругости материала усиления;

– с увеличением модуля упругости подстилающего грунта напряжения в асфальтобетонном слое над трещиной или швом усиливаемого жесткого слоя снижается;

– при новом строительстве наиболее целесообразным является устройство толстых асфальтобетонных слоев с высоким модулем упругости на основании из тонких гибких плит;

– при невозможности выдерживания принципа соответствия (толщины и модуля упругости слоев усиления соответствующим характеристикам усиливаемого покрытия) следует устраивать разделительные прослойки из резинобитумных либо зернистых (обработанных вяжущим) материалов. Использование прослоек позволяет снизить концентрацию вертикальных сжимающих напряжений над краем трещины или шва более чем в 2-2,5 раза и снижает «отраженное» трещинообразование;

– обеспечение сдвигоустойчивости в монолитной части конструкции и нарушение сцепления асфальтобетонного слоя и бетонного основания в зоне трещины или шва;

– особое внимание должно быть уделено конструкциям разделительных прослоек, предотвращающих передачу «отраженных» трещин из нижних слоев в асфальтобетонные покрытия или слои усиления; в состав прослойки могут включаться пористые слои, армирующие материалы в виде сеток или нетканых материалов; жесткие требования предъявляются к гранулометрии скелетных материалов, пористости слоев, расходу вяжущих и толщине составляющих таких слоев [7-10].

### **Список литературы**

1. Федюк Р.С. Самоуплотняющийся бетон с использованием предварительно подготовленной золы рисовой шелухи / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Свинцов А.П., Мочалов А.В., Куличков С.В., Стоюшко Н.Ю., Гладкова Н.А., Тимохин Р.А. // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 3 (79). С. 66-76.

2. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов защитных сооружений / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Мочалов А.В., Оцоков К.А., Лашина И.В., Тимохин Р.А. // Инженерно-строительный журнал. №06 (82). С.208-218.

3. Федюк Р.С. Самоуплотняющиеся бетоны с применением отходов растениеводства / Федюк Р.С., Мочалов А.В., Пезин Д.Н., Тимохин Р.А. // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15. № 2 (60). С. 294-304.

4. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие и самоуплотняющиеся бетоны для защитных сооружений / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Мочалов А.В., Гридчин А.М., Фишер Х.Б. // Вестник БГТУ им. Шухова В.Г. – 2018. – № 7. С. 75-85.

5. Федюк Р.С. Вопросы управления структурообразованием композиционного вяжущего / Федюк Р.С., Мочалов А.В. // АлитИнформ. № 2 (51). 2018. С. 2-10.

6. Федюк Р.С. Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей (обзор) / Федюк Р.С., Мочалов А.В., Лесовик В.С. // Вестник Инженерной школы ДВФУ. 2018. №4(37). С. 85-99.

7. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов повышенной ударной стойкости / Федюк Р.С., Мочалов А.В. // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2018. № 4 (200). С. 85-91.

8. Fediuk R.S. Review of methods for activation of binder and concrete mixes. / Fediuk R.S., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // AIMS Materials Science, 2018, 5(5): 916-931.

9. Fediuk R.S. Low-permeability Fiber-reinforcement Concrete of Composite Binder / Fediuk R.S., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:022058.

10. Lesovik V.S. Features of building composites designing for their exploitation in extreme conditions / Lesovik V.S., Fediuk R.S., Glagolev E.S., Lashina I.V., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:012054.

**Коренков Дмитрий Николаевич, Хардаев Петр Казакович**

## **ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВАМ АСФАЛЬТОБЕТОНА И ТЕРМОЗАЩИТНЫМ СМЕСЯМ**

*Восточно-сибирский государственный университет технологий и управления,  
г. Улан-Удэ*

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток*

**Аннотация.** За последнее время значительно увеличились полетные массы воздушных судов и частота выполнения взлетно-посадочных операций. Это привело к необходимости повышения требований к качеству и несущей способности конструктивных слоев аэродромных асфальтобетонных покрытий. Вместе с тем нормативные документы не в полной мере учитывают эти возросшие требования. Так, действующий ГОСТ 9128-84 (Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон) не полностью отвечает требованиям эксплуатации современных тяжелых воздушных судов с низкорасположенными двигателями, особенно по условиям прочности на сжатие при +50°C и общей термостойкости и аэродинамической устойчивости..

**Ключевые слова:** асфальтобетон, дорожная одежда, строительные материалы.

На асфальтобетонных покрытиях возможны температурные разрушения и потеря прочности слоя, а также образование дефектов в виде колеи, сдвигов с

последующим нарушением требуемой ровности покрытия и ухудшением условий эксплуатации воздушных судов.

Мировая практика дорожного и аэродромного строительства показывает, что тщательный подбор состава асфальтобетонных смесей, применение высококачественных каменных материалов и вяжущих дают возможность получать устойчивые долговечные покрытия с высокими сцепными качествами. Накопленный опыт показывает, что в условиях современного тяжелого и интенсивного движения транспортных средств предпочтение следует отдавать многощеленистым асфальтобетонным смесям и часто на битумах с невысокой вязкостью. Устойчивые асфальтобетонные покрытия должны иметь высокое содержание щебня с таким наибольшим размером зерен, чтобы толщина слоев не превышала наибольший размер зерен не более чем в 3 раза. Чтобы обеспечить достаточную эластичность покрытий при пониженных температурах не следует применять более вязкие битумы. При этом повышается удобообрабатываемость асфальтобетонных смесей и их способность к регенерированию при высоких летних температурах. Содержание битума и растворной части в смеси должно быть таким, чтобы при полном уплотнении минерального скелета оставалась достаточная пористость покрытий. В смесях для верхнего слоя покрытия рекомендуется применять преимущественно дробленый песок. Только в смесях на каменных материалах с очень шероховатой поверхностью, например доменных шлаках, для повышения удобообрабатываемости часть дробного песка можно заменить природным. При устройстве асфальтобетонных покрытий на цементобетонном основании необходимо применять асфальтобетон повышенной трещиностойкости из высококачественных асфальтобетонных смесей с добавками полимерных материалов, увеличенной толщины, с армированием слоя усиления.

В качестве полимеров применяют латексы, карбоксилатный туф, дивинилстирольный термоэластопласт (ДСТ-30), дробленую резину мягкого помола. Полимеры добавляют либо в битум в количестве 2-5 % от массы битума, либо непосредственно в асфальтобетонную смесь в количестве 1-2 % от массы минеральных материалов. Добавка полимеров дает возможность получить новый вяжущий материал - полимернобитумное вяжущее (ПБВ) с улучшенными физико-механическими свойствами.

Постоянно повышающиеся требования к прочности и сопротивляемости покрытий под действием все возрастающих нагрузок воздушных судов вызывают необходимость разработки усовершенствованных методов оценки устойчивости поверхностных слоев сдвигающим усилиям от горизонтальных тормозных нагрузок и температурных изменений, а также определения пригодного состава асфальтобетонной смеси для укладки на ИВП, РД и МС. При этом следует учитывать неравномерность распределения нагрузок на ИВП и РД по ширине покрытия [1-3].

Высокая сдвигоустойчивость асфальтобетона достигается сочетанием различных мероприятий: применением более вязкого битума, полимербитумных вяжущих или добавок природного битума; увеличением

содержания щебня и максимального размера щебенки; уменьшением содержания битума; применением активированного минерального порошка; заменой полностью или частично природного песка дробленным; введением добавок волокнистых материалов. Как показали исследования В.Н. Антипова, сдвигоустойчивость повышается также при увеличении толщины асфальтобетонного покрытия [4-8].

Для повышения качества асфальтобетона стремятся к созданию композиционного материала, характеризующегося высоким углом внутреннего трения и повышенным структурным сцеплением. Как известно, первый фактор достигается повышением каркасности асфальтобетона за счет насыщения его дроблеными острогранными зернами щебня и песка, второй - введением в состав смесей активных структурообразующих наполнителей и вяжущих с высокой температурой размягчения в IV и особенно V дорожно-климатических зонах, что одновременно с применением высокощебенистых смесей будет способствовать повышению устойчивости аэродромных асфальтобетонных покрытий.

Недостаточное структурное сцепление, связанное с малой вязкостью битумов при повышенных температурах, компенсируется в этом случае активным структурообразующим наполнителем (например, полимерным порошком). Таким образом, правильно выбирая тип асфальтобетонной смеси или подбирая соответствующие структурообразующие компоненты, можно направленно регулировать свойства получаемого асфальтобетона применительно к конкретным условиям.

Одним из методов повышения качества асфальтобетонных покрытий является улучшение свойств используемого вяжущего - битума. Основной задачей улучшения битумов является повышение их адгезионных свойств, устойчивости к температурным колебаниям и т. п. В последние годы в качестве улучшающих добавок наибольшее применение нашли полиэтилен в виде коллоидного раствора, этиленвинилацетат, различные виды резиновой крошки, каучука, органо-марганцевые составы. Практика показывает, что увеличение стоимости улучшенного битума (на 20 %) с избытком компенсируется за счет повышения устойчивости и шероховатости слоев, снижения колесобразования и т.п.

Добавление в битум раствора марганца может привести к изменению реологии вяжущих материалов так, что устойчивость асфальтобетонных смесей к повышенным температурам значительно возрастет. Добавление марганца не требует каких-либо изменений в технологическом процессе приготовления и укладки асфальтобетонной смеси с добавками марганца [9-10].

В отечественной практике известны следующие способы введения полимеров в асфальтобетонные смеси: введение полимеров в битум; добавка порошкообразных полимеров к минеральным составляющим асфальтобетона; применение в составе асфальтобетона минеральных составляющих материалов, поверхность которых модифицирована полимером. Анализ выполненных исследований позволил выбрать оптимальный класс полимеров для улучшения



свойств дорожных битумов – термопластичности. Введение небольших добавок дивинилстирольного термоэластопласта (ДСТ) в битумы в количестве 2-4 % от массы битума позволило получить новое полимерно-битумное вяжущее (ПБВ). Исходными материалами для приготовления ПБВ являются: битумы марок БНД и БН; дивинилстирольные термоэластопласты типа ДСТ-30 с содержанием связанного стирола 28-32 процента; растворители - сольвент, ксилол, бензины, неэтилированные, дизельное топливо, керосин, жидкий битум марок МГО; поверхностно-активные вещества катионного типа.

Для приготовления раствора ДСТ в 6-8 частей растворителя добавляют ДСТ в виде крошки перемешивают до получения однородной массы, далее раствор ДСТ перемешивают с обезвоженным битумом, нагретым до температуры 90-180°C, и выдерживают в течение 6 часов.

Асфальтобетонные смеси ПБВ следует приготавливать в асфальтобетонных смесителях, оборудованных лопастными мешалками с принудительным перемешиванием.

Температура асфальтобетонных смесей на ПБВ при выпуске из смесителя должна быть на 10°C выше, чем при использовании битумов аналогичной марки. При укладке этой смеси необходимо учитывать, что она имеет более высокий коэффициент уплотнения, поэтому толщина слоя асфальтобетонной смеси при укладке асфальтоукладчиком (с включенным трамбующим брусом) должна быть на 30-35 % больше проектной.

Укладка асфальтобетонного покрытия слоем повышенной толщины (более 10 см) из горячих смесей дает возможность повысить плотность и трещиностойкость асфальтобетона.

Полимербетон на основе резорцинформальдегидной смолы представляет собой уплотненную смесь песка, гранитных высевок и полимерного вяжущего, состав которого приводится в табл. 1.

В качестве минерального наполнителя используются гранитные высевки, имеющие состав по следующим фракциям (табл. 2).

Таблица 1

Составы смесей полимербетона

Компоненты	Содержание составляющих, % по массе	
	1	2
Резорцинформальдегидная смола ФР-12	-	10-12
Формалин (40-процентный раствор)	8-10 (3:1)	2,5-3
Каменноугольная смола - пластификатор	8-10	
Полиэфирная смола ТМГФ-11	-	1,7-2,2
Минеральный наполнитель	34-80	85-33

При устройстве слоя толщиной менее 1 см наибольшая крупность частиц минерального наполнителя должна быть не более 3 мм.

Приготовление полимербетонных смесей рекомендуется производить непосредственно на месте работ в растворо- и бетоносмесителях. Последовательность приготовления смесей, следующая: сначала смешиваются до однородной консистенции смолы в течение 2-3 мин, затем вносятся

формалин и масса снова перемешивается 1-2 мин. В приготовленную смесь засыпают минеральный наполнитель и перемешивают еще 2-3 мин.

Таблица 2

Гранулометрический состав гранитных высевок

Фракция, мм	% по массе
5-3	25-26
3-1	23-24
1-0,5	17-18
0,5-0,25	12-13
Кварцевый песок	20-22

Небольшие объемы смесей приготавливают вручную. При этом вязущие материалы вносят в смесь минерального наполнителя. Перед укладкой смеси производят подгрунтовку поверхности покрытия связующим материалом с расходом 0,3-0,5 кг/м<sup>2</sup>. Жизнеспособность полимерных композиций при температуре + 10°C - 3ч., при + 25°C - 1ч.

Полимербетон указанных составов применяют для устройства защитных слоев толщиной 0,8-1,2 см. Указанный материал может быть использован в качестве термоизоляционных защитных слоев.

Приготовление полимербетонных смесей рекомендуется производить непосредственно на месте работ в серийно выпускаемых средствах механизации, применяемых для приготовления бетонных смесей и растворов: смесителя СБ-43, бетоносмесителя СБ-80 или растворосмесителя СБ-8. Термозащитная смесь должна готовиться строго в определенной последовательности. Сначала смешиваются смолы между собой до однородной консистенции в течение 2-3 мин, в смесь которых вводится отвердитель - формалин, и масса перемешивается в течение 1 мин, в приготовленную смесь смол с отвердителем засыпается минеральный наполнитель по отдельным фракциям или заранее приготовленный оптимальный состав фракций. Все перемешивается еще 2-3 мин до получения однородной массы. В случае необходимости приготовления композиций вручную связующие материалы целесообразнее вносить в смесь минерального наполнителя. Приготовленная смесь должна быть уложена на покрытие в течение 2/3 времени ее жизнеспособности. Перед укладкой смеси на подготовленную поверхность наносится подгрунтовка из связующего материала из расчета 0,3-0,5 кг/м<sup>2</sup>.

Термозащитная смесь наносится на подгрунтованную поверхность из расчета создания защитного слоя толщиной  $\approx 1$  см (15 кг/м<sup>2</sup>). Смесь равномерно разравнивается и уплотняется с помощью поверхностных вибраторов или гладковальцовых катков с удельным давлением 150-200 кг на метр длины вальца. Уплотненный участок покрытия засыпается слоем мелкого песка для связывания выступающей на поверхность связующей смеси. Песок удаляется после полного схватывания композиции. Для улучшения процесса полимеризации свежеложенной смеси защитный слой рекомендуется закрывать от воздействия солнечной радиации и атмосферных осадков непрозрачными пленочными материалами и др. на срок не менее суток. В

качестве склеивающего состава при укладке асфальтобетонных слоев усиления рекомендуется использовать полимербитумные растворы и эмульсии.

Решение указанных задач аэродромного обеспечения эксплуатации воздушных судов нового поколения требует уточнения расчетных характеристик нагрузок газовых струй низкорасположенных реактивных двигателей на покрытия, оценки аэродинамической устойчивости асфальтобетонных слоев покрытия, совершенствования конструктивных решений асфальтобетонных покрытий и слоев усиления, повышения качества применяемых материалов и их прочности. Наряду с этим должны быть учтены нормативы технического обслуживания и реконструкции аэродромных асфальтобетонных покрытий, намеченных к эксплуатации воздушных судов с низкорасположенными реактивными двигателями.

### **Список литературы:**

1. Федюк Р.С. Самоуплотняющийся бетон с использованием предварительно подготовленной золы рисовой шелухи / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Свинцов А.П., Мочалов А.В., Куличков С.В., Стоюшко Н.Ю., Гладкова Н.А., Тимохин Р.А. // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 3 (79). С. 66-76.
2. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов защитных сооружений / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Мочалов А.В., Оцоков К.А., Лашина И.В., Тимохин Р.А. // Инженерно-строительный журнал. №06 (82). С.208-218.
3. Федюк Р.С. Самоуплотняющиеся бетоны с применением отходов растениеводства / Федюк Р.С., Мочалов А.В., Пезин Д.Н., Тимохин Р.А. // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15. № 2 (60). С. 294-304.
4. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие и самоуплотняющиеся бетоны для защитных сооружений / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Мочалов А.В., Гридчин А.М., Фишер Х.Б. // Вестник БГТУ им. Шухова В.Г. – 2018. – № 7. С. 75-85.
5. Федюк Р.С. Вопросы управления структурообразованием композиционного вяжущего / Федюк Р.С., Мочалов А.В. // АлитИнформ. № 2 (51). 2018. С. 2-10.
6. Федюк Р.С. Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей (обзор) / Федюк Р.С., Мочалов А.В., Лесовик В.С. // Вестник Инженерной школы ДВФУ. 2018. №4(37). С. 85-99.
7. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов повышенной ударной стойкости / Федюк Р.С., Мочалов А.В. // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2018. № 4 (200). С. 85-91.
8. Fediuk R.S. Review of methods for activation of binder and concrete mixes. / Fediuk R.S., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // AIMS Materials Science, 2018, 5(5): 916-931.
9. Fediuk R.S. Low-permeability Fiber-reinforcement Concrete of Composite Binder / Fediuk R.S., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:022058.

10. Lesovik V.S. Features of building composites designing for their exploitation in extreme conditions / Lesovik V.S., Fediuk R.S., Glagolev E.S., Lashina I.V., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:012054.

**Сотникова П.А.**

## **ПРИМЕНЕНИЕ ВЫРАБОТАННОГО ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ МЕСТ ЗАХОРОНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*Дальневосточный федеральный университет*

**Аннотация.** Одним из наиболее важных ресурсов современного мира является энергия. Она вырабатывается на электростанциях, использующих исчерпаемые и неисчерпаемые ресурсы. К электростанциям, вырабатывающим максимальное количество энергии, можно отнести атомные электростанции, которые за основу производства энергии берут использование ядерных материалов. И в связи с тем, что ядерных отходов становится все больше необходимо продумывать места, где можно их содержать без вреда окружающей среды.

**Ключевые слова:** радиация, остеклование, компактирование, цементирование, урановые рудники, ядерные отходы.

В современном мире остро стоит вопрос утилизации ядерных отходов. Это связано с тем, что радиоактивные изотопы способны к накоплению в почве и воздухе. Эта способность губительно влияет на окружающую среду и здоровье людей, так как радиоактивные нуклеиды практически невозможно вывести. Для того, чтобы минимизировать вредное воздействие, человечество стало использовать специально оборудованное для этих целей подземное пространство.

Но перед тем, как описывать специальное подземное пространство, созданное для хранения ядерных отходов, надо определить какие бывают ядерные отходы и откуда они появляются. Существует 3 вида ядерных отходов:

1. Газообразные. Данный вид отходов образуется при выбросах из установок, вентилируемых места обработки радиоактивных материалов [1].

2. Жидкие. Данный вид ядерных отходов образуется в результате выделения высокоактивных отходов, образованных при переработке отработанного топлива. Также необходимо отметить, что большую опасность представляют неправильно утилизированные отработанные сцинтилляционные счетчики, так как их рабочая жидкость накапливает в себе радиоактивные нуклеиды способные к излучению [2].

3. Твердые. Основную массу твердых ядерных отходов составляет отработанное топливо атомных электростанций. Также к данной категории можно отнести остеклованные отходы и материалы попавшие под радиационное облучение [3].

Стоит учитывать тот факт, что в специально оборудованных подземных пространствах могут содержаться только твердые радиоактивные отходы, при этом необходимо снизить их радиоактивность. Для этого нужно использовать один из следующих методов:

1. Остеклование. Метод, позволяющий снизить радиоактивное излучение путем преобразование ядерных отходов в инертную массу.

2. Компактирование и суперкомпактирование. Метод, позволяющий уменьшить объем ядерных отходов путем их уплотнения.

3. Цементирование. Способ, позволяющий снижать радиоактивность отходов путем смешивания радиоактивных отходов с бетонной смесью.

Из всех этих методов можно выделить только два, позволяющих хранить ядерные отходы в специальных подземных выработках это остеклование и компактирование.

Теперь необходимо разобраться с подземными выработками, в которых возможно безвредное хранение данных отходов. Такие выработки должны отличаться способностью к нейтрализации и сдерживанию радиационного излучения. Также данные выработки должны содержаться глубоко под землей, чтобы не допускать радиоактивного заражения мест пригодных для жизни. Таким образом, можно сделать вывод, что необходимо использовать места способные сдерживать радиацию или места ранее облученные.

1. Подземные пространства, не пропускающие радиацию. Для строительства стен подземного пространства, построенного для содержания радиоактивных отходов, применяются специальные бетонные растворы, способные к сдерживанию радиоактивного излучения. Однако бетон со временем становится склонен к облучению и пропусканию радиации. Но при использовании специальных минералов, взаимодействующих с радиоактивными изотопами и нейтрализующих их, можно свести к минимуму их пропускную способность. Так используя искусственно-созданный минерал 27/4 в бетонной смеси, можно практически полностью изолировать горную выработку от возможности пропускания радиоактивного излучения.

2. Подземные пространства облученные ранее. К таким местам можно отнести урановые рудники. В связи с тем, что данные выработки были облучены естественным путем, их можно использовать для захоронения ядерных отходов, так как вред наносимый окружающей среде будет минимален. Так как вред от ядерных отходов будет примерно равен вреду от урановой руды.

Подводя итог всему вышесказанному, необходимо заострить внимание на том, что использование подземного пространства для захоронения ядерных отходов является не только логичным, но и экологически верным. В

особенности если применить идеи захоронения ядерных отходов приведенные в данной статье.

### **Список литературы:**

1. Лопатин В.В., Камнев Е.Н., Рыбальченко А.И., Шищиц И.Ю. Размещение жидких и твёрдых отходов в земной коре. - Горный вестник, 1998, № 4 - с. 112-116.
2. Ким Д., Геращенко Л. А. Радиационная экология: учеб. пособие. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2010. – 213 с.
3. Котенко Е.А. Горное дело и атомная энергетика. - М.: изд. МГГУ, 2001 - 197 с.

**Батаршин Виталий Олегович**

## **ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ПРОСТРАНСТВА**

*Дальневосточный федеральный университет, Учебный военный центр*

**Аннотация.** Развитие подземного строительства провоцирует использование подземных пространств ранее не доступных. Зачастую эта недоступность вызвана отсутствием правильной технологии по освоению подземного пространства. Так можно сказать о работе с пльвунами, сосредоточенными в горном пространстве. Именно о том, как бороться с пльвунами будет вестись речь в данной статье.

**Ключевые слова:** горное пространство, горная порода, пльвуны, горное оборудование, заморозка, инъекция.

Развитие горного дела тесно связано с развитием науки, техники и общества. Давно известно, что подземные сооружения выдерживают более сильные сейсмические нагрузки, имеют более высокие прочностные показатели. Однако строительство подземных сооружений имеет и несколько минусов, они связаны с высоким риском потери горного оборудования, здоровья и жизни рабочих. Этот риск заключается в возможности обрушения горной выработки, возможности затопления горной выработки и возможности столкновения с пльвуном. Именно о понижении риска опасности, создаваемым пльвуном и пойдет речь.

Пльвун – пльвуном называется насыщенный водой песок, который при механическом воздействии на него разжижается. Различают истинные и ложные пльвуны.[1]

Истинный пльвун складывается из смеси песка, супеси, глины, большого количества воды, большого количества маленьких частиц выполняющих роль смазывающего вещества, между грунтом. Благодаря гидрофильным свойствам коллоидных частиц, содержащихся в пльвунах, они слабо отдают воду. Однако

при вскрытии пространства, заполненного пльвуном, он подобно жидкости заполняет всю свободную полость, то есть при прохождении через пльвун горной выработки, он может полностью затопить ее. Что приведет к уничтожению всех людей и техники на затопленном уровне.

Также существует ложный пльвун. Ложный пльвун представляет собой пористый песок мелкой фракции. Данный вид пльвуна образуется при давлении в порах большем, чем атмосферное. И именно из-за давления вода вытекает при обнажении пльвуна, что также приводит к уничтожению людей и техники.[2]

Данный вид горных пород представляет большую угрозу для безопасности людей и техники, которые проходят выработку. Поэтому необходимо предпринимать меры, позволяющие полностью убрать риск заполнения пльвуном выработанного пространства. Мы видим лишь 2 действенных варианта:

1 вариант – использование повышенного давления и компрессорных установок. Повышение давления будет создаваться при помощи шахтных вентиляторов, и из-за его повышения в выработке пльвун будет вытекать намного медленнее, в следствие чего его можно будет откачать напрямую, используя насосы. Однако у этого метода есть существенный недостаток, который заключается в физиологии человека. При работе в местах с повышенным давлением здоровье рабочих будет ухудшаться, если не сокращать их рабочее время. Однако из-за этого сокращения продвижение забоя будет замедляться и придется использовать сразу несколько проходческих бригад.

2 вариант – использование специальных инъекционных устройств и специальных замораживающих смесей. В данном варианте замораживающую смесь заряжают в инъекционные устройства и вводят в пространство за выработкой с целью ее затвердения. Данный вариант идеально подходит к пльвунам так, как вариант с заморозкой воздействует на жидкую природу пльвуна, создавая из него песчаник с коэффициентом крепости 3-4. Однако в данном варианте существуют 2 недостатка это стоимость замораживающих смесей и оборудования, а также замедление проходки выработки из-за ожидания заморозки. Но оба этих недостатка нейтрализуются повышенной безопасностью выработки.[2-3]

Теперь необходимо подвести итоги всему вышесказанному, исходя из всех преимуществ и недостатков можно сделать вывод, что второй вариант является лучшим с точки зрения уменьшения риска уничтожения выработки пльвуном. Стоит учесть, что создаются все более схватываемые и дешевые замораживающие смеси, поэтому недостатки второго варианта скоро исчезнут.

### **Список литературы:**

1. Горное дело/ Астафьев Ю. П., Близнюков В. Г., Шекун О. Г. и др. М., Недра, 1980.

2. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом. М., Недра, 1977.

3. Насонов И. Д., Федюкин В. А., Щуплик М. Н. Технология строительства подземных сооружений. Ч. I и II. М., Недра, 1983.

**Карнаухов А.И., Тимохин Р.А.**

## **РАДИАЦИЯ – ОДИН ИЗ ВИДОВ ПОДЗЕМНЫХ ОПАСНОСТЕЙ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НЕЙ**

*Дальневосточный федеральный университет, Факультет военного обучения  
Научный руководитель: доц. Щербенко Юрий Васильевич,*

**Аннотация.** Благодаря развитию техники человечество начинает осваивать направления науки, которые до сих пор было невозможно исследовать из-за слабого развития технологий. Одним из таких направлений является горное дело, интерес к которому с каждым годом только растет. В связи с неизведанностью освоения горного пространства, возникает необходимость рассмотреть все опасности, скрытые под землей. К таким опасностям можно отнести радиацию.

**Ключевые слова:** радиация, горная порода, подземное пространство, борьба с радиацией, минерал «27/4».

Современный мир характеризуется ускоренным развитием науки и техники, что позволяет совершать новые открытия в областях науки, ранее недоступных из-за технического несовершенства. Так на данный момент времени усиленно происходит процесс изучения нашей планеты. И помимо исследования малоизученной водной поверхности земли, человечество стало обращать внимание и на подземное пространство, а именно на проблемы его освоения. К таким проблемам можно отнести несовершенство технологий и техники разведки подземных пространств, несовершенство методов борьбы с различными опасностями, находящимися под земной поверхностью.

К таким опасностям, прежде всего, необходимо относить факторы, воздействующие на организм человека без возможности определения их вреда сразу, например воздействие бесцветных, неосязаемых, ядовитых газов и радиация. Рассмотрим радиацию подробнее.

Радиация - ионизирующее излучение, которое из-за потока нестабильных частиц осаждается на поверхности тел, приводя стабильные ядра атомов в нестабильные состояния. Из-за подобного воздействия радиация серьезно вредит здоровью людей. Это связано с тем, что первые этапы облучения радиацией невозможно выявить без специального оборудования. Радиация приводит к росту губительных раковых клеток, уничтожить которые крайне сложно. Она также наносит вред технике, приводя атомы в нестабильное состояние, вследствие чего сама техника начинает излучать радиацию. [1]



В связи с тем, что радиация - это одна из распространенных подземных опасностей, с ней необходимо бороться. Но для начала следует разобраться, от какого именно излучения необходимо защищать подземное пространство. Существуют 3 вида излучения:

1. Альфа излучение. Самый распространенный вид излучения, которым обладают все радиоактивные породы. Такое излучение опасно только при непосредственном взаимодействии с радиоактивным изотопом. Для защиты достаточно использовать материалы с плотностью от 70 грамм на квадратный метр.

2. Бета излучение. Более редкий вид излучения. В природе встречается при распаде таких элементов, как прометий, криптон, стронций. Данный вид излучения опаснее альфа излучения, так как его проникающая способность выше. Для защиты от данного вида радиации достаточно использовать лист из металла толщиной в 2 сантиметра.

3. Гамма излучение. Самый сильный вид естественного излучения, который практически не встречается в подземном пространстве. Для защиты от него необходимо использовать свинцовый лист толщиной в 1 сантиметр. [2]

Взяв во внимание все виды ионизирующего излучения, необходимо подобрать материал, использование которого предотвратит возможность проникновения радиации в горную выработку. К такому материалу можно отнести бетон, основанный на минерале 27/4, который благодаря своим физико-химическим свойствам способен к поглощению радиоактивного излучения. Учитывая тот факт, что существует возможность создания различных элементов искусственным путем, создание удешевленного аналога данного минерала становится лишь вопросом времени. Также, применение данного вида бетона в железобетонной конструкции, где в качестве армирующего компонента будет использоваться обычная конструкционная сталь, может привести к полной изоляции выработанного пространства от радиации, что при строительстве транспортных подземных туннелей в зонах с повышенным радиационным фоном становится крайне эффективным. [3]

Подводя итог всему вышесказанному, можно сделать вывод, что проблема наличия радиации в выработанном пространстве существует, и одним из рабочих методов по ее устранению может стать использование железобетона на основе минерала 27/4 и его искусственных аналогов.

#### **Список литературы:**

1. Котенко Е.А. Горное дело и атомная энергетика. - М.: Изд. МГГУ, 2001 - 197 с.
2. Асаенок И. С. Радиационная безопасность: учеб. пособие / Асаенок И.С., Навоша А.И. – Мн.: Бестпринт, 2004. – 105 с.
3. Кротков В.В., Лобанов Д.П., Нестеров Ю.В., Абдульманов И.Г. Горно-химическая технология добычи урана. - М.: изд. Геос, 2001 - 368 с.
4. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Тимохин А.М., Муталибов З.А., Ильинский Ю.Ю. Использование повышающего преобразователя в качестве источника

питания электротехнических устройств // Энергетика, электромеханика и энергоэффективные технологии глазами молодежи материалы III российской молодежной научной школы-конференции. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2015. С. 43-46.

5. Muravyov A.S., Fediuk R.S. Implementation of renewable energy sources for power supply // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность. Материалы трудов XXI Всероссийской научно-технической конференции. В 2 томах. 2015. С. 32-35.

**Склифос В.О., Хроменок Д.В., Зеленский И.Р., Кузьмин Д.Е., Черкасов А.В.**

## **СТРОИТЕЛЬСТВО ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ИЗ КОНТЕЙНЕРОВ И ИХ АНАЛОГОВ В 21 ВЕКЕ**

*Дальневосточный федеральный университет  
Научный руководитель: к.т.н. Федюк Р.С.*

**Аннотация.** Рассмотрено строительство зданий и сооружений из контейнеров, имеющее прочность, не уступающую прочности бетонных сооружений. Скорость его возведения на порядок превосходит скорость возведения бетонных сооружений. Имеется возможность повторного использования после демонтажа, что невозможно в бетонных сооружениях. Стоимость сооружения в ниже стоимости бетонных сооружений.

**Ключевые слова:** контейнер, инженерия, строительство зданий и сооружений.

Контейнерный дом — сооружение из транспортных контейнеров (рис.1), которые были предназначены для грузоперевозок. Из контейнеров возводят: офисные здания, магазины, сооружения промышленного назначения, жилые модульные здания, посты охраны, сантехнические модули.

Строительство зданий и сооружений из контейнеров – это новое направление в модульном строительстве – возведение современных зданий из отдельных блоков, в которых в качестве несущего объёмного каркаса используется контейнер или его аналог. Архитекторы, которые работают с данным направлением заверяют, что дом из контейнеров – это полноценный жилой частный дом, утеплённый как изнутри, так и снаружи, со всеми необходимыми инженерными сетями и коммуникациями, любыми видами отделки внутри дома и фасада здания, планировки интерьера, воплощаемые в жизнь по любому желанию заказчика. Если применить соответствующую теплоизоляцию, то здание из контейнеров можно эксплуатировать практически в любом климате.



Рис. 1. Стандартный транспортный контейнер

По всему миру появляется большое количество частных домов выполненных из обычных грузовых контейнеров. Для этих целей используются как старые, так и новые образцы, что достаточно выгодно. Строительство таких домов очень популярно в США. На этом специализируются многие небольшие строительно-дизайнерские компании.

Технология строительства домов из контейнеров не ограничена никакими климатическими условиями.

Сначала происходит монтаж контейнера на фундамент (рис. 2).

Затем руководствуясь проектом, контейнеры стыкуются между собой или устанавливают друг на друга для получения нескольких этажей.

После чего вырезаются оконные или дверные проёмы. Однако есть и некоторые особенности. Контейнер – это большая цельная конструкция. Необходимо отрезать различные части, сохраняя при этом целостность.

Внешнюю часть контейнера необходимо обработать антикоррозийным составом и утеплить.

Потом наступает черёд заняться внутренней отделкой. Чаще всего для этих целей используется гипсокартон или дерево.

После этого застройщик занимается прокладкой внутренних коммуникаций, начиная от системы канализации и заканчивая проведением электропроводки.



Рис. 2. Контейнер монтируется на свайный фундамент и приваривается к металлическому профилю

В каркасное строение входят такие элементы, как:

- 1) Прочный металлический каркас из стального швеллера;
- 2) Стенки из дюралюминия или стали, их толщина – 3-4 мм;
- 3) В качестве крыши дома из контейнеров используется каркас из металлопрофиля, покрытый стальным листом;
- 4) Пол – деревянный настил или стальные листы;
- 5) Вход расположен в торце модуля, дверь изготовлена с применением специальных уплотнителей.

Материалы, применяемые для производства:

– Рама и основание изготавливаются из стального профиля, соединяемого сваркой или заклепками.

– Внешняя обшивка и верхнее покрытие производят из стального профилированного листа. В некоторых моделях стальной лист заменяют дюралевым.

– Для пола используют фанеру, сырьем для которой служат красное дерево и специальные пропитки от гниения, насекомых и грибков.

– Для внутренней обшивки применяют листы из металла или полимеров. Пространство между слоями заполняют пеноэпоксидными составами, способными создать требуемый уровень теплоизоляции.

Для комфортной эксплуатации сооружения необходимо утеплять наружные поверхности, т.к. металл отличается от других материалов высокой теплопроводностью (рис. 3).

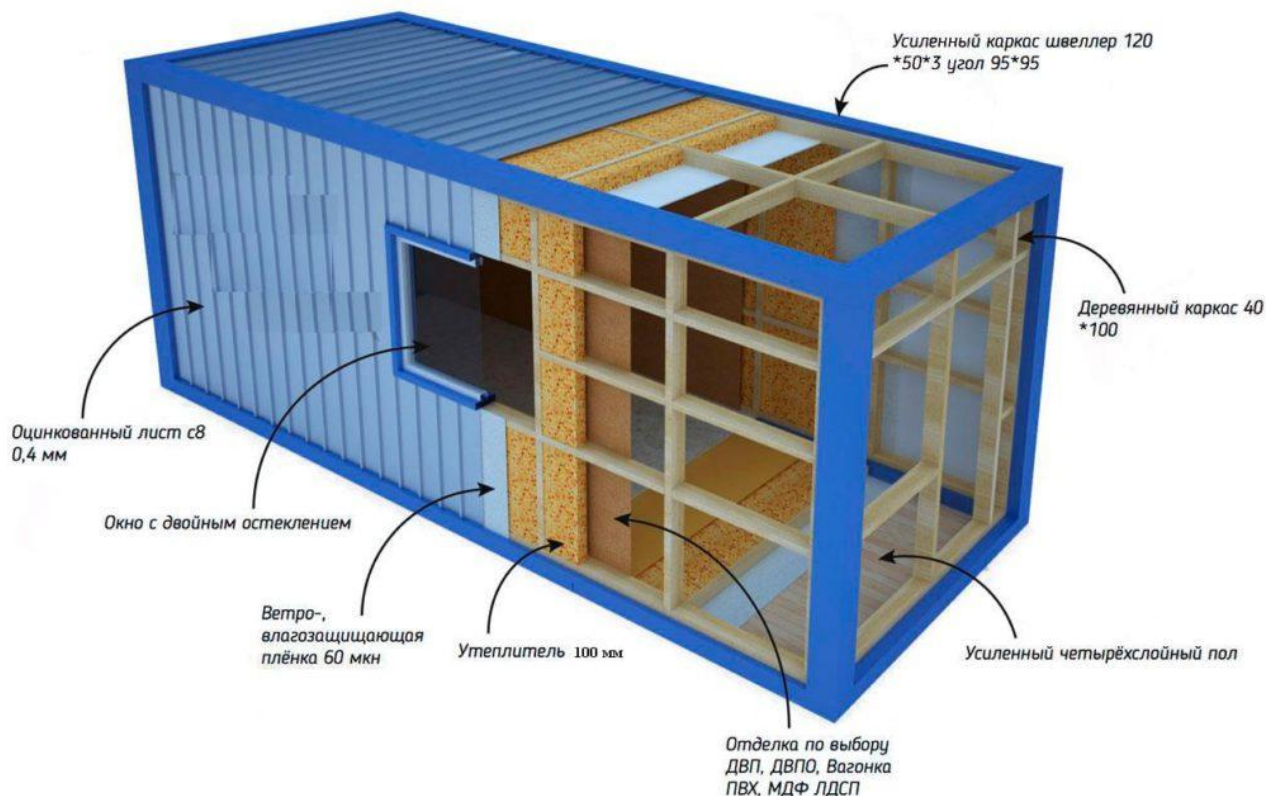


Рис. 3. Утепление стен дома из контейнеров

Утепление стен дома из контейнеров несколько уменьшает внутреннюю площадь помещений. Толщина утеплителя и способ утепления рассчитываются в процессе подготовки проекта дома. Средняя толщина слоя утепления внутренней стенки дома составляет 0,2 метра и зависит от способности изоляционных материалов сохранять тепло [1-3].

Существует два основных варианта утепления домов из контейнеров – снаружи или изнутри. Утепление снаружи рекомендуется лишь при постоянной, ежедневной эксплуатации помещения или при строительстве в местах с теплым климатом. Внутреннее утепление более эффективно при значительных разнице внешней и внутренней температур и исключает опасность возникновения конденсата на внутренней поверхности стен. Также для выбора способа утепления следует обратить внимание на свойства материала, из которого изготовлен контейнер [4-5].

Утепление стен производится из таких материалов, как:

1. Пеноизол («жидкий пенопласт») – изоляционный материал нового поколения. Данный материал обладает хорошей звукоизоляцией и не способен к самостоятельному горению.

2. Пеноблок также подходит, но лишь для наружного утепления. Так как «точка росы» (температура, до которой должен охладиться воздух, чтобы содержащийся в нём пар достиг состояния насыщения и начал

конденсироваться в росу) окажется внутри стены, в результате чего дом будет быстрее разрушаться.

3. Плитный материал – считается идеальным вариантом для утепления дома из пенобитона снаружи. Плитный материал – это маты из минеральной ваты, пенопласт и пенополистирол.

4. Жидкая теплоизоляция, выполняющая функции декоративного покрытия. Представляет собой однородную жидкую суспензию, обладает теплозащитными и антикоррозионными свойствами.

Обычно эксплуатационный срок данных материалов составляет от 10 до 20 лет.

При строительстве дома из контейнеров обязательным является внешняя отделка. В отделке фасада чаще всего используются: пластик, декоративная штукатурка, искусственный или натуральный камень, блокхаус. Все дома такого типа индивидуальны и отличаются оригинальностью внешнего вида.

Основные преимущества контейнерных домов:

Во-первых, прочный стальной каркас морского контейнера позволяет осуществлять его многократную транспортировку и монтаж на любых, даже не подготовленных площадках. Такие дома можно смело устанавливать на промерзший грунт в северных широтах, или на песчаных или щебёночных подушках в тёплых районах.

Во-вторых, часто для монтажа контейнерного здания применяются различные точечные недорогие фундаменты. Это могут быть небольшие бетонные блоки, которые укладываются просто руками на песчаную подсыпку и выравняются по горизонту.

В-третьих, большим преимуществом такого дома является его стоимость. В связи с тем, что мировые запасы списанных старых контейнеров практически неисчерпаемы, достать их можно без проблем и в любом количестве.

В-четвёртых, для домов подобного типа можно использовать даже самое незамысловатое и на первый взгляд недоступное место. Ведь такому компактному домику требуется значительно меньше места для расположения.

В-пятых, очень важен тот факт, что такие дома безопасны для экологии, надежны и практичны.

В-шестых, данный метод строительства зданий и сооружений является самым быстрым, что не может не радовать заказчика.

Примеры готовых проектов можно наблюдать далее (Рис. 4).



Рис. 4. Готовые работы дизайнеров контейнерных домов

Экономические аспекты строительства зданий и сооружений из контейнеров уступают общей стоимости бетонного или кирпичного строения. В среднем цена одного нового контейнера длиной 12 метров равна 400000 рублей, но бывший в употреблении можно купить за 170000 рублей.

На постройку дома с площадью в 170 кв. м потребуется шесть таких контейнеров, что составит около 2 400 000 рублей (или за б/у около 1 020 000 рублей). Это выходит гораздо дешевле, так как если покупать готовый или строить бетонный или кирпичный дом, выйдет сумма в несколько раз больше.

#### **Список литературы:**

1. Черныш Н.Д., Коренькова Г.В., Митякина Н.А. Проблемы, методические основы и тенденции развития профессиональной культуры создания архитектурной среды // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С.93-96.

2. Алышева А.О. Экономичное строительство: дома из контейнеров // Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке. 2016. С. 676-678

3. Рязанова Л.В., Коренькова Г.В. Морской контейнер в качестве жилого дома // Исследования в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении: сборник научных статей IV Международной научно-практической конференции. Саратов, 2016. С. 178-181.

4. Самосудова Н.В., Черкас А.Д. Инновационные решения в современном строительстве // Современные инновации. 2015. №2. С. 30-32.

5. Дом из морских контейнеров: проекты, строительство, утепление [Электронный ресурс]. URL: <http://postroy-sam.com/dom-iz-morskix-kontejnerov.html>.

**Семиохин Александр Сергеевич.**

## **МЕТОД БОРЬБЫ С УТЕЧКОЙ ВОЗДУХА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОВЕРХНОСТНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ УСТАНОВКИ**

*Дальневосточный федеральный Университет, Учебный военный центр  
Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич*

**Аннотация.** В современном мире любое горное предприятие сталкивается с множеством проблем, одной из них является легкое насыщение атмосферы горных выработок различными вредностями техногенного и природного характера. Когда концентрация вредностей превышает допустимые отметки здоровье и жизни работающих в выработках подвергаются опасности, останавливаются производственные процессы. Основное направление борьбы с вредностями в подземных горных выработках- вентиляция, однако в России используется метод установки оборудования поверхностный, что приводит к большой потере КПД, метод борьбы с утерей производительности мы и рассмотрим в данной статье.

**Ключевые слова:** подземные сооружения, горное дело, вентиляция, размещение людей.

Любое горное предприятие невообразимо без какой-либо вентиляции. Прекращение работы комплекса шахт или рудника, вывод людей на поверхность, остановка работы всех механизмов и машин- все это влечет за собой прекращение проветривания. От надежной, безотказной работы системы вентиляции полностью зависит безопасность, а чаще всего и жизнь людей, работающих в шахте.

Вентиляция шахты может производиться тремя способами: нагнетательным, всасывающим или комбинированным. Нагнетательный способ заключается в том, что свежий воздух нагнетается в шахту вентилятором, всасывающим способом называют, когда загрязненный воздух отсасывается из шахты, а свежий поступает в нее вследствие создаваемого разрежения в устье шахтного ствола и комбинированным называют, при использовании двух способов одновременно, которые озвучены выше.

До нашего времени способ вентиляции подземных горнодобывающих предприятий, будь то всасывающая, нагнетательная или комбинированная, предполагали размещение главных вентиляторных установок в устье одного из стволов. При этом создавая в районе размещения огромное давление, при



работе на нагнетание воздуха в шахту, или немалую депрессию, если работа идет на всасывание, такие установки характеризовались большими утечками воздуха, величина которых колебалась от 7 до 70% их производительности. К примеру, могу привести 1-ый Соликамский калийный рудник, в котором утечки воздуха достигали 75% (данные 1995 года), а на 2-м Соликамском калийном руднике, при скиповом стволе – до 60%. Также в надшахтных комплексах шахт Кривбасса средняя величина утечки воздуха составляла в свое время 24.1% производительности вентиляторных установок [1]. Утечки воздуха в надшахтных комплексах вентиляторных установок нормируются, однако, как показало обследование 27 башенных копров 25-ти угольных шахт стран СНГ [2], поверхностные утечки превышали в 2-8 раз нормируемые.

Однако в зарубежной практике при вентиляции шахт и рудников давно уже широко используются вентиляторные установки подземного размещения. Россия, к сожалению, значительно отстает в этом отношении.

Как показывает практика, использование вентиляторов подземного размещения обеспечивает:

- наименьшие утечки воздуха в районе установочного комплекса;
- надежность и стабильность работы вентиляторных установок, особенно в районах Крайнего севера, характеризующихся длительным периодом отрицательных температур;
- снижение уровня шума в пределах производственной площадки, прежде всего, при работе осевых быстроходных вентиляторов;
- упрощение схемы поверхностного производственного комплекса.

Для подтверждения преимущества подземного размещения вентиляторных установок перед поверхностными можно привести в пример опыт проветривания рудника 1-го Соликамского калийного рудоуправления, который до 1989г. проветривался с использованием подземной вентиляторной установки на базе вентиляторов ВУПД-24 (700 об/мин). Утечки воздуха в пределах установочного комплекса, включающего резервный вентилятор и каналы, колебались в пределах от 5 до 7% производительности вентилятора, при этом по подземным горным выработкам рудника циркулировало до 150 м<sup>3</sup>/с свежего воздуха. В 1989 году была запущена в эксплуатацию поверхностная вентиляторная установка на базе вентиляторов ВРЦД-4,5. В последнее время утечки воздуха в поверхностном комплексе превышают 50%, а по горным выработкам циркулирует чуть больше 200 м<sup>3</sup>/с свежего воздуха. Установочные мощности возросли почти в три раза, а прирост расхода воздуха в выработках – всего на 25%.

Подземные вентиляторные установки помогли решить проблему вентиляции многих рудников, имеющих вентиляционные связи с поверхностью через выработанные пространства, по которым воздух проникает в шахты или, наоборот, выдвигается на поверхность. Согласно [3] средняя величина прососов воздуха с поверхности составляет 30-40% дебита главных вентиляторных установок (ГВУ). Чаще всего этот воздух не участвует в проветривании рабочих зон, но на его циркуляцию затрачивается огромная энергия. Большие

прососы воздуха через выработанные пространства делают вентиляционные сети рудников трудно управляемыми, а для регулирования потоков воздуха вынужденно применялись дополнительные энергоемкие регуляторы воздухораспределения, т.к. обычные, общедоступные и дешевые средства регулирования с помощью перемычек становятся неэффективными.

Таким образом, можно сделать вывод, что подземное размещения вентиляторных установок имеет множества преимуществ перед поверхностным, в которые входит и уменьшение утечки воздуха, что позволяет увеличить производительность вентиляторной установки и решить рассматриваемую проблему в горном деле..

#### **Список литературы:**

1. Слюсаренко В.Г., Ошмянский И.Б. Состояние и проблемы вентиляции рудников Кузбасса // Изв. вузов. Горный журнал. - 1982. - № 8. - с. 65-70.
2. Кара В.В., Пальчик Д.А., Переверзев И.П. Утечкам воздуха в шахтах - заслон // Безопасность труда в промышленности. - 1989. - № 6. - с. 31-32.
3. Алборов И.Д., Худиев Ч.М. Аэродинамическое сопротивление зон обрушения // Безопасность труда в промышленности. - 1995. - № 3. - с. 23-25.

**Кузьмин Д.Е., Черкасов А.В., Склифос В.О., Хроменок Д.В., Зеленский И.Р.**

### **ВОЗДЕЙСТВИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ НА ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ**

*Дальневосточный федеральный университет  
Научный руководитель: к.т.н. Федюк Р.С.*

**Аннотация.** В этой статье описано представление влияния климата для Северных регионов РФ в на строительные объекты.

**Ключевые слова:** Арктика, сооружение, здание, Северный регион, развитие технологий, система жизнеобеспечения, характеристики.

#### **Влияние морской влаги на полимерные материалы**

Полимеры практически не подвержены агрессивному воздействию морской воды. Это доказывают множество исследований, например, исследования ФГУП “ВИАН” ГНЦ РФ на примере эпоксидного углепластика ВКУ-17КЭ0,1.

Учёными было установлено, что после 40 суток постоянного пребывания углепластика в морской воде его прочность при изгибе полностью сохраняется, а наблюдаемые изменения его структуры практически не оказывают влияния на его деформацию [1].

Таким образом, можно утверждать, что воздействие морской воды как фактора, приводящего к износу и старению материала для полимерных конструкций, является незначительным и может не учитываться.

### Деревянные конструкции

Влияние отрицательных температур на механические характеристики древесины исследованы М.Д. Бойко. Общим выводом работы можно считать тот факт, что с понижением температуры происходит возрастание прочности древесины.

Установлено, что заметное увеличение прочности древесины происходит до температуры минус 35°С, с последующим понижением температуры прирост прочности происходит менее интенсивно.

Главной причиной увеличения прочности древесины в условиях вечной мерзлоты считается фазовый переход влаги, содержащейся в древесине, в лед. При переходе температуры ниже 0°С в древесине образуется некий «ледяной скелет», так как влага, содержащаяся в порах и трахеидах древесины, сообщается через отверстия, имеющиеся в стенках клетки, а также через окаймленные поры трахеид.

При этом возрастание предела прочности находится в зависимости от влажности древесины – чем влажность больше, тем резче происходит это увеличение.

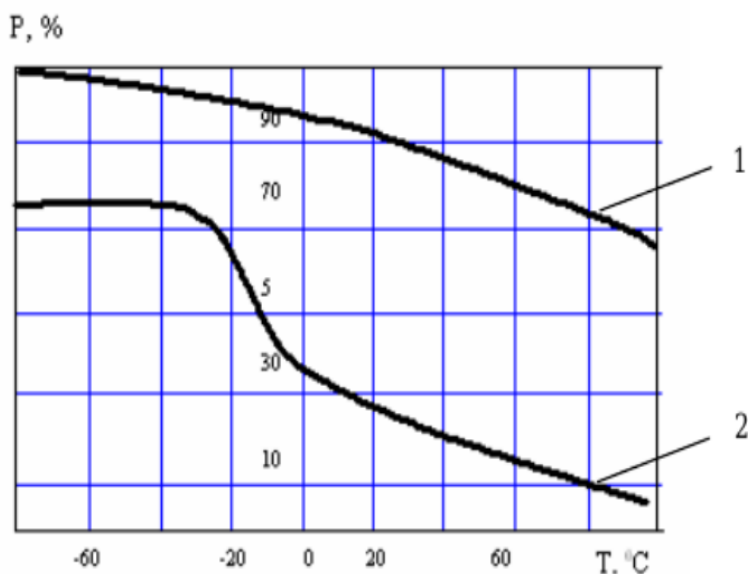


Рис.1. Зависимость предела прочности древесины от температуры и влажности: 1 - абсолютно сухая древесина; 2 - древесина влажностью 30%

Изменение предела прочности в зависимости от факторов, рассмотренных выше, представлено в виде зависимости (рис. 1).

Ветровые нагрузки относятся к кратковременно действующим нагрузкам, которые выдерживаются древесиной лучше, чем длительные.

При кратковременных нагрузках в древесине возникают преимущественно упругие деформации, которые после нагрузки исчезают. До определённого предела зависимость между напряжениями и деформациями близка к линейной.

Основным показателем деформативности служит коэффициент пропорциональности – модуль упругости.

Модуль упругости вдоль волокон в 20 раз больше, чем поперёк волокон. Чем больше модуль упругости, тем более жесткая древесина.

С уменьшением содержания связанной воды и температуры древесины, жесткость ее увеличивается. В нагруженной древесине при высыхании или охлаждении часть упругих деформаций преобразуется в "замороженные" остаточные деформации, исчезают при нагревании или увлажнении.

Поскольку древесина состоит в основном из полимеров с длинными гибкими цепными молекулами, ее деформативность зависит от продолжительности воздействия нагрузок.

Морская вода вследствие наличия в ней заметных количеств солей щелочноземельных металлов уже через короткое время оказывает заметное влияние на прочность древесины, особенно при ударных нагрузках.

Уже после четырех месяцев пребывания древесных конструкций в морской воде отмечается снижение прочности при сжатии вдоль волокон в среднем на 6%, а сопротивление ударному изгибу в среднем на 36% (в отдельных случаях до 77%); объемный вес при этом изменяется незначительно.

В результате обследования сосновых свай, взятых из портовых сооружений в Баку и Махачкале, показало, что они на 40-70% снизили свои прочностные свойства за 30 лет эксплуатации.

### **Бетонные конструкции**

Отрицательные температуры негативно сказываются на бетонных работах. Связано это с тем, что при падении температуры ниже нуля нарушаются процессы твердения цемента. Это может не только замедлить набор прочности, но и полностью прекратить его, причем механические характеристики конструкции могут и не достичь и 50% от проектного значения.

Происходит это по нескольким причинам.

Во-первых, вся вода, необходимая для гидратации цемента, превращается в лед, то есть она становится недоступной для реакции, и потому бетон на морозе просто не твердеет.

Во-вторых, за счет расширения пор, возникающих при замерзании жидкости, объем которой увеличивается до 10-12%, внутри бетонного монолита формируется полость неправильной формы, которая оказывает разрушительное на бетон.

В-третьих, при многократном замерзании и оттаивании раствора плотность его становится неравномерной, и прочность конструкции серьезно снижается.

Чтобы избежать подобных последствий, при заливке раствора инструкция рекомендует использовать различные методы его обогрева.

При химической обработке в раствор вводится специальная жидкость для бетона от мороза. При смешивании с водой она предотвращает ее замерзание, оставляя доступной для гидратации цемента.

К следующему методу отнесем теплоизоляцию. Для сохранения высокой температуры раствора выполняют утепление опалубки, а заливаемый раствор нагревают до плюс 70 градусов.

Также при бетонировании в условиях мерзлоты применяется электродный прогрев. В бетонный раствор погружают отрезки арматуры, к которым подключаются электропровода. При прохождении тока через раствор формируется электромагнитное поле, часть энергии которого передается входящей в бетон влаге. Существует другая разновидность прогрева - кабельная. В опалубку укладываются проводники в полиэтиленовой или полихлорвиниловой изоляции, которые присоединяются к понижающему трансформатору. При подаче тока провода разогреваются, передавая тепло окружающему материалу.

В результате действия воздуха на бетонные конструкции происходит их карбонизация. Особенно сильное влияние испытывает гидроксид кальция в присутствии влаги. Гидроксид кальция при поглощении углекислого газа превращается в карбонат кальция. Карбонат кальция плохо растворяется в воде и, образуясь, стремится герметически закрыть поры на поверхности бетона.

Толщина карбонизируемого слоя является важным фактором для защиты арматуры: чем глубже карбонизация, тем больше опасность коррозии стали. Высококачественный плотный бетон подвергается карбонизации очень медленно. Как правило, спустя полвека эксплуатации бетонного сооружения карбонизация наблюдается на глубине не более 5-10 мм даже после эксплуатации в течение 50 лет. С другой стороны, глубина карбонизации низкопрочного водопроницаемого бетона может достигать 25 мм менее чем за 10 лет. Опыт показывает, что бетонные изделия низкого качества особенно подвержены карбонизации.

Морская вода содержит сульфаты, которые ускоряют разрушение бетона, вызываемое кристаллизацией солей в порах бетона. Так как кристаллизация происходит там, где вода испаряется, этот вид воздействия наблюдается в надводной части бетона.

Раствор соли действует на бетон в том случае, если он проник вглубь в результате капиллярного подсоса. Следовательно, в данном случае самое надежное средство защиты - непроницаемость бетона.

Бетон в зоне переменного уровня воды, подвергающийся попеременному увлажнению и высушиванию, разрушается быстрее. Сохранить его можно обработкой жидким стеклом (силикатом натрия). Образующиеся силикаты кальция заполняют поры и кислотостойкость бетона возрастает. С успехом применяется также обработка поверхности каменноугольным дегтем, резиновыми или битумными мастиками, кремнефтористым магнием и др. Защитные свойства этих покрытий различны, но любое из них не должно иметь механических повреждений, поэтому необходим их осмотр и периодическое возобновление.

## **Заключение**

Проанализировав влияние наиболее значимых климатических факторов, влияющих на износ и старение строительных материалов в условиях Арктики, можно сделать вывод, что это влияние неоднозначно.

Наименьшее влияние арктический климат оказывает на дерево и термореактивные полимеры, характеристики которых практически не ухудшаются, а иногда даже улучшаются под воздействием вышеперечисленных факторов. Металл и бетон в большей степени подвержены негативному воздействию отрицательных температур, ветра и морской влаги, однако, существуют технологии, позволяющие снизить это влияние до приемлемых значений.

Можно с уверенностью сказать, что со временем необходимость арктического строительства будет только возрастать, а значит, разработка новых строительных материалов, подходящих для арктического климата, и технологий по совершенствованию уже имеющихся есть и будут являться важными задачами науки.

## **Список литературы:**

1. Деев И.С., Добрянская О.А., Куршев Е.В. Влияние морской воды на микроструктуру и механические свойства углепластика в напряжённом состоянии; ВИАМ/2012-206047, 2012.
2. Северс Э.Т. Реология полимеров; Издательство «Химия», М. 1966.
3. Технология металлов; издание второе, переработанное и дополненное; под редакцией Б. В. Кнорозова; Издательство «Металлургия», М. 1979.
4. <http://www.drevesinas.ru>.
5. Берг О.Я. Высокопрочный бетон. Издательство литературы по строительству, М. 1971.
6. Перкинс Ф. Железобетонные сооружения. Ремонт, гидроизоляция и защита. М.: Стройиздат, 1980. - 256 с.

**Ярыгин Александр Маратович, Лесовик Валерий Станиславович**

## **КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПУТЕПРОКЛАДЧИКА ПКТ-2**

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,  
г. Белгород*

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток*

**Аннотация.** Колёсный путеукладчик ПКТ-2 предназначен для прокладки колонных путей, обеспечивающих продвижение техники по бездорожью, а также подготовки и содержания дорог и их расчистки от снежного покрова. Создан на базе МАЗ-538. Шасси представляет собой двухосную колёсную машину со всеми ведущими осями, предназначенную для

работы с навесным или прицепным рабочим оборудованием. Основными частями тягача являются: силовая установка, силовая передача, ходовая часть, кабина, платформа, оперение, механизмы управления, электрооборудование и гидравлическая система управления рабочим оборудованием.

**Ключевые слова:** инженерная техника, путепрокладчик, ПКТ-2.

Рабочий орган путепрокладчика в зависимости от характера предстоящей работы может устанавливаться в бульдозерное, двухотвальное или одноотвальное положение.

Двигатель дизельный 12-ти цилиндровый V-образный (как и на БАТ-М). Но мощности у него поменьше – 375 против 415 у БАТ-М.

Вес данного аппарата составляет 23 тонны вместе со всем навесным оборудованием и техническими жидкостями. По сути, БАТ-М и ПКТ-2 очень схожи по устройству, назначению и системам.

Коробка передач – полуавтоматическая. Педали сцепления нет, но маленький рычаг для переключения скоростей все же имеется.

За счет КПП, веса и размеров ПКТ-2 маневренней, быстрее, чем БАТ-М. Данной машине безразлично направление движения. Реверсивная коробка передач обеспечивает одинаковую скорость движения и одинаковый крутящий момент в обеих направлениях. Кроме того, механик-водитель, переставляя рулевое управление в левое или правое гнездо и пересаживаясь в левое или правое кресло, расположенные навстречу друг другу, может с одинаковым удобством управлять машиной в обеих направлениях.

Кроме того, машина оборудована тяговой лебедкой и анкерным устройством, обеспечивающих возможность работы на скользкой, вязкой поверхности и повышающих тяговое усилие.

Гидравлическая система рабочего оборудования обеспечивает подъем, опускание, принудительное заглубление и перекоп отвала, а также установку его крыльев в двухотвальное, бульдозерное и грейдерное положения. Управление отвалом производится механиком-водителем из кабины машины.

ПКТ выполняет следующие инженерные задачи:

- устраивать переезды через рвы, овраги, траншеи и другие препятствия;
- расчищать местность от кустарника, мелкоколесья и камней;
- устраивать съезды к мостам и переправам;
- прокладывать пути на косогорах;
- производить расчистку дорог и аэродромов от снега;
- отрывать котлованы при самоокапывании.

Тактико-технические характеристики ПКТ-2:

- ширина захвата в двухотвальном положении – 3,33 м;
- ширина захвата в бульдозерном положении – 3,8 м;
- производительность при прокладывании колонных путей в кустарнике, мелкоколесье и по целине – 3-6 км/ч;
- производительность при прокладывании колонных путей по снежной целине – 6-10 км/ч;

- производительность при перемещении грунта при устройстве аппарелей, спусков и оврагов, засыпке противотанковых рвов – 75-130 м<sup>3</sup>/ч;
- средняя скорость по грунтовым дорогам – 20-25 км/ч;
- максимальная скорость движения – 45 км/ч;
- вес путепрокладчика – 23 т;
- длина – 8,76 м;
- ширина – 3,4 м;
- высота – 3,18 м;
- колея – 2,52 м;
- высота отвала – 900 мм;
- перекоп отвала – 10 град.;
- наименьший радиус поворота – 14 м;
- глубина преодолеваемого брода – 1,2 м;
- экипаж – 2 чел.

Предыстория появления ПКТ начинается со стремления инженерных войск иметь собственное базовое шасси, на основе которого можно было бы создавать конкретные машины для инженерного обеспечения боевых действий.

Второй предпосылкой появления собственного шасси было то, что как автомобили, так и гусеничные машины были плохо приспособлены для навешивания на них инженерного оборудования. Инженерные машины на гусеничной базе (обычно на базе АТ-Т) были громоздки и малоподвижны. В результате, инженерные подразделения отставали на марше от мотострелков и танкистов. Особенно заметно это проявилось в августовские дни 1968г. Во время событий в Чехословакии.

Это явилось первопричиной создания двух инженерных машин на базе МАЗ-538. Это ПКТ и БКТ.

Однако оказалось, что база МАЗ-538 слишком короткая и на ней невозможно разместить что-либо кроме бульдозерного оборудования. Но, взяв его за основу, конструкторы разработали инженерный колесный тягач ИКТ (КЗКТ-538). совершенно ни на что непригодный. Хотя, на его базе были созданы ПКТ-2, БКТ-2, ТМК, ни одна из этих машин не оправдала возлагавшихся на них надежд.

Пожалуй, ПКТ – единственная машина из семейства ИКТ на что-то еще способная. Снег расчищает весьма неплохо, (если он еще не очень слежался). Вполне приемлемо разравнивает глубокие колеи на грунтовых дорогах, срезает мелкий кустарник. Была бы приемлема в качестве грейдера, если бы не слишком короткая база, поэтому создает поперечный профиль дорожного полотна весьма плохо. Кюветы треугольного профиля продельывает удовлетворительно. Однако и здесь обычный автогрейдер лучше из-за гораздо меньшего расхода топлива.

#### **Вывод:**

Данный путепрокладчик стал популярен в вооруженных силах в 70-80-х годах 20-го века. На нем чистили, убрали, вытаскивали. ПКТ-2 стал достойным конкурентам БАТ-М. Маневренность, меньший аппетит делали из



ПКТ-2 хорошего трудягу. Поэтому через пару лет начали создавать различные модернизированные версии на базе ПКТ-2.

### **Список литературы:**

1. Федюк Р.С. Самоуплотняющийся бетон с использованием предварительно подготовленной золы рисовой шелухи / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Свинцов А.П., Мочалов А.В., Куличков С.В., Стоюшко Н.Ю., Гладкова Н.А., Тимохин Р.А. // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 3 (79). С. 66-76.
2. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов защитных сооружений / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Мочалов А.В., Оцоков К.А., Лашина И.В., Тимохин Р.А. // Инженерно-строительный журнал. №06 (82). С.208-218.
3. Федюк Р.С. Самоуплотняющиеся бетоны с применением отходов растениеводства / Федюк Р.С., Мочалов А.В., Пезин Д.Н., Тимохин Р.А. // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15. № 2 (60). С. 294-304.
4. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие и самоуплотняющиеся бетоны для защитных сооружений / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Мочалов А.В., Гридчин А.М., Фишер Х.Б. // Вестник БГТУ им. Шухова В.Г. – 2018. – № 7. С. 75-85.
5. Федюк Р.С. Вопросы управления структурообразованием композиционного вяжущего / Федюк Р.С., Мочалов А.В. // АлитИнформ. № 2 (51). 2018. С. 2-10.
6. Федюк Р.С. Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей (обзор) / Федюк Р.С., Мочалов А.В., Лесовик В.С. // Вестник Инженерной школы ДВФУ. 2018. №4(37). С. 85-99.
7. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов повышенной ударной стойкости / Федюк Р.С., Мочалов А.В. // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2018. № 4 (200). С. 85-91.
8. Fediuk R.S. Review of methods for activation of binder and concrete mixes. / Fediuk R.S., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // AIMS Materials Science, 2018, 5(5): 916-931.
9. Fediuk R.S. Low-permeability Fiber-reinforcement Concrete of Composite Binder / Fediuk R.S., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:022058.
10. Lesovik V.S. Features of building composites designing for their exploitation in extreme conditions / Lesovik V.S., Fediuk R.S., Glagolev E.S., Lashina I.V., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:012054.

**Батаршин Виталий Олегович**

## **ЗАМОРАЖИВАНИЕ ПОРОДЫ КАК СРЕДСТВО УДЕШЕВЛЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК**

*Дальневосточный федеральный университет, Учебный военный центр  
Научный руководитель: Козлов П.Г.*

**Аннотация.** Подземное строительство всегда стремилось к уменьшению затрат на проведение подземных работ с повышением качества подземных помещений одновременно, однако достичь данного соотношения крайне тяжело. В данной статье будет рассмотрен вариант строительства подземных сооружений в рыхлых грунтах на расстояниях обеспечивающих температуры выработки меньше 0 градусов Цельсия.

**Ключевые слова:** подземное строительство, замороженная порода, горное дело, механические свойства, материал крепи, крепость пород.

Повышение современных технологий горного строительства приводит к росту возможных материалов для строительства горных крепей. Помимо давно известных деревянных, бетонных, железобетонных и прочих видов крепей можно выделить принципиально новую крепь, которая не будет уступать по своим характеристикам бетонным крепям. Данный вид крепи будет возводиться в шахтах с рыхлой породой и температурой менее 0 градусов Цельсия.

Данную крепь можно применять не только в естественных условиях пониженной температуры или Крайнего Севера, но и в искусственных, а именно при переводе участка выработки из постоянного во временную можно применять данную крепь понизив температуру данного участка. Стоит отметить, что при разовом понижении температуры, то есть при обеспечении непостоянной низкой температуры данная крепь обрушится сама по себе. Это приводит к уменьшению затрат на деревянную крепь так, как необходимость ее строительства исчезает.

Принцип возведения горной крепи будет следующим: при строительстве временной крепи на рыхлую породу на верхняке и по бокам выработки будет установлено инъекционное оборудование, которое будет закачивать в стенки выработки смесь рыхлых пород с водой. Спустя время вода полностью затвердеет и обеспечит схватывание рыхлых пород. Что приводит к повышению ее прочностных качеств и переводу из рыхлых пород в категорию скальных. Однако стоит учитывать тот факт, что вода в породе должна быть связана определенным образом [1].

Так вода, находящаяся в кристаллической решетке или связанная на молекулярном уровне, не будет повышать свойства породы. В то время, как капиллярная и гравитационная вода преобразуют рыхлые породы с коэффициентом крепости 0.3 в скальные породы, коэффициент которых зависит от количества рыхлой породы и воды [2-3].

Полученная в результате, затвердевшая крепь получает следующие преимущества:

1. Экономичность. При использовании данной крепи существует возможность свести к минимуму все затраты на временную крепь, так как для строительства крепи с замороженной рыхлой породой достаточно подвести смесь воды и рыхлых пород, цена которой в несколько раз ниже цены на древесину. Также если замораживать рыхлую обводненную породу, слагающую забой, можно ограничиться только средствами на заморозку породы.

2. Поддержание безопасности на необходимый срок эксплуатации. При необходимости продления срока эксплуатации крепи, достаточным условием будет поддержание низкой температуры, которая не позволит воде растаять.

Из минусов можно выделить необходимость в постоянном поддержании температуры, позволяющей не терять целостности крепи.

Подведя итог всему вышесказанному можно сделать вывод, что для естественных и искусственных условий крайнего севера данная временная крепь способна сократить затраты на ресурсы ее изготовления, что приводит к экономической целесообразности ее применения.

#### **Список литературы:**

1. Строительство стволов шахт и рудников. - М.: Недра, 1991.
2. Технология, механизация и организация проведения горных выработок / Бокий Б.В., Зими́на Е.А., Смирняков В. В., Тимофеев О.В.. 3-е изд. перераб. и доп. М., Недра, 1983.
3. Шехурдин В.К. Горные работы, проведение и крепление горных выработок. М., Недра, 1985.

**Ибрагимов Руслан Абдирашитович, Картавий Тимур Дмитриевич**

### **РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ ДОРОЖНОГО ПОЛОТНА И ТОЛЩИНЫ ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ**

*Казанский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Казань*

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток*

**Аннотация.** С каждым годом всё возрастающие транспортные нагрузки приводят к тому, что существующие дорожные одежды большей части дорог России, запроектированные на нагрузку 60 кН и 100 кН быстро разрушаются, а вновь запроектированные и построенные конструкции служат меньше своего расчётного срока службы. Повсюду дорожники борются с этой проблемой, изобретая всё новые и новые материалы для дорожных одежд и совершенствуя методы их расчёта.

**Ключевые слова:** дорожное полотно, дорожная одежда, материалы.

Одежда плоскостных элементов благоустройства территории — это многослойная структура, выдерживающая пешеходные и транспортные нагрузки. При разработке устойчивой конструкции одежды дорожек и площадок необходимо учитывать влияние таких факторов окружающей среды, как поверхностная нагрузка, почвы или грунты основания, климат, стоимость и условия эксплуатации.

Структурные слои одежды обычно состоят из подготовленного земляного основания, несущего основания и верхнего покрытия. Рассмотрим конструкцию дорожной одежды, переходя от слоя к слою снизу вверх, на примере конструктивного разреза типичного покрытия для дороги с невысокой транспортной нагрузкой или дорожки с высокой пешеходной нагрузкой, расположенной на глинистых почвах (рис. 1).

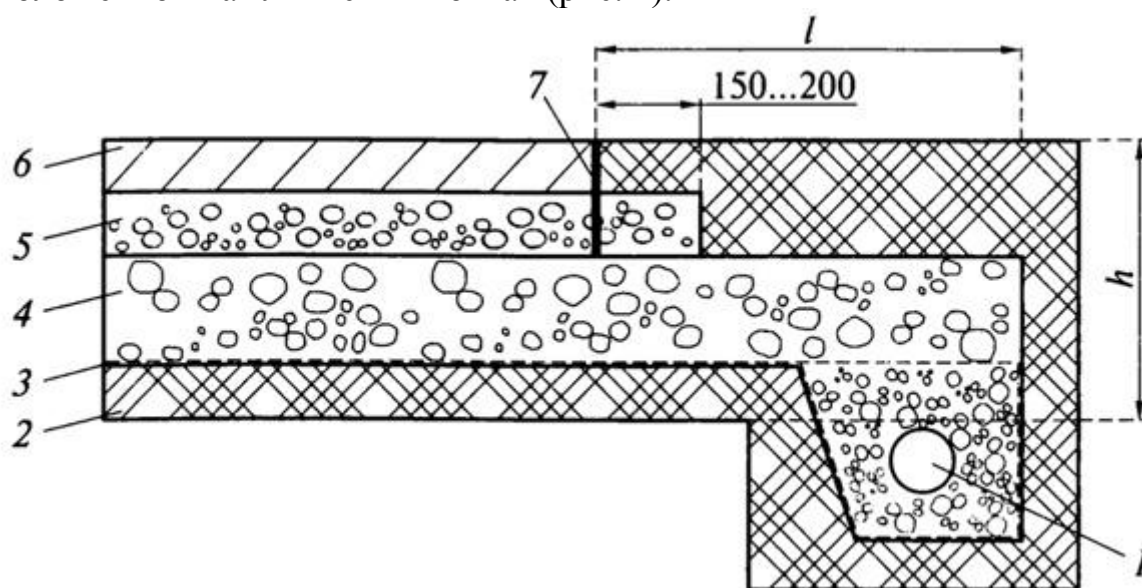


Рис. 1. Элементы типовой конструкции дорожного полотна для глинистых грунтов:  $l$  —  $1/3$  ширины дороги (для глин);  $h$  — уровень промерзания грунта; 1 — дрена с фильтром (при необходимости); 2 — подготовленное грунтовое основание; 3 — геоткань; 4 — дополнительный слой несущего основания для глинистых грунтов; 5 — несущее основание (толщиной 150...200 мм); 6 — верхнее покрытие; 7 — ограничитель края покрытия (обязательны для мягких покрытий)

Подготовка грунтового основания. Слой почвы, на котором будут размещены несущее основание и верхнее покрытие, требует тщательной подготовки, так как он несет нагрузку со стороны дорожного покрытия и подвержен воздействию характерных для данной территории почвенных и гидрологических процессов. Основная проблема: Устойчивость грунтового основания, его однородность и проницаемость являются ключевыми факторами в определении толщины остальных слоев в конструкции дорожного покрытия, поэтому перед началом работ важно выяснить все особенности объекта проектирования. По материалам предпроектных изысканий устанавливают тип подстилающих грунтов, механический состав, устойчивость к деформациям,

уровень грунтовых вод, особенности гидрологического режима, а также выясняют другие особенности участка, подлежащего благоустройству [1-2].

Для предотвращения миграции почвенных коллоидов из нижних почвенных слоев в верхнее основание иногда в качестве разделителя используют геоткань, которую укладывают поверх грунтового основания.

При работе на глинистых почвах возникает опасность проявления так называемых процессов пучения грунта, которые возникают на неравномерно увлажненных грунтах при их замерзании и оттаивании. Впоследствии это может привести к разрушению верхнего покрытия (рис. 2). Предотвратить эти явления можно путем стабилизации уровня влажности почвы за счет создания дренажной системы, которая также позволит стабилизировать уровень грунтовых вод и контролировать процессы периодического подтопления. Представленная для примера конструкция включает в себя систему водоотвода из перфорированных труб, расположенных ниже уровня промерзания грунта, характерного для данного региона.

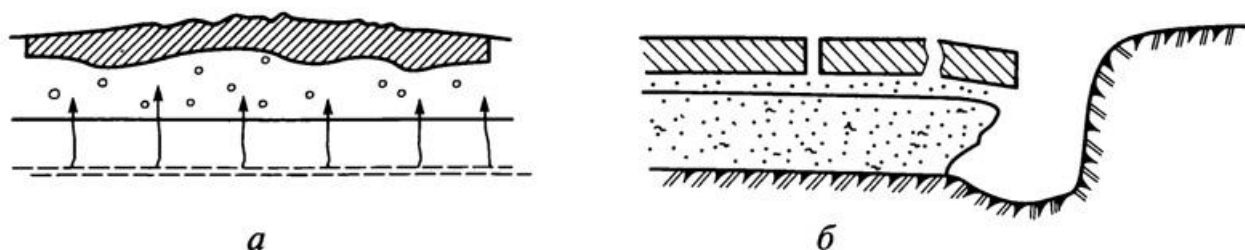


Рис. 2. Деформации дорожного покрытия: *а* — пучение грунта; *б* — обрушение края

Несущее основание. Несущим основанием называется слой инертного материала (чаще всего – щебня), который укладывают на подготовленное земляное корыто. Основание переносит на себя нагрузку от движущихся по поверхности транспорта и пешеходов, а также отводит лишнюю воду, предотвращая подтопление верхнего покрытия [3-4].

В зависимости от уровня нагрузки и стабильности грунта конструкция несущего основания может быть различной. Для дорожек и площадок с низкой нагрузкой на стабильных грунтах в качестве основания может использоваться один слой крупнозернистого песка или мелкого щебня. При высокой нагрузке или на глинистых слабо дренированных грунтах для получения прочного покрытия часто требуется устройство двухслойного несущего основания. В таких случаях нижний слой состоит из более грубого материала (щебень более крупных фракций), чем верхний. Перенос на себя нагрузку, он предохраняет верхнее покрытие от возможного разрушения [5-6].

Для обеспечения максимальной поддержки верхнего покрытия и предотвращения его перекашивания, а также для лучшего поперечного отведения воды под покрытием оба слоя несущего основания должны выступать за края проектируемой дорожки или площадки (см. рис. 1). При использовании верхнего покрытия из материалов, подверженных вымыванию, для предотвращения этих явлений поверхность несущего основания

рекомендуется обработать битумными герметиками или использовать в качестве разделителя геоткань.

Верхнее покрытие. Верхнее покрытие дорожек и площадок является предметом дизайна при проектировании объектов ландшафтной архитектуры. Выбор покрытий необычайно широк: от булыжной мостовой, дошедшей до нас из далекого прошлого, до современных технологичных материалов.

Верхние покрытия, в зависимости от качества, подразделяют на три группы: твердые, мягкие и комбинированные.

Твердые покрытия – покрытия из различных материалов, обладающих твердой поверхностью. Они, в свою очередь, подразделяются на монолитные покрытия и мощения.

Монолитные покрытия – покрытия из горячих или холодных смесей, которые укладывают на подготовленное основание; при застывании они образуют однородную поверхность. К ним относятся асфальтовое и бетонное покрытия и их сочетания. Они незаменимы для создания планировочных элементов сложных конфигураций [7-9].

Асфальтовые покрытия широко распространены в благоустройстве в связи с их высокой устойчивостью, простотой укладки и низкой стоимостью содержания.

Монолитные покрытия из бетона в чистом виде используют редко, так как они представляют собой достаточно неинтересную поверхность серого цвета. Кроме того, они подвержены разрушению в условиях климата с частыми переходами температуры воздуха через ноль из-за замерзания воды, попавшей в трещины покрытия. При многочисленных замерзаниях и оттаиваниях мелкие трещины могут значительно увеличиться за один зимний сезон. Для повышения износостойкости бетонного покрытия используют различные технологии по защите верхнего слоя от внешних воздействий, например, силиконо-акриловые пропитки или напыление специального слоя смеси синтетических смол и цемента на старое или новое бетонное покрытие («напыленный бетон»). Эти технологии позволяют также улучшить эстетические качества бетона за счет добавок в состав цветных пигментов до 100 оттенков цвета [10].

Чтобы сделать покрытия из бетона привлекательными, также используют технологию прессования поверхности специальными штампами, имитирующими натуральный камень и другие фактуры, или способ заливки бетона с расшивкой швов деревянными рейками под брекчию или другой рисунок. Еще один способ улучшения поверхности – это вдавливание в еще не застывшую массу различных наполнителей: гальки, осколков стекла или фарфора, из которых подобно мозаике можно выполнить оригинальный рисунок.

Мощения – это покрытия, состоящие из отдельных (штучных) элементов, укладываемых на подготовленное основание. Для таких покрытий могут быть применены основания двух типов: жесткое (бетонное) и упругое (грунтовое, песчаное, щебеночное).

В качестве элементов мощения могут использоваться различные материалы природного происхождения – камень (брусчатка, плитняк, булыжник и др.), дерево, и искусственного происхождения - бетонные плиты, кирпич. Рисунок мощения является предметом дизайна, он разрабатывается на этапе проектирования и должен быть представлен в комплекте рабочих чертежей в виде схемы раскладки на плане благоустройства территории либо на отдельном чертеже, например на плане дорожных покрытий.

Типовые конструкции твердых покрытий представлены на рис. 3.

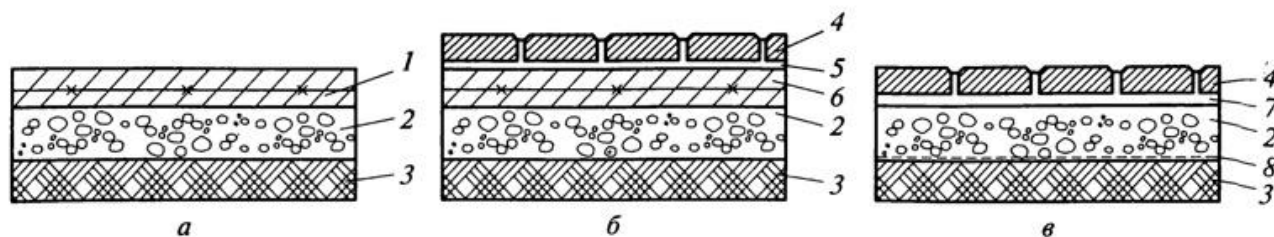


Рис. 3. Типовые конструкции твердых покрытий: а - монолитное; б - мощение на жестком основании; в - мощение на упругом основании; 1 - бетонное покрытие, армированное сеткой (толщина слоя - 100 мм); 2 - щебень (толщина слоя зависит от типа грунта); 3 - подготовленное грунтовое основание; 4 - мощение; 5 - цементно-песчаный раствор (толщина слоя - 30 мм); 6 - бетонное основание, армированное сеткой (толщина слоя - 100... 120 мм); 7- каменные высевки (фракция 5 мм) или песок (толщина слоя - 25 мм); 8 - геоткань

Различные сочетания оснований и элементов мощения в совокупности дают покрытия с различными качествами: долговечностью, устойчивостью к нагрузкам, морозостойкостью и т.д.

Мягкие покрытия – упругие покрытия из различных материалов. Они подразделяются на следующие типы:

- грунтовые покрытия (рис. 4, а), материалом для которых служат супесчаные или суглинистые грунты в чистом виде или стабилизированные добавками цемента или инертных материалов (гранитная крошка, шлак и др.);

- покрытия из сыпучих материалов (набивные покрытия) различного происхождения (рис. 4, б, в): мелкие фракции горных пород (песок, высевки, щебень), шлаки (гари), кирпичный щебень, кора и др. Сюда также относятся покрытия из различных смесей, таких как спецсмесь (рис. 4.г) для садово-парковых дорожек (гранитные высевки – 60%, песок – 10%; глина – 20%, известь – 10%), а также другие спецсмеси для спортивных площадок;

- резиновые покрытия, выполненные в виде спрессованных в плиты мелких фракций резины или других мягких полимеров. Укладка плит может производиться на бетонное или утрамбованное песочно-гранитное основание;

- травяные (газонные) покрытия (рис. 4., д) представляют собой травяные покрытия из устойчивых к вытаптыванию смесей трав, для повышения устойчивости которых могут использоваться газонные решетки и георешетки.

Комбинированные покрытия (рис. 5) представляют собой различные сочетания мягких покрытий с твердыми элементами (например, бетонная

плитка или камень), уложенных с разрывами, заполненными газоном или сыпучими инертными материалами. При разработке конструкций комбинированных покрытий важно подбирать материалы для верхнего покрытия с учетом возможности их укладки на одно несущее основание.

Укрепление края дорожного покрытия. Укрепление края дорожного покрытия плоскостных элементов благоустройства повышает устойчивость покрытия, препятствует оползанию его краев, предотвращает зарастание покрытий растительностью, а также ограничивает движение пешеходов и транспорта, предохраняет примыкающие участки газона и цветников от вытаптывания. Для дорожек и площадок с мягким верхним покрытием закрепления края обязательно. Важно также, чтобы борт выглядел эстетично. Закрепленный край планировочного элемента способен подчеркнуть красоту его линий.

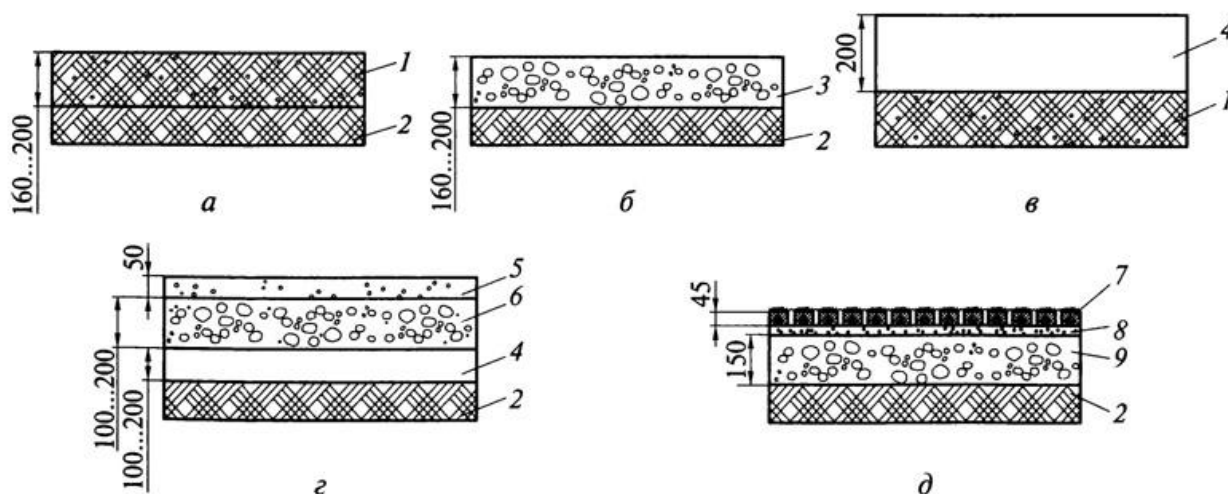


Рис. 4. Типовые конструкции мягких покрытий: а – грунтовое; б – щебеночное; в – песчаное; г – из спецсмеси; д – травяное; 1 – м стабилизированный цементом грунт; 2 – подготовленное грунтовое основание; 3 – известняковый щебень с расклиновкой его гранитными высевками; 4 – песок; 5 – спецсмесь; 6 – щебень мелкозернистый известняковый (толщина слоя зависит от типа грунта и нагрузки); 7 – газонная решетка «Соты», смесь растительного грунта с каменными высевками (фракция 2...5 мм); 8 – каменные высевки (фракция 2...5 мм) – толщина слоя 30...40 мм; 9 – щебень твердых пород

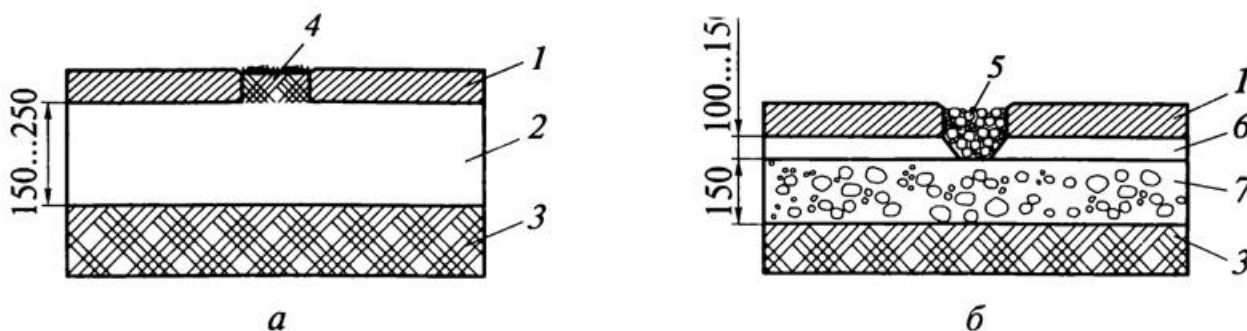


Рис. 5. Типовые конструкции комбинированных покрытий: а – плитка на газоне; б – плитка с засыпкой швов щебнем; 1 – бетонные плиты или другое мощение; 2 – песок (толщина слоя зависит от типа грунта); 3 – подготовленное грунтовое основание; 4 – земля, засеянная семенами газонных трав, устойчивых к вытаптыванию; 5 – мелкий щебень (фракция – 6 мм); 6 – песчаная подушка под плиты; 7 – щебень



### **Список литературы:**

1. Федюк Р.С. Самоуплотняющийся бетон с использованием предварительно подготовленной золы рисовой шелухи / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Свинцов А.П., Мочалов А.В., Куличков С.В., Стоюшко Н.Ю., Гладкова Н.А., Тимохин Р.А. // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 3 (79). С. 66-76.
2. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов защитных сооружений / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Мочалов А.В., Оцоков К.А., Лашина И.В., Тимохин Р.А. // Инженерно-строительный журнал. №06 (82). С.208-218.
3. Федюк Р.С. Самоуплотняющиеся бетоны с применением отходов растениеводства / Федюк Р.С., Мочалов А.В., Пезин Д.Н., Тимохин Р.А. // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15. № 2 (60). С. 294-304.
4. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие и самоуплотняющиеся бетоны для защитных сооружений / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Мочалов А.В., Гридчин А.М., Фишер Х.Б. // Вестник БГТУ им. Шухова В.Г. – 2018. – № 7. С. 75-85.
5. Федюк Р.С. Вопросы управления структурообразованием композиционного вяжущего / Федюк Р.С., Мочалов А.В. // АЛИТИнформ. № 2 (51). 2018. С. 2-10.
6. Федюк Р.С. Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей (обзор) / Федюк Р.С., Мочалов А.В., Лесовик В.С. // Вестник Инженерной школы ДВФУ. 2018. №4(37). С. 85-99.
7. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов повышенной ударной стойкости / Федюк Р.С., Мочалов А.В. // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2018. № 4 (200). С. 85-91.
8. Fediuk R.S. Review of methods for activation of binder and concrete mixes. / Fediuk R.S., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // AIMS Materials Science, 2018, 5(5): 916-931.
9. Fediuk R.S. Low-permeability Fiber-reinforcement Concrete of Composite Binder / Fediuk R.S., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:022058.
10. Lesovik V.S. Features of building composites designing for their exploitation in extreme conditions / Lesovik V.S., Fediuk R.S., Glagolev E.S., Lashina I.V., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:012054.

Камаев Никита Александрович

## ТУРБОПРИВОДЫ СУДОВЫХ МЕХАНИЗМОВ

*Дальневосточный федеральный университет, Инженерная школа, кафедра  
Судовой энергетики и автоматики,*

*Научный руководитель: Ибрагимов Дамир Ирекович*

**Анотация.** Работа посвящена обзору турбоприводов судовых механизмов, рассмотрению судовых механизмов в состав которых входят турбины (микротурбины).

**Ключевые слова:** микротурбина, эффективность, осевой зазор, турбопривод, судовые механизмы.

Применение турбин в качестве приводных частей для судовых агрегатов в судовой энергетике очень распространено. Турбины применяют в качестве приводных механизмов для турбокомпрессоров (рис. 1), где турбина, чаще всего работает на уходящих газах двигателя внутреннего сгорания, а компрессорная часть сжимает воздух и подает большее его количество в единице объема в камеру сгорания двигателя [1].

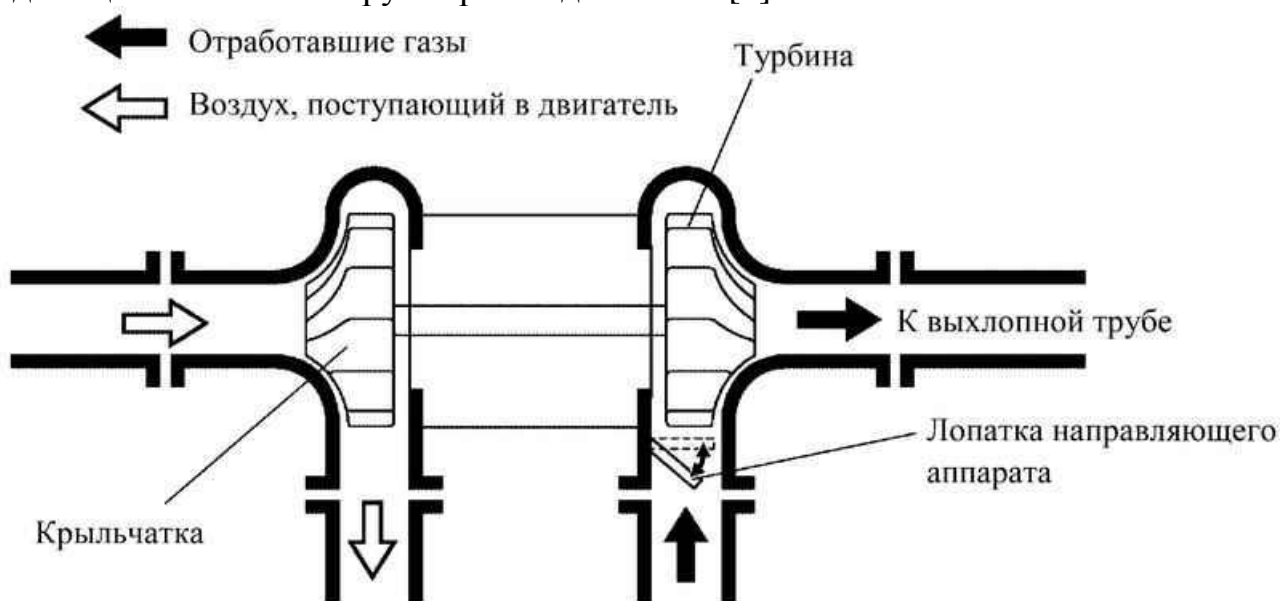


Рис. 1. Принцип работы турбокомпрессора

Помимо турбокомпрессоров, турбинные ступени малых диаметров (микротурбины), применяются в качестве приводных двигателей для турбонасосов, где их подвижная часть – рабочее колесо, посажено на вал, самого насоса (рис. 2), который приводит в действие механизм объемного сжатия рабочих жидкостей. Рабочее колесо находится в нижней части корпуса (1).

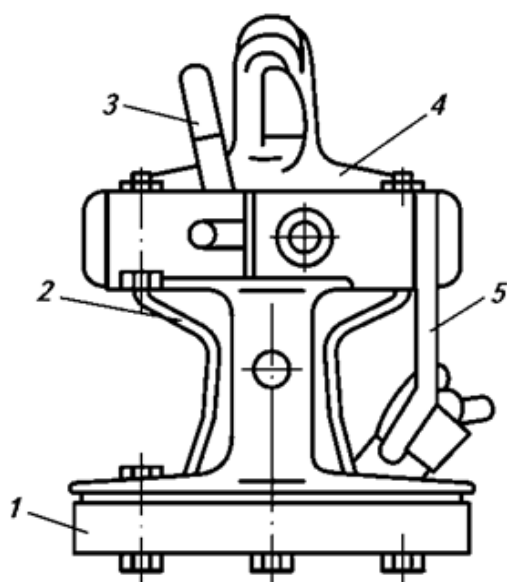


Рис. 2. Турбонасос типа ТН:  
 1 – корпус; 2 – крышка с рукояткой; 3 – предохранительный клапан;  
 4 – шланг; 5 – сетка приемника; 6 – отводный канал.

Помимо турбокомпрессоров и турбонасосов турбины также являются приводными двигателями для турбогенераторов (рис.3), где турбина, вращает ротор генератора с постоянной частотой генерирует ток, который используется на судовые нужды, например освещение, или для запуска электрокомпрессоров или для электронасосов [1].

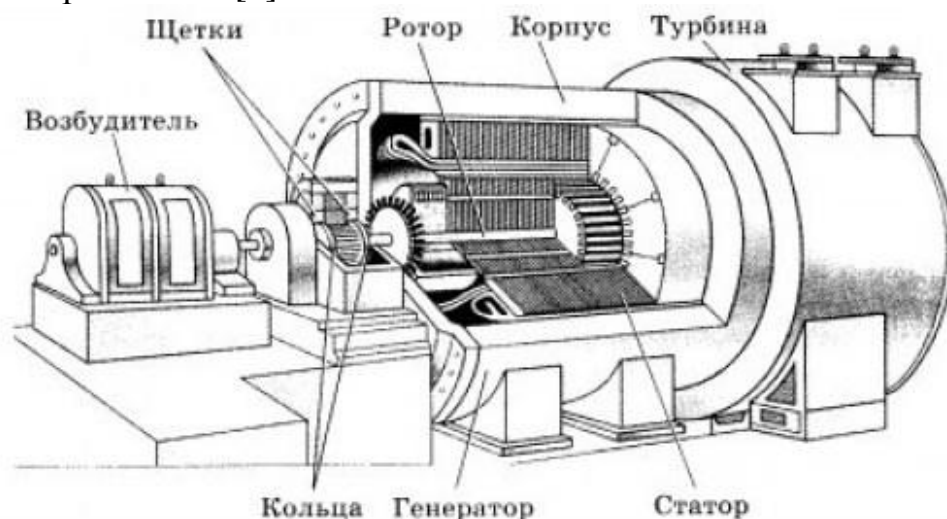


Рис. 3. Принципиальный вид турбокомпрессора

Ввиду того, что с каждым годом возрастает потребность в уменьшении массогабаритных параметров турбин, и уменьшения расхода при сохранении КПД, необходимо подробное исследование газодинамических процессов происходящих в проточной части турбин имеющих малые размеры [1,2,3].

Микротурбины нашли широкое применение в судовой энергетике. Турбины применяемые на судах имеют различные размеры, но в настоящее время появляется тенденция к уменьшению массогабаритных параметров

турбин. Это достигается исследованием проточной части микротурбин. Для таких исследований, изготавливают экспериментальные стенды [3-5].

#### **Список литературы:**

1. Самсонов А.И. Судовые двигатели внутреннего сгорания: Учебное пособие. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2008.– 114с.

2. Фершалов А.Ю., Грибиниченко М.В., Фершалов Ю.Я. Газодинамические характеристики рабочих колес осевых турбин с большим углом поворота проточной части // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия: Машиностроение. 2012. № 1. – с. 88-98.

3. Фершалов А.Ю., Фершалов М.Ю. Методика определения газодинамических и конструктивных характеристик проточной части большешаговых рабочих колес малорасходных турбин // Вестник машиностроения. 2014. № 10. – с. 29-31.

4. Results of the research of the influence of regimental and constructive factor so the energy efficiency of microturbine / Ibragimov D.I., Kamaev N.A., Kuznetsov D.A. // Marine intellectual technologies Scientific journal. – 2018. – Vol. 4, № 4 (42). – P. 147–152.

5. Experimental turbine for research efficiency and operational characteristics of axial microturbines / Ibragimov D.I., Kamaev N.A., Kuznetsov D.A. // Marine intellectual technologies Scientific journal. – 2018. – Vol. 4, № 4 (42). – P. 152–156.

**Камаев Николай Александрович, Арон Владислав Вениаминович**

#### **ИСПЫТАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СТУПЕНИ МИКРОТУРБИНЫ**

*Дальневосточный федеральный университет, Инженерная школа, кафедра  
Судовой энергетики и автоматики  
Научный руководитель: Фершалов Андрей Юрьевич*

**Аннотация.** Работа посвящена задаче повышения эффективности судовых микротурбин. В статье рассмотрены особенности работы микротурбин. Проведен анализ причин их низкой эффективности. Выдвинуты гипотезы низкой эффективности с подвигли к конструированию ступени осевой микротурбины, особенности которой заключаются в том, что рабочее колесо, снабжено периферийным и корневым уплотняющими козырьками, которые частично размещены в проточной части соплового аппарата. Проведен анализ возможности повышения эффективности ступеней микротурбин при внедрении конструкции с частичной интеграцией рабочего колеса в сопловой аппарат

**Ключевые слова:** микротурбина, повышение эффективности, осевой зазор, рабочее колесо, сопловой аппарат.

### **Постановка задачи.**

До настоящего времени остается актуальной задача повышения экономичности турбомашин. Одним из путей повышения экономичности газовых турбинных установок является совершенствование их проточной части. Для этого необходимо оценить и минимизировать потери кинетической энергии потока газа при течении в сопловых и рабочих каналах, а также в зазоре между ними.

В судовой энергетике такие турбины решают ряд важных задач, а именно:

- привод главных двигателей на автономных подводных необитаемых аппаратах;

- привод вспомогательных двигателей (для генераторов и насосов);

- привод турбокомпрессоров наддува ГД.

К микротурбинам, выполняющим вышеуказанные задачи, предъявляется ряд требований, а именно:

- ограниченные масса и габариты установки;

- высокая моментная характеристика на валу турбины;

- малый расход рабочего тела.

По результатам анализа технической литературы был сделан следующий вывод – что уровень КПД микротурбин значительно меньше полноразмерных турбин. Однако при детальном анализе эффективности элементов проточной части микротурбин было выяснено, что эффективность сопловых аппаратов с малым углом выхода может достигать значения 0,97 [1], а эффективность рабочих колес с большим углом поворота потока может достигать 0,93 [2,3]. Учитывая малые расходы рабочего тела и габариты микротурбин, были выдвинуты следующие гипотезы, обуславливающие их низкую эффективность:

1. Большие относительные зазоры в проточной части вызывают увеличение диссипации энергии с пассивным рабочим телом, в области между рабочим колесом и сопловым аппаратом;

2. Малые диаметры ступеней микротурбин обуславливают большую кривизну каналов проточной части, которая приводит к повышенным радиальным перетеканиям потока рабочего тела;

3. При выходе рабочего тела из сопел соплового аппарата происходит «внезапное» расширение потока, сопровождающееся большими потерями кинетической энергии;

4. Большая скорость потока в сверхзвуковой части сопел приводит к большим потерям на трение газа о поверхность сопла.

Указанные гипотезы стали основой для разработки конструкции ступени осевой микротурбины [4], позволяющей нивелировать причины низкой эффективности. Разработанная конструкция ступени представлена на рис. 1.

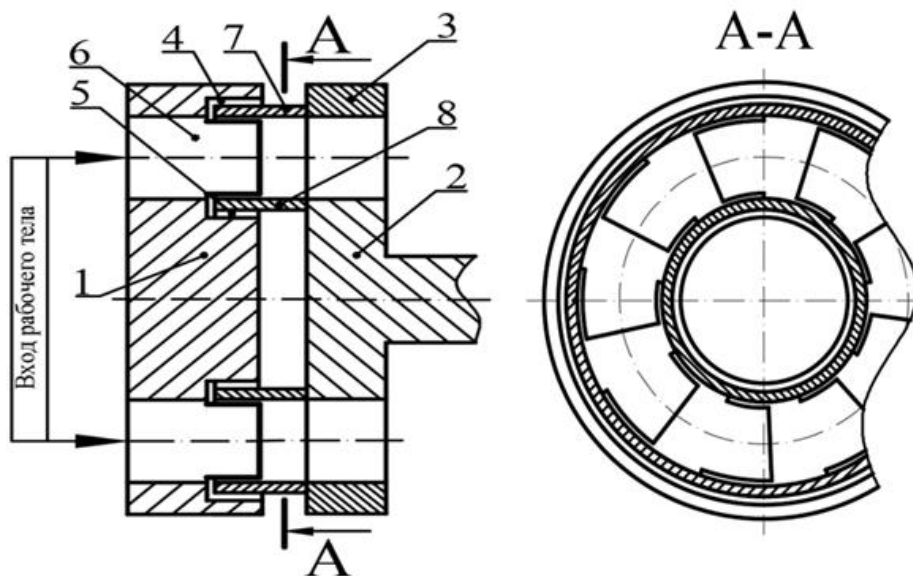


Рис. 1. Конструкция ступени осевой микротурбины:

- 1 – сопловой аппарат; 2 – рабочее колесо; 3 – бандаж рабочего колеса;  
 4 – периферийная проточка; 5 – корневая проточка; 6 – поверхность сопла;  
 7 – периферийный козырек рабочего колеса; 8 – корневой козырек рабочего колеса

### Прогнозирование повышения уровня эффективности ступени микротурбины

Учитывая предложенную конструкцию ступени микротурбины можно констатировать, что возможный рост эффективности будет связан с нивелированием потерь, связанных с:

- большими относительными зазорами за счет того, что поток, соприкасаясь с периферийной и корневой поверхностью козырьков, являющихся частью рабочего колеса, участвует в совершении полезной работы;

- малыми диаметрами и, как следствие, повышенным радиальным перетеканием потока рабочего тела за счет того, что в предлагаемой конструкции отсутствует "перекрыша";

- внезапным расширением потока, так как в ступени отсутствует осевой зазор. Это связано с тем, что, начиная с входа рабочего тела в сопла и заканчивая выходом его из рабочего колеса, проточная часть является единым целым для потока рабочего тела;

- большой скоростью потока и, следовательно, с большими потерям на трение газа о поверхность сопла. В предложенной конструкции корневая и периферийная поверхность сверхзвуковой части сопла, где имеют место быть значительные потери на трение, являются частью рабочего колеса. Так как рабочее колесо вращается в направлении окружной составляющей скорости потока в выходной части сопла, скорость течения газа относительно подвижной корневой и периферийной части меньше, чем в традиционных соплах. Из этого следует, что и потери на трение также будут меньше.

## Испытания спроектированной ступени

В программу исследований вошло 10 ступеней микротурбин. Профиль сопловых и рабочих лопаток и другие геометрические параметры у всех ступеней были идентичны. Варьированию подлежали только величины корневого и периферийного козырька РК и, соответственно проточек на сопловом аппарате. Результаты исследования представлены в виде графической зависимости КПД от безразмерной окружной скорости ( $\lambda_u$ ) при фиксированном значении отношения давления на ступень ( $\pi_t$ ).

На рис. 2, представлены зависимости КПД исследованных ступеней от отношения окружной скорости на среднем диаметре ступени к критической скорости ( $\lambda_u$ ) при различных отношениях давлений на ступень ( $\pi_t$ ).

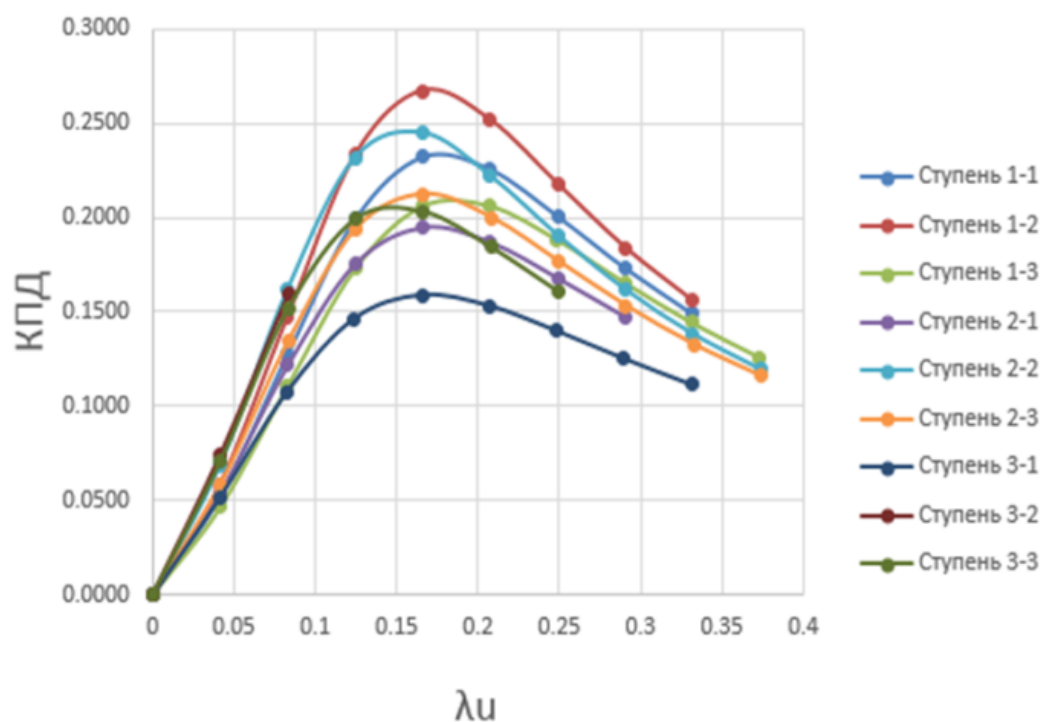


Рис. 2. КПД ступени при  $\pi_t=1,79$

Анализируя полученные зависимости можно сделать следующие выводы:

- при уменьшении перепада давлений происходит повышение КПД всех исследованных ступеней;
- по параметру  $\lambda_u$  существует оптимум, который для различных ступеней находится при разных значениях параметра;
- максимальную эффективность в диапазоне проведенных исследований показала ступень 1-2;
- минимальную эффективность показала ступень 3-1.

### Заключение

- увеличение степени парциальности приведет к увеличению положительного эффекта применения исследуемой конструкции ступени;
- уменьшение (вплоть до значений менее 0,01 мм) зазора между козырьками рабочего колеса и сопловым аппаратом позволит значительно

увеличить эффективность предлагаемой конструкции, так как это позволит избежать нарушения процесса разгона потока и утечки между козырьками рабочего колеса и соплового аппарата [4-6].

#### **Список литературы:**

1. Фершалов Ю.Я., Фершалов А.Ю. Сопловой аппарат осевой малорасходной турбины // Судостроение. 2010. № 78. – С. 159-164.
2. Фершалов А.Ю., Грибиниченко М.В., Фершалов Ю.Я. Газодинамические характеристики рабочих колес осевых турбин с большим углом поворота проточной части // Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия: Машиностроение. 2012. № 1. – С. 88-98.
3. Фершалов А.Ю., Фершалов М.Ю. Методика определения газодинамических и конструктивных характеристик проточной части большешаговых рабочих колес малорасходных турбин // Вестник машиностроения. 2014. № 10. – с. 29-31.
4. Фершалов Ю.Я., Фершалов М.Ю., Фершалов А.Ю. Патент на изобретение № 2338887. Ступень осевой турбины. Дальневосточный федеральный университет, 2007.
5. Muravyov A.S., Fediuk R.S. Implementation of renewable energy sources for power supply // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность Материалы трудов XXI Всероссийской научно-технической конференции. В 2 томах. 2015. с. 32-35.
6. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Тимохин А.М., Муталибов З.А., Ильинский Ю.Ю. Использование повышающего преобразователя в качестве источника питания электротехнических устройств // Энергетика, электромеханика и энергоэффективные технологии глазами молодежи материалы III российской молодежной научной школы-конференции. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2015. с. 43-46.

**Дроздецкий Михаил Дмитриевич, Чулкова Ирина Львовна**

### **ЗАКРЕПЛЕНИЕ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ**

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, г. Омск  
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток*

**Аннотация.** Рассмотрены основные способы закрепления неустойчивых грунтов. Проведено теоретическое исследование и установлено, что каждый способ закрепления грунта необходимо использовать в зависимости от характеристик грунта, таких как: вид грунта, природной степени влажности и коэффициента фильтрации.



**Ключевые слова:** закрепление грунтов, цементация, силикатизация, термическое закрепление, смолизация, бурсмесительное закрепление.

Закрепление грунтов является актуальной проблемой современного этапа проведения строительных работ на площадке. В крупных и быстро растущих городах последние несколько лет наблюдается тенденция к замачиванию грунтов техногенными водами, что приводит к ослаблению фундаментов. Строительство на просадочных, заторфованных, слабых, засоленных, насыпных грунтах и в других особых условиях повседневно выдвигает перед проектировщиками необходимость квалифицированного решения обеспечения устойчивости и надежности зданий, сооружений при высоких технико-экономических показателях, а перед строителями – выполнения этих решений с высоким качеством и при минимальных затратах. Таким образом, возникает необходимость разработки методов эффективного закрепления грунтов нарушенной структуры. Эта задача является еще более актуальной в связи с реконструкцией и технологическим перевооружением предприятий.

Закрепление грунтов – это мера, при которой уменьшение сжимаемости и повышение прочности происходит за счёт увеличения сцепления между частицами, а не за счёт разрушения структуры грунта с последующим повышением его плотности.

В зависимости от способа обработки грунтов, в результате которого улучшаются их свойства, закрепление грунтов подразделяется на следующие виды:

- Химическое закрепление – его основу составляют химические и физико-химические процессы, возникающие в грунтах в результате введения в них определенных химреагентов;

- Электрохимическое закрепление, основанное на вторичных химических и физико-химических явлениях электролиза, возникающих в грунтах под действием внешнего поля постоянного электрического тока;

- Термическое закрепление, когда улучшение свойств грунтов достигается в результате их обжига в скважинах раскаленными газами или электропрогревом;

- Термоконсолидация глинистых водонасыщенных грунтов, когда улучшение строительных свойств достигается самоуплотнением грунтов, обусловленным их нагревом в пределах 50-80°C.

Так, химическое закрепление в зависимости от способа введения в грунты химических реагентов имеет два направления:

- Инъекционное химическое закрепление, когда реагенты в виде растворов или газов вводятся в грунты без нарушения их естественного сложения нагнетанием под давлением;

- Бурсмесительное закрепление грунтов, осуществляемое с нарушением их естественного сложения, механическим перемешиванием с цементами или другими химическими реагентами и добавками при бурении скважин большого диаметра.

К первому направлению относятся способы силикатизации, смолизации, цементации; второе представлено способом буросмесительного закрепления илов и других сопутствующих им грунтов.

Каждый из способов закрепления имеет свою область применения, строго ограниченную номенклатурой грунтов и определенными характеристиками, а именно: водопроницаемостью и химическими свойствами для всех грунтов, степенью влажности и емкостью поглощения для глинистых грунтов и др.

Основные способы закрепления грунтов и примерные границы их практического применения по номенклатуре, влажности и водопроницаемости приведены в табл. 1.

Термический способ закрепления. Его удобно применять, когда ожидаемая просадка превышает по своим значениям допустимую величину осадки сооружения. В процессе термической обработки прочность связей между частицами макропористого грунта увеличивается, за счёт чего грунт становится непросадочным. Рекомендуемая температура обработки макропористого глинистого грунта – 300-400 °С. При таких условиях состав скелета грунта быстро меняется: наблюдается существенное сокращение глинистых и шепелеватых частиц. Происходит самое настоящее спекание частиц грунта между собой, за счёт чего и увеличивается его несущая способность. Термическая обработка способна повысить прочность грунта на одноосное сжатие до 100 кг/см<sup>2</sup>. В полевых условиях данный метод производится при помощи скважин диаметром 120-200 мм. Чем больше диаметр, тем лучше проникают продукты горения в подвергаемый закреплению массив. Максимальная глубина, на которую может быть закреплён грунт таким способом, составляет 20 м [1-3].

Цементация. Цементация грунтов производится следующим образом: через перфорированные трубы (инъекторы) нагнетается цементный раствор. Выходя из трубы-инъектора, раствор быстро затвердевает и цементирует грунт. Для лучшего соединения частиц грунта с раствором, непосредственно перед началом цементации скважину промывают, нагнетая в неё чистую воду. Цементация грунтов на большую глубину осуществляется через скважину диаметром 65 мм. Долговечность цементации напрямую зависит от наличия грунтовых вод и скорости их потока. Широкое применение цементация грунтов получила при заполнении подземных выработок и карстовых пустот. В отдельных случаях к ней прибегают для организации отдельных фундаментов из трещиноватой скалы или закреплённого песка.

Силикатизация. Сущность метода достаточно проста: в лёссы и пески нагнетается жидкое стекло (силикат натрия), который и цементирует поры грунта, повышая тем самым прочность связей между частицами. Независимо от степени водонасыщения песчаные грунты укрепляют двухрастворным способом [4-6]. Сперва в ход идёт силикат натрия, а вслед за ним хлористый кальций, значительно ускоряющий процесс образования гелия кремниевой кислоты в воде. Закрепление грунтов посредством силикатизации может быть применено, если коэффициент фильтрации основания лежит в районе от 2 до 80

м/сутки. Грунты, пропитанные смолами или нефтепродуктами, силикатизации не подлежат. Однорастворный способ силикатизации, при котором используется химически активные вещества самого грунта, разработан для закрепления просадочных лессовых грунтов. При большой влажности, порядка 20–22%, применяется газовая силикатизация, когда сначала в грунт нагнетается углекислый газ, затем силикат и затем опять углекислый газ.

Таблица 1

Основные способы закрепления грунтов

Способ закрепления	Вид грунтов	Природная степень влажности	Коэффициент фильтрации м/сут
Силикатизация	Просадочные лессы, лессовидные и некоторые виды покровных суглинков	Не более 0,7	Не менее 0,2
	Песчаные	Независимо от влажности	0,5 - 80
Смолизация	Песчаные	Независимо от влажности	0,5 - 50
Цементация	Пустоты большого размера. Трещиноватые, скальные, крупнообломочные и гравелистые песчаные	Независимо от влажности	Для скальных 0,01 Для нескальных 50
Буросмесительное закрепление	Илы, а также сопутствующие им глины в суглинки мягкопластичной, текучепластичной, текучей консистенции, рыхлые и средней плотности пески	Независимо от влажности	Независимо от водопроницаемости
Термическое закрепление	Просадочные лессы и лессовидные суглинки, непросадочные суглинки и глины	Не более 0,5	Независимо от водопроницаемости

**Список литературы:**

1. Пособие по химическому закреплению грунтов инъекцией в промышленном и гражданском строительстве (к СНиП 3.02.01–83). – М.: Стройиздат, 1986.
2. Ананьев В.П., Воляник Н.В. Инженерное грунтоведение и техническая мелиорация грунтов: Учебное пособие. Ростов-на-Дону: РГАС, 1994. – 87с
3. Ржаницын Б. А. Химическое закрепление грунтов в строительстве.-М.: Стройиздат, 1986 - 264с.
4. СНиП 2.02.01 - 83 16\*. Проектирование закрепления грунтов.
5. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Тимохин А.М., Муталибов З.А., Ильинский Ю.Ю. Использование повышающего преобразователя в качестве источника питания электротехнических устройств // Энергетика, электромеханика и энергоэффективные технологии глазами молодежи материалы III российской молодежной научной школы-конференции. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2015. с. 43-46.

6. Muravyov A.S., Fediuk R.S. Implementation of renewable energy sources for power supply // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность Материалы трудов XXI Всероссийской научно-технической конференции. В 2 томах. 2015. с. 32-35.

**Ермаков Илья Сергеевич**

## **РАЗРАБОТКА ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ МАШИННОГО ОТДЕЛЕНИЯ СУДНА «СКФ ЭНДЕВОР»**

*Дальневосточный федеральный университет, Инженерная школа, Кафедра судовой энергетики и автоматики*

*Научный руководитель: Грибниченко Матвей Валерьевич, к.т.н., доц., зав. кафедрой СЭ и А.*

**Аннотация.** Процесс перехода к автоматизированному проектированию начался в 1993-1996 годах с появлением нового для того времени программного продукта – AutoCAD. Созданной в среде этой САПР библиотекой оборудования, включающей более тысячи 2D-объектов (главные двигатели, насосы, различная арматура и т.д.), до сих пор пользуются при разработке новых и корректировке старых проектов.

**Ключевые слова:** Трехмерная модель, СКФ Эндевор, машинное отделение.

С появлением более мощных компьютеров появилась возможность создавать трехмерные модели оборудования. При переходе на трехмерное проектирование удается добиться уменьшения количества конструкторских ошибок, а также увеличения производительности. В задачу данной работы входила разработка трехмерной модели машинного отделения судна снабжения «СКФ Эндевор».

СКФ Эндевор был построен в 2006 году в Норвегии и является ледокольным судном снабжения добывающих платформ (рис. 1). Главные размерения: Длина – 91,50 м, ширина – 19 м, дедвейт – 4482 т, осадка в грузу – 7,5 м, эксплуатационная скорость – 15 узлов. В 2016 году было куплено компанией «Совкомфлот» и вошел в состав флота, обслуживающего проект «Сахалин-2». «Сахалин-2» – один из крупнейших в мире комплексных нефтегазовых проектов, в рамках которого была построена масштабная нефтегазовая инфраструктура по добыче, транспортировке и переработке углеводородов. Инфраструктура проекта включает три морские ледостойкие платформы, транссахалинскую трубопроводную систему, в состав которой входят 300 км морских трубопроводов, а также наземные газопровод и нефтепровод, каждый протяженностью 800 км, объединенный береговой технологический комплекс, терминал для отгрузки нефти, а также завод по производству сжиженного природного газа (СПГ).



Рис. 1. Судно снабжения «СКФ Эндевор».

Для трехмерного проектирования был использован двумерный план расположения механизмов и оборудования в машинном отделении, с которого снимались все необходимые размеры, а также система автоматизированного проектирования SolidWorks 2016. Была построена платформа, на которой будет располагаться все оборудование. Затем задача заключалась в построении трехмерной модели главного двигателя. В качестве главного двигателя для этого судна установлены ДГУ фирмы Rolls-Royce Bergen B32:40L9A с девятью цилиндрами и мощностью 4320 кВт в количестве четырех штук. Трехмерная сборочная модель машинного отделения с установленными дизель-генераторами представлена на рис. 2.

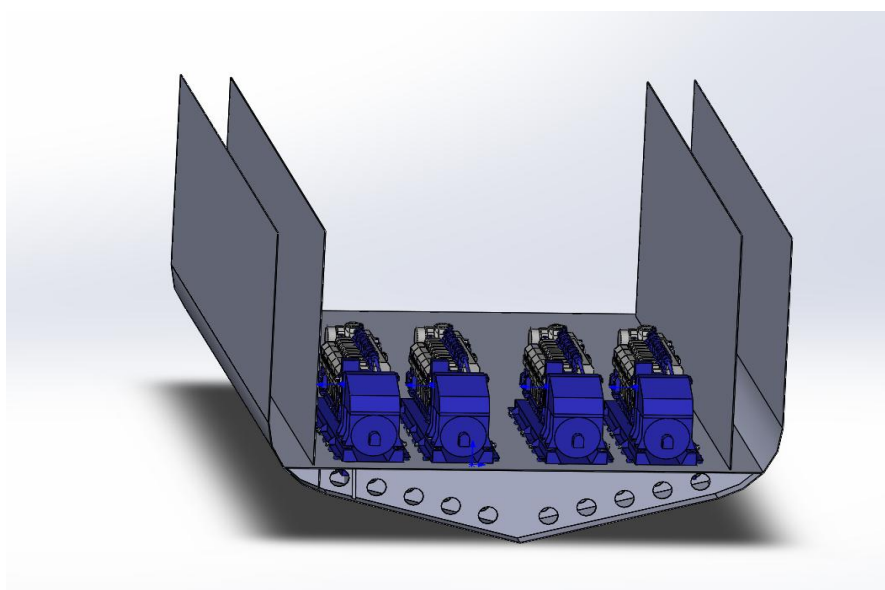


Рис. 2. Трехмерная сборочная модель машинного отделения с установленными дизель-генераторами

Использование систем автоматизированного проектирования позволит решить целый ряд специфических задач, таких как: создание и передача на верфь 3D-моделей корпусов судна для изготовления плазово-технологической документации, разработка и создание структурированной базы оборудования и арматуры, разработка электронных 3D-моделей корабля в целом (судовых систем, прокладки кабеля, вентиляции и прочего) и передача их на верфь для технологической подготовки производства. Разработка трехмерной модели с помощью такого программного продукта, как SolidWorks, хоть и повышает производительность предприятия и предполагает снижение количества конструкторских ошибок, но в любом случае, требует определенных профессиональных навыков от проектировщика и достаточно времени для их создания.

### **Список литературы**

1. Белозеров Александр, «ПТУР Корнет Противотанковый Ракетный Комплекс» <https://militaryarms.ru/boep-ripasy/rakety/ptrk-kornet/>;
2. Большая военная энциклопедия «ПТРК» <http://zonwar.ru/granatomet/ptrk.html>;
3. «ПТУР – оружие для поражения танков. ПТУР «Корнет»: ТТХ» <http://fb.ru/article/188925/ptur-orujie-dlya-porajeniya-tankov-ptur-kornet-tehnicheskie-harakteristiki>.

**Бирюков Александр Николаевич, Сергейчук Владислав Павлович**

## **ПОДГОТОВКА РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНОЙ МАШИНЫ РАЗГРАЖДЕНИЯ ИМР-3М К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ПОДГОТОВКЕ ПУТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ВОЙСК**

*Филиал Военной Академии материально-технического обеспечения им. генерала  
армии А.В. Хрулёва, г. Санкт-Петербург  
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток*

**Аннотация.** Актуальность темы обосновывается тем, что ИМР-3М на сегодняшний день является самой совершенной машиной разграждения, входящих состав ВС РФ. Проведено исследования отличий (преимуществ) ИМР-3М от предыдущих версий ИМР, описана конструкция машины, а также вооружение и применение машины для прокладки путей движения колонн.

**Ключевые слова:** инженерная техника, ИМР-3М, модернизация, пути движения войск.

Инженерная машина разграждения ИМР-3М создана на шасси танка Т-90 и предназначена для оборудования путей движения войсковых колонн в лесах, районах городских завалов, по пересеченной местности и выполнения иных

инженерных работ, обеспечивающих продвижение войск на грунтах, относимых к категориям с I по IV (рис. 1).



Рис.1. Инженерная машина ИМР-3М

По сравнению со своими предшественницами (ИМР-2М, ИМР-3) в новой машине конструктивно изменены рубки оператора и механика-водителя. Смонтирован также дополнительный комплект защиты от мин и противотанковых средств. Seriously усилена защита от обычного оружия, включая противотанковые средства. ИМР-3М получила технические возможности, позволяющие ей самостоятельно преодолевать минные поля за счет установки ножевого колеяного минного трала, оснащенного электромагнитной приставкой (КМТ-РЗ). При желании в сети можно найти более подробную информацию о тонких особенностях данной инженерной машины [1-2].

Улучшены условия выполнения боевых задач для экипажа: проведены существенные эргономические переделки боевых постов, установлена новая системы жизнеобеспечения, в состав которой включены устройства для подогрева пищи, кипячения воды, сбора и хранения отходов, в том числе отходов жизнедеятельности экипажа. Автономность экипажа в ИМР-3М составляет трое суток.

На сегодняшний день ИМР-3М является одной из наиболее перспективных и совершенных инженерных машин разграждения. Обладая герметичным корпусом, она способна выполнять задачи в условиях большой концентрации в атмосфере агрессивных газов, отравляющих веществ, паров, запыленности, задымленности, а также на местности, подвергшейся радиоактивному заражению (экипаж работает без средств индивидуальной защиты), и в условиях непосредственного огневого противодействия противника. Машина оснащена приборами радиационной, химической разведки и дозиметрического

контроля. Установленная аппаратура подводного вождения позволяет машине форсировать по дну водные преграды глубиной до 5 м.

Задачи, решаемые ИМР, позволяют классифицировать ее как технику двойного назначения. Она показывает одинаково высокую эффективность работы как в качестве ИМР, так и в роли аварийно-спасательной машины. На ИМР-3М установлены средства связи новейшей разработки и система дымопуска, которая позволяет прикрыть машину достаточно плотной и значительной по своей площади дымовой завесой. Клещевой захват заменен на универсальный рабочий орган (УРО), что ощутимо снизило общую массу агрегата [3-4].

У нового манипулятора (телескопической стрелы) очень высокая подвижность. Им можно брать и удерживать вещи, сопоставимые по своим размерам с коробком спичек (например, осколки с повышенным радиационным фоном). УРО прекрасно дополняет установленное на машине минно-тральное и многофункциональное бульдозерное оборудование, так как может использоваться в качестве прямой и обратной лопаты, рыхлителя, скребка или манипулятора. Телескопическая стрела смонтирована на полноповоротной башне, будучи оснащена ковшом-скребком, применяется как экскаваторное оборудование. На стреле также может закрепляться рыхлитель, грейфер, захват.

Бульдозерное оборудование ИМР является универсальным и может использоваться в грейдерном, двухотвальном или собственно бульдозерном положениях. Они изменяются без выхода экипажа, дистанционно. Установленная впереди управляемая лыжа позволяет регулировать степень необходимого заглубления бульдозерного ножа. Этим оборудованием машина засыпает воронки и рвы, сдвигает крупные обломки. Бульдозерное оборудование в походном положении поднимается и закрепляется на крыше ИМР, стреловое оборудование разворачивается и сдвигается назад. В таком положении машина достаточно компактна и может перевозиться по железной дороге. На машине разграждения установлено оборудование, позволяющее производить самоокапывание.

ИМР-3М оснащена автономной зенитно-пулеметной установкой, аналогичной той, которая устанавливается на Т-90 (установка закрытого типа). Ее назначение – защита от воздушного нападения, борьба с живой силой и легкобронированными целями. Из пулемета могут расстреливаться мины, находящиеся в неизвлекаемом состоянии. Экипаж вооружен автоматами, гранатами Ф-1, имеется сигнальный пистолет.

ИМР может выполнять достаточно широкий перечень операций. Она привлекается для прокладки путей движения колонн на среднeperесеченной местности, снежной целине, в мелколесье и на косогорах. Используется для валки деревьев, корчевания пней, проделывания проходов в каменных и лесных завалах, невзрывных заграждениях и минных полях. ИМР-3М может осуществлять разборку аварийных сооружений и зданий, завалов в различных населенных пунктах, отрывку засыпанных укрытий и техники, рытье котлованов и траншей, засыпку оврагов, рвов, ям. Она применяется также для



подготовки эскарпов, рвов, переходов через противотанковые рвы, возведения дамб. Технические характеристики машины обеспечивают возможность монтажа секции мостов, обустройства выездов и съездов на водных переправах. Очень эффективно применение ИМР на открытых выработках, в карьерах, для борьбы с пожарами на торфяниках и в лесах, буксировки и эвакуации техники, получившей повреждения.

Тројан создан на базе британского основного боевого танка Challenger, вооружение – пулемет калибра 7,62 мм. Максимальная скорость (по шоссе) – 56 км/ч. Запас хода – 450 км. Грузоподъемность – 3000 кг. Wisent 2 и Kodiak AEV 3 построены на шасси немецкого основного боевого танка Leopard 2. Они обладают большей массой (60 и 62 т соответственно) и грузоподъемностью (4000 и 3500 кг). Вооружение у первого – пулемет калибра 12,7 мм, у второго – 7,62. У всех зарубежных машин экипаж по два человека.

ИМР-3М на сегодняшний день является лучшей машиной разграждения в составе ВС РФ. Она имеет множество достоинств: многофункциональность (прокладка путей, разбор завалов, закапывание, самоокапывание, монтаж конструкций и др.), оптимальные условия выполнения боевых задач для экипажа (автономность составляет 3 дня), возможность работы под водой (до 5 метров), достаточно быстрая скорость перемещения (до 60 км/ч), оснащена автономной зенитно-пулеметной установкой, имеет достаточный запас хода – 500 км (в сравнении с зарубежными аналогами 3-4 т), легкость и маневренность.

Имеет и недостатки: небольшая грузоподъемность – 2 т (в сравнении с зарубежными аналогами), не имеет гидромолота в комплекте для измельчения и удаления с проезда массивные конструкции, не имеет возможности преодоления минных заграждений без танкового минного трала (КМТ-РЗ).

Однако сравнительный анализ показывает, что по основным характеристикам ИМР-3М не уступает современным зарубежным аналогам, а по многим характеристикам превосходит конкурентов. При этом данная машина обладает более широкими функциональными возможностями и мощным вооружением.

### **Список литературы:**

1. Военные дороги и колонные пути : учеб. пособие / П.Г. Козлов, Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, А.М. Тимохин, С.В. Куличков, З.А. Муталибов, С.Р. Кудряшов, В.М. Шальнев ; Дальневост. федерал. ун-т. – Владивосток : Дальневост. федерал. ун-т, 2016. – 188 с.
- 2, Инженерное обеспечение: Учебник. – М: Изд. «Тюменское высшее военно-инженерное командное училище имени маршала инженерных войск А.И. Прошлякова», 2017. - 252 с.
3. Сайт: <https://topwar.ru/45388-universalnyy-boec-inzhenernyh-voysk.html>
4. Сайт: <http://rus-guns.com/imr-3m-inzhenernaya-mashina-razgrazhdeniya.html>.

**Ковалев Максим Павлович, Загороднюк Лилия Хасановна**

## **ИНЖЕНЕРНОЕ ОБУСТРОЙСТВО ВОЕННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,  
г. Белгород*

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток*

**Аннотация.** Войсковые дороги, как и колонные пути, подготавливаются и содержатся инженерными войсками преимущественно в районе действия войск, а военно-автомобильные дороги – силами дорожных частей и соединений транспортных войск в оперативном тылу. Кроме того, дорожные и инженерные части и соединения подготавливают дороги для перегруппировки и маневра войск в оперативной глубине.

**Ключевые слова:** инженерные войска, автодороги, военная дорога, колонный путь.

Автомобильной дорогой называется комплекс сооружений, оборудовании и устройств, предназначенных для удобного, безопасного и круглосуточного движения автомобилей с расчетными скоростями и нагрузками.

Колонный путь представляет собой полосу местности, выбранную вне дорог и подготовленную для кратковременного движения войск.

Военной дорогой называется существующая или вновь построенная дорога, подготовленная для движения войск.

К военным дорогам относятся:

- войсковые дороги;
- военно-автомобильные дороги.

Войсковые дороги, как и колонные пути, подготавливаются и содержатся инженерными войсками преимущественно в районе действия войск, а военно-автомобильные дороги – силами дорожных частей и соединений транспортных войск в оперативном тылу. Кроме того, дорожные и инженерные части и соединения подготавливают дороги для перегруппировки и маневра войск в оперативной глубине.

Военные дороги разделяются:

По характеру движения:

- для колесных машин,
- для гусеничных машин,
- для смешанного движения.

По направлению:

- фронтальные,
- рокадные.

Дороги фронтального направления проходят по направлению к линии соприкосновения войск, рокадные идут вдоль линии соприкосновения войск.

По назначению:

- основные маршруты,
- объезды узких мест,
- дублирующие мостовые переходы,
- подъезды к важным объектам,
- маршруты для гусеничных машин.

По ширине проезда:

- дороги, допускающие односторонний проезд,
- дороги, допускающие двухсторонний проезд.

Военно-автомобильная дорога (ВАД) – это дорога, подготовленная для воинского движения, с развернутыми для ее эксплуатации, технического прикрытия и восстановления силами и средствами дорожных войск.

ВАД обычно включает:

- основной маршрут,
- запасный маршрут,
- дублирующие мостовые переходы,
- подъезды к наиболее важным тыловым объектам, расположенным на данном коммуникационном направлении.

ВАД должна, соответствовать своему предназначению и предъявляемым к ней требованиям по эксплуатационным показателям, надежности и живучести.

Основными эксплуатационными показателями ВАД являются:

- допускаемая по дорожным условиям средняя скорость движения автомобильных колонн;
- пропускная способность;
- срок службы дорожной одежды (покрытия);
- грузоподъемность мостов.

2. Конструктивные части и основные сооружения автомобильной дороги.

Автомобильная дорога включает:

- конструктивные части (земляное полотно, дорожную одежду, обочины),
- различные сооружения (мосты, путепроводы, водопропускные и защитные сооружения),
- водоотводные и осушительные устройства,
- дорожные обустройства.

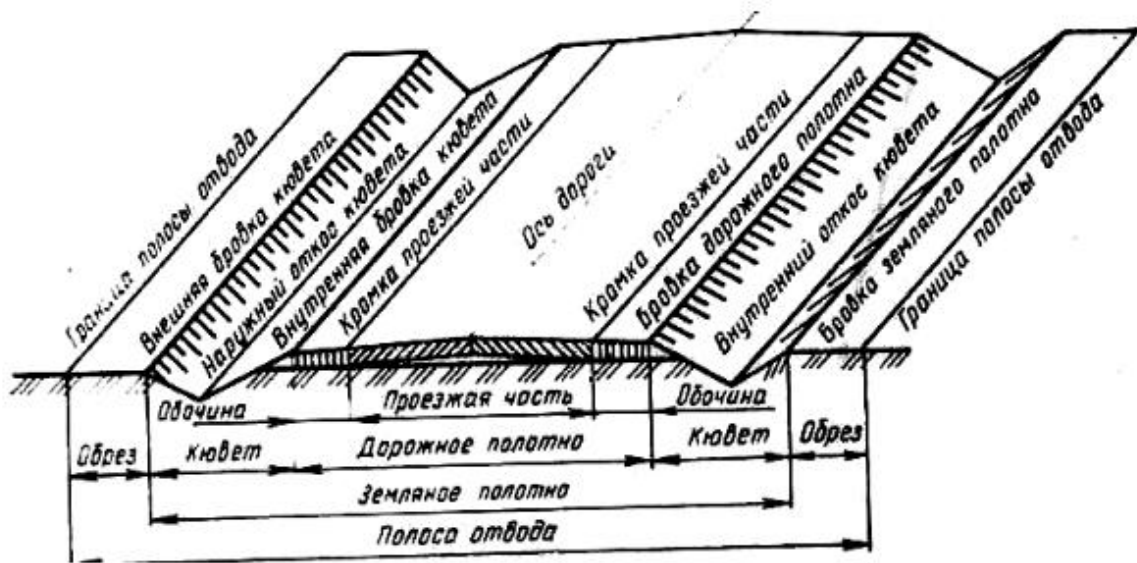


Рис. 1. Элементы автомобильной дороги

Полоса местности, выделяемая для расположения на ней дороги и всех ее сооружений, называется полосой отвода.

Земляное полотно служит основанием для дорожной одежды и должно обеспечивать ее необходимую прочность в течение всего периода эксплуатации дороги.

Проезжая часть предназначена для движения боевых и транспортных машин. На ВАД может быть однополосная (для движения одного ряда машин) или двухполосная (для движения двух рядов машин) проезжая часть. В пределах проезжей части устраивают дорожную одежду.

Дорожная одежда непосредственно воспринимает воздействие проходящих по дороге боевых и транспортных машин и состоит из различных по материалу и толщине конструктивных слоев.

Верхние слои многослойных дорожных одежд, а также однослойные дорожные одежды называют дорожными покрытиями. Конструкцию дорожной одежды определяют с учетом местных условий, интенсивности и состава движения, сезона года и срока эксплуатации дороги. Преимущественно применяют типовые конструкции. В необходимых случаях толщину дорожных одежд (покрытий) рассчитывают.

Обочины служат боковыми упорами дорожной одежды, обеспечивают безопасность движения и используются для стоянки боевых и транспортных машин при кратковременных остановках. Обочины по возможности укрепляют гравием, щебнем и другими дорожно-строительными материалами.

Для отвода воды с поверхности дороги проезжей части придают поперечный уклон 20-30 ‰, обочинам 30-40 ‰.

Части дорожной полосы, находящиеся за пределами земляного полотна, называют обрезами. Они используются для движения гусеничных машин,

складирования материалов, размещения зданий эксплуатационной службы, снегозащитных устройств, линий связи и устройства объездов.

Путепроводы, мосты, трубы, фильтрующие насыпи и другие водопропускные сооружения служат для обеспечения движения в местах пересечения дороги с железнодорожными и автомобильными дорогами, водотоками, оврагами и ущельями [1-2].

Водоотводные и осушительные устройства (боковые, нагорные и водоотводные каналы, дренажи, лотки, испарительные бассейны) предназначены для осушения земляного полотна, сбора и отвода воды от дороги. На автомобильных дорогах в горной местности, кроме того, устраивают подпорные и одевающие стенки, селепроводы, противоосыпные, противолавинные, противооползневые и другие защитные сооружения [3-4].

Обстановка и обустройство дороги предназначены для обеспечения безопасности движения, ориентирования водителей и начальников автомобильных колонн о направлении движения и дорожных условиях, а также для быстрого съезда автомобилей с дороги. К обстановке дороги относятся дорожные знаки и указатели, разметка проезжей части, светофоры и ограждения в опасных для движения местах. На военно-автомобильных дорогах предусматриваются отстойники и площадки для стоянки автомобилей, разъезды, съезды, подъезды к укрытиям, инженерное оборудование по защите, охране и обороне дороги, а также комплекс зданий и сооружений автотранспортной и дорожной служб [5-7].

Одной из важнейших задач эксплуатации ВАД является дорожно-комендантская служба. Она организуется в целях обеспечения непрерывного руководства движением; поддержания установленной очередности, порядка и дисциплины, контроля за соблюдением правил дорожного движения и мер маскировки; защиты, охраны и обороны объектов ВАД [8-10].

Основными задачами дорожно-комендантской службы на ВАД являются:

- диспетчерский контроль за воинским движением;
- регулирование движения;
- защита, охрана, оборона и маскировка дорожных объектов;
- обслуживание передвигающихся по ВАД личного состава и техники;
- сбор и отправка в свои части отставших военнослужащих, боевой техники и транспорта;
- своевременный доклад командованию и информация участников движения о состоянии ВАД и обстановке на них;

Дорожно-комендантская служба является разновидностью комендантской службы организуемой для обеспечения своевременного и скрытного передвижения, сосредоточения, размещения и развертывания войск и тыла.

В транспортной системе автомобильному транспорту предназначается важная роль. Автомобильный транспорт обеспечивает более высокие скорости доставки грузов, чем железнодорожный и водный транспорт, причем наибольший выигрыш во времени достигается при перевозках на короткие

расстояния. Свои задачи автомобильный транс-порт может выполнить только при наличии хорошо подготовленной сети автомобильных дорог.

Наличие хорошо развитой сети автомобильных дорог делает автомобильный транспорт маневренным, обеспечивает движение с высокими скоростями, позволяет использовать полностью грузоподъемность автомобилей, сохраняет материальную часть автомобилей и, в конечном счете, способствует их производительной работе.

Строительство военных автомобильных дорог тесно связано с интересами укрепления обороноспособности страны. Развитая сеть военных автомобильных дорог в значительной степени содействует обеспечению высоких темпов наступления войск, быстрому сосредоточению сил, различных видов маневра войск, обеспечивает непрерывный подвоз войскам материальных средств и эвакуацию. Бесперебойная работа автомобильного транспорта войск может быть обеспечена только путем заблаговременной и всесторонней подготовки сети дорог и дорожного хозяйства страны еще в мирное время.

#### **Список литературы:**

1. Федюк Р.С. Самоуплотняющийся бетон с использованием предварительно подготовленной золы рисовой шелухи / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Свинцов А.П., Мочалов А.В., Куличков С.В., Стоюшко Н.Ю., Гладкова Н.А., Тимохин Р.А. // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 3 (79). С. 66-76.
2. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов защитных сооружений / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Мочалов А.В., Оцоков К.А., Лашина И.В., Тимохин Р.А. // Инженерно-строительный журнал. №06 (82). С.208-218.
3. Федюк Р.С. Самоуплотняющиеся бетоны с применением отходов растениеводства / Федюк Р.С., Мочалов А.В., Пезин Д.Н., Тимохин Р.А. // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15. № 2 (60). С. 294-304.
4. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие и самоуплотняющиеся бетоны для защитных сооружений / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Мочалов А.В., Гридчин А.М., Фишер Х.Б. // Вестник БГТУ им. Шухова В.Г. – 2018. – № 7. С. 75-85.
5. Федюк Р.С. Вопросы управления структурообразованием композиционного вяжущего / Федюк Р.С., Мочалов А.В. // АлитИнформ. № 2 (51). 2018. С. 2-10.
6. Федюк Р.С. Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей (обзор) / Федюк Р.С., Мочалов А.В., Лесовик В.С. // Вестник Инженерной школы ДВФУ. 2018. №4(37). С. 85-99.
7. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов повышенной ударной стойкости / Федюк Р.С., Мочалов А.В. // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2018. № 4 (200). С. 85-91.

8. Fediuk R.S. Review of methods for activation of binder and concrete mixes. / Fediuk R.S., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // AIMS Materials Science, 2018, 5(5): 916-931.

9. Fediuk R.S. Low-permeability Fiber-reinforcement Concrete of Composite Binder / Fediuk R.S., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:022058.

10. Lesovik V.S. conditions / Lesovik V.S., Fediuk R.S., Glagolev E.S., Lashina I.V., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:012054. Features of building composites designing for their exploitation in extreme

**Пронин Андрей Сергеевич, Лхасаранов Солбон Александрович**

## **ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ГРУНТОВ ЗОЛОТВАЛОВ ТЭЦ НА ПРИМЕРЕ МАЙСКОЙ ГРЭС СОВЕТСКО – ГАВАНСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА**

*Восточно-сибирский государственный университет технологий и управления,  
г. Улан-Удэ*

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток*

**Аннотация:** Тепловая энергетика является крупнейшим направлением мирового топливно – энергетического комплекса. Эксплуатация тепловых электростанций работающих на твердом топливе (каменные и бурые угли, торф, сланец), дает значительное количество отходов в виде золы и шлака. Из всех видов отходов золошлаковые составляют более 90 % образующихся на тепловых электростанциях. Для хранения таких отходов используют специальные сооружения – золоотвалы.

**Ключевые слова:** теплоэлектростанция, выработка, горная порода, инженер, зола, топливно-энергетический комплекс.

В зонах воздействия золоотвалов формируется неблагоприятная экологическая ситуация из-за пылеобразования, вымывания из золы токсичных веществ и их миграции. Микроэлементы золоотвалов оказывают значительное отрицательное влияние на химический состав почв, свойства растительности, качество воды [5].

Одним из основных источников загрязнения почв тяжелыми металлами является сжигание угля, природного газа и нефти [1]. При высокотемпературных процессах сжигания топлива образуются газообразные соединения. В их состав входит зола, частицы недогоревшей пыли, токсичные газы и токсичные металлы (Cd, Zn, Cr и другие). В золе нефти и угля содержатся практически все металлы в суммарной концентрации до 500 г. на тонну топлива [2].

Золы и топливные шлаки – твердый, неорганический остаток сгорания угольного топлива, образующийся на ТЭС и в котельных. Содержание золы и шлака зависит от вида и типа топлива, способа его сжигания. Также в них остаются радиоактивные изотопы уранового, радиевого и ториевого рядов, содержащиеся в топливе [3].

На ТЭС России ежегодно накапливается более 50 млн т отходов.

Общий объем складирования отходов превышает 1 млрд т. При сжигании 1 т угля в золе в среднем содержится 2700 г металлов, в том числе 200 г Zn, 700 г Ni, 300 г Co, 400 г U, 200 г Sn, 500 г Ge, 100 г Рb [4].

Наибольшую экологическую опасность с точки зрения загрязнения окружающей среды представляют ТЭЦ. Одним из основных видов топлива для них служит каменный уголь, при сжигании которого образуется больше вредных выбросов, чем при других видах топлива, среди которых: зола, частицы недогоревшей угольной пыли, токсичные газы [6].

Микроэлементы, попав в почву, способны оказывать влияние на все компоненты биосферы, перемещаться из одного компонента в другой, мигрировать по пищевым цепям и попадать в организм человека.

Тяжелые металлы, попадая на поверхность почвы, приводят к таким изменениям, как выщелачивание Ca, Mg, K, что увеличивает общую кислотность, мобилизует Al, Fe, Mn, связывает P, повышает токсичность Hg, Pb, Cu, B. Pb отрицательно влияет на биологическую деятельность в почве. Накопление избыточного количества цинка отрицательно влияет на большинство почвенных процессов: вызывает изменение физических и физико-химических свойств почвы, вследствие чего нарушаются процессы образования органического вещества в почвах. Избыток Zn в почвенном покрове затрудняет ферментацию разложения целлюлозы, ухудшает дыхание почвы. Установлено, что высокие концентрации Zn, Pb и Cd снижают поступление в растения Ca и P [3].

Тяжелые металлы сохраняются в почве длительное время – период удаления тяжелых металлов из почв варьирует в зависимости от вида металлов разное количество лет: Zn – 70-510, Cd – 13-1100, Cu – 310-1500, Pb – 740-5900 лет [2].

Золоотвал Майской ГРЭС расположен на берегу бухты Западной залива Советская Гавань. Майская ГРЭС работает с 1938 года, мощность 92,85 МВт/14 Гкал/час. Золошлакоотвал ГРЭС – гидротехническое сооружение III класса опасности, по типу озерный, наливной. Максимальный объем образования золы – 8,96 т/ч. Объем транспортируемой пульпы на золоотвал – 540 м<sup>3</sup>/ч. Золошлаковая пульпа поступает с ГРЭС на багерную насосную станцию, а оттуда по трубам перекачивается на золоотвал, длина пульповода – 978 м. Объем образования золошлаковой смеси в среднем за один год – 66,902 тыс.м<sup>3</sup>/год. По официальным данным общий запас ЗШО, размещенный на золошлакоотвале на 01.01 2017 г. составил 2 457 391 тонн.

В 2017 году определено содержание элементов в грунтах золоотвала Майской ГРЭС (пос. Майский Хабаровского края). Результаты атомно-



абсорбционного анализа грунтов представлены в таблице 1. Наибольшие концентрации составили в мг/кг сухой массы: Zn – 73,3; Hg – 0,484; Cd – 0,740; Pb – 80,0; Ni – 48,4; Cu – 33,8; Cr – 11,9; Fe – 9880; Mn – 704,0.

Как видно из таблицы, разброс по каждому элементу достаточно велик. Это свидетельствует о неоднородности материала золоотвала в разных его участках.

Таблица 1

Средние концентрации и диапазоны содержания тяжёлых металлов в почвогрунтах золоотвала Майской ГРЭС, мг/кг сухой массы

Значение	Содержание, мг/кг								
	Класс опасности								
	1			2			3		
	Zn	Hg	Cd	Pb	Ni	Cu	Cr	Fe	Mn
Среднее (n=39)	29,5	0,069	0,040	16,7	10,3	14,9	5,0	5367	150,4
Мин.	5,4	0,018	0,001	2,0	2,2	0,3	0,0	3024	14,1
Макс.	73,3	0,484	0,740	80,0	48,4	33,8	11,9	9880	704,0

Оценка степени загрязнения грунтов золоотвала Майской ГРЭС тяжёлыми металлами проводилась путём сравнения их содержания в почвогрунтах с ПДК. Отмечено превышение ПДК Cr в грунтах исследуемой территории.

Количество проб с содержанием Cr больше ПДК составило 44% от общего числа проб, максимальное значение Cr 45 мг/кг почвы.

Количество проб с содержанием свинца больше ПДК составило 7,7% от общего числа проб, максимальное значение Pb 80 мг/кг почвы. Диаграмма показывает изменение концентраций Cr и Pb в грунтах золоотвала Майской ГРЭС.

Почвы золоотвала Майской ГРЭС загрязнены Cr и Pb. Загрязнение Cr равномерно распределено по территории золоотвала. Превышение ПДК по двум элементам подтверждает возможность водной миграции элементов с территории золоотвала и загрязнения бухты Западная.

Таким образом, образование промышленных отвалов, в том числе и золошлакоотвалов можно рассматривать как особый процесс катастрофической деградации (уничтожения) почвенного и растительного покровов. Промышленные отвалы требуют рекультивации.



Рис. 1. ПДК Cr и Pb в грунтах золоотвала Майской ГРЭС

В связи с этим нами могут быть предложены рекомендации по уменьшению воздействия грунтов золоотвалов на окружающую среду:

- Контроль и техническое обеспечение состояния сооружений золоотвалов;
- Посадка лесополос по границам золоотвалов для снижения ветровой нагрузки;
- Биологическая рекультивация с использованием иловых отложений СБО;
- Использование в хозяйственной деятельности возрастных золошлаковых отходов.

### Список литературы

1. Алексеенко, В.А. Экологическая геохимия: учебник / В.А. Алексеенко. – М. : Логос, 2000. – 628 с.
2. Иваненко Н.В. Экологическая токсикология: Учебное пособие. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2006. – 108 с.
3. Корольков К.А. Химико-экологическая оценка загрязнения тяжелыми металлами территорий золоотвалов ТЭЦ-2 г. Владивостока и ГРЭС г. Советская Гавань. Дипломная работа, кафедра экологии ДВФУ, Владивосток.-73 с.
4. Теоретическая и прикладная экология. //Общественно-научный журнал №1. //статья Биоиндикация и биотестирование. Киреева Н.А., Кабиров Т.Р., Дубовик И.Е.. Комплексное биотестирование почв/ Москва, 2007.
5. <http://www.vevivi.ru/best/Bioindikatsiya-i-biotestirovanie-ref227852.html>  
<http://www.ecoloresult.ru/resels-179-1.html>  
<http://viperson.ru/articles/aleksandr-hanchuk-ekspluatatsiya-ugolnyh-elektrostantsiy>

6. Материалы XVII международной экологической студенческой конференции «Экология России и сопредельных территорий»: В 2-х томах. Том 1. / Новосибирский гос. ун-т. Новосибирск, 2012. 145 с.

**Мастер Александр Леонидович, Шестаков Николай Игоревич**

## **ДОРОЖНЫЕ СЕТИ В ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЯХ**

*Московский государственный строительный университет, г. Москва  
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток*

**Аннотация:** Подземное строительство сооружений улично-дорожной и транспортной сети позволяет организовать скоростное движение автотранспорта и одновременно повысить безопасность движения пешеходов. Отсутствие задержек автомобильного транспорта перед светофорами и в «пробках» снижает затраты времени на передвижение по городу, способствует снижению уровней транспортных шумов, а также уровней загрязненности воздушного бассейна выхлопными газами автомобилей.

**Ключевые слова:** дороги, конструкция, подземные сооружения, проект.

Основным средством организации скоростного движения наземного транспорта является устройство транспортных и пешеходных тоннелей мелкого заложения, а также автотранспортных тоннелей глубокого заложения. Общие принципы проектирования автотранспортных тоннелей в городах сводятся к следующему:

- к выбору автомобильных трасс, на которых целесообразно устройство тоннелей;
- обеспечению полного разделения в тоннелях встречного движения;
- исключению слияния в тоннелях второстепенных потоков с главными потоками транспорта.

Строительство автотранспортных тоннелей целесообразно на отдельных участках наиболее загруженных магистральных улиц и дорог как средство повышения их пропускной способности. Для обеспечения сохранности исторической застройки города строительство автотранспортного тоннеля часто оказывается единственным возможным решением. В городских условиях могут быть использованы автотранспортные тоннели для двухстороннего и одностороннего движения. Тоннели второго типа позволяют «развести» встречные потоки транспорта, а также целесообразны при необходимости обхода фундаментов капитальных сооружений и монументов или при необходимости устройства съездов между тоннелями. Различные типы транспортных тоннелей могут быть составными элементами развитых в плане многоярусных транспортных пересечений и узлов. При этом использование двухъярусных и многоярусных транспортных тоннелей, на каждом уровне

которых движение является односторонним, повышает безопасность движения. Городские тоннели специальных типов могут быть использованы для преодоления водных преград.

Различают следующие виды тоннелей: горные – для преодоления горных препятствий; подводные – для преодоления водных преград; городские автомобильные и железнодорожные тоннели, в том числе тоннели метро – для устранения пересечений транспортных потоков в одном уровне.

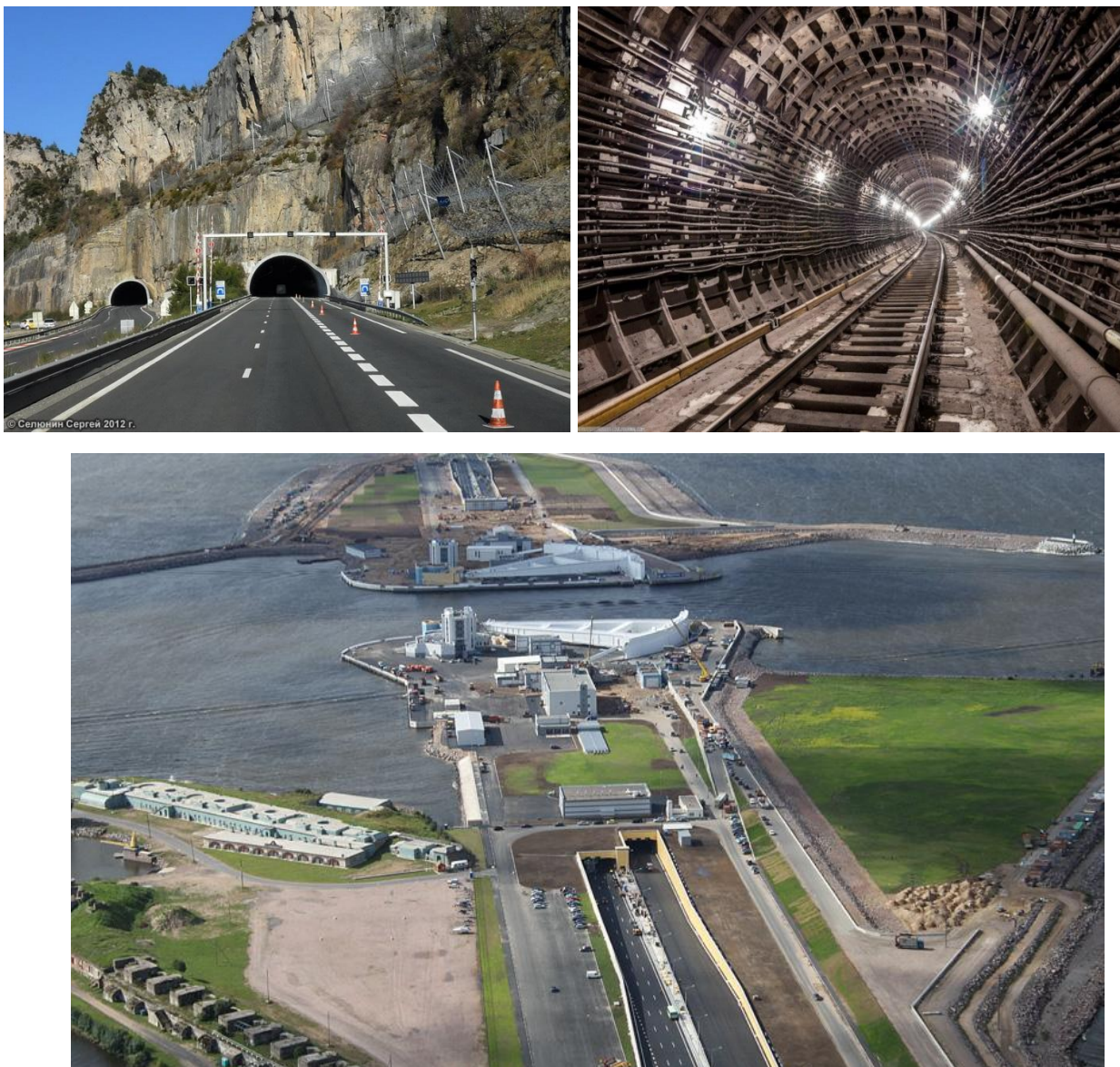


Рис. 1. Тоннели

Автотранспортные тоннели могут входить в состав более сложных комплексов, включающих станции метро мелкого заложения, железнодорожные пути и другие транспортные сооружения.

Минимальная глубина заложения городских тоннелей, проходимых подземным способом под застроенными территориями, составляет 8-12 м. На этой глубине тоннель не встречает городских подземных коммуникаций; при надлежащих способах проходки удастся сохранить поверхностные здания.

При такой глубине заложения тоннелей метро станции оказываются неглубокими.

Тоннели, пройденные подземным, горным или щитовым способом, обычно имеют круговую и сводчатую форму, которая лучше противостоит давлению окружающих пород. Верхнюю подводную часть тоннеля называют каллотой, нижнюю часть – штроссой. Тоннелям мелкого заложения, сооруженным открытым способом, обычно придают в поперечном сечении прямоугольную форму; при этом рациональнее используется площадь сечения.

Уникальный проект по строительству транспортного тоннеля в условиях плотной городской застройки был осуществлен в г. Бостоне (США). Большой бостонский тоннель – 8-полосная магистраль, самый дорогой проект в истории строительства США (рис. 2). В середине прошлого века для решения сложной транспортной проблемы города была построена скоростная автострада («хайвэй») – главная артерия города. Было выселено много людей, а их дома снесены. Земельные участки под автострадой так и остались незадействованными. Город страдал от загрязнения воздуха.

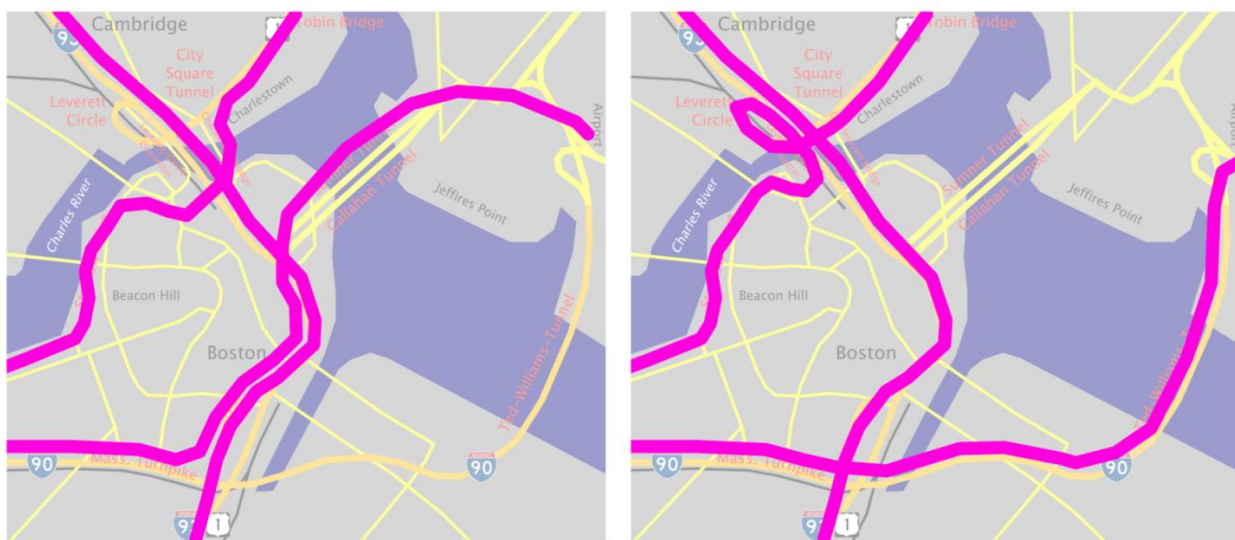


Рис. 2. Бостонский тоннель до и после реконструкции

Проект назвали «Большой тоннель» (англ. «Big Dig»), который состоял из четырех основных этапов:

1-й этап – построить тоннель под гаванью, который соединит аэропорт с городом;

2-й этап – продолжить строительство тоннеля под Южным Бостоном и проливом Порт-Пойнт с последующим присоединением его к существующей магистрали 1-90;

3-й этап – строительство тоннеля под центром города;

4-й этап – строительство нового моста через реку Чарльз.

Бюджет более 14,6 млрд. долларов. Издержки и расходы составляли 3 млн долларов в день. Использовано более 150 кранов. Участвовало более 5000 человек. Каждый день вывозили 1200 грузовиков грунта.

После строительства улучшилась экологическая обстановка в городе и уровень угарного газа снизился на 12 %. При строительстве ни одного дома не разрушено.

### Список литературы

1. Федюк Р.С. Самоуплотняющийся бетон с использованием предварительно подготовленной золы рисовой шелухи / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Свинцов А.П., Мочалов А.В., Куличков С.В., Стоюшко Н.Ю., Гладкова Н.А., Тимохин Р.А. // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 3 (79). С. 66-76.
2. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов защитных сооружений / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Мочалов А.В., Оцоков К.А., Лашина И.В., Тимохин Р.А. // Инженерно-строительный журнал. №06 (82). С.208-218.
3. Федюк Р.С. Самоуплотняющиеся бетоны с применением отходов растениеводства / Федюк Р.С., Мочалов А.В., Пезин Д.Н., Тимохин Р.А. // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2018. Т. 15. № 2 (60). С. 294-304.
4. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие и самоуплотняющиеся бетоны для защитных сооружений / Федюк Р.С., Лесовик В.С., Мочалов А.В., Гридчин А.М., Фишер Х.Б. // Вестник БГТУ им. Шухова В.Г. – 2018. – № 7. С. 75-85.
5. Федюк Р.С. Вопросы управления структурообразованием композиционного вяжущего / Федюк Р.С., Мочалов А.В. // АлитИнформ. № 2 (51). 2018. С. 2-10.
6. Федюк Р.С. Современные способы активации вяжущего и бетонных смесей (обзор) / Федюк Р.С., Мочалов А.В., Лесовик В.С. // Вестник Инженерной школы ДВФУ. 2018. №4(37). С. 85-99.
7. Федюк Р.С. Композиционные вяжущие для бетонов повышенной ударной стойкости / Федюк Р.С., Мочалов А.В. // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2018. № 4 (200). С. 85-91.
8. Fediuk R.S. Review of methods for activation of binder and concrete mixes. / Fediuk R.S., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // AIMS Materials Science, 2018, 5(5): 916-931.
9. Fediuk R.S. Low-permeability Fiber-reinforcement Concrete of Composite Binder / Fediuk R.S., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:022058.
10. Lesovik V.S. conditions / Lesovik V.S., Fediuk R.S., Glagolev E.S., Lashina I.V., Mochalov A.V., Timokhin R.A. // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 463:012054. Features of building composites designing for their exploitation in extreme

**Зимарева Евгения Андреевна, Сбоева Лидия Ивановна,  
Павликов Сергей Николаевич**

## **СПОСОБ И СИСТЕМА СЖАТИЯ ДАННЫХ**

*Морской государственный университет имени адмирала Г. И. Невельского,  
г. Владивосток*

**Аннотация:** В статье предложено универсальное техническое решение, построенное на использовании известных алгоритмов при их комплексировании.

**Ключевые слова:** информация, данные, сжатие, объемы, эффективность.

Область техники: Информационные технологии, инфокоммуникационные систем и сети.

В области критическая технология федерального уровня статья соответствует тематике технологий информационных, управляющих и навигационных систем.

Объект метод и алгоритм сжатия информации.

Предмет исследования – поиск новых методов сжатия информации, обладающих расширенными функциями и отвечающих ряду критериальных параметров.

Цель проекта: Повышение эффективности по заданным критериям процесса сжатия информации и его обратимого представления.

Актуальность: Объемы информации возрастают быстрее технологий их переработки, требуются новые методы архивации и разархивации, а также алгоритмы работы с обширными базами данных. Что соответствует государственным программам развития «Цифровой экономики» и «Big data» и др.

Предлагаемый алгоритм позволяет учесть особенности требований потребителя к процессу преобразований больших массивов и информационных потоков. Что особенно важно в инфокоммуникационных сетях [1-2].

На основе приведенного анализ существующих технологий обработки больших данных определены проблемы и выделено основное звено потенциально решающее представление и обработку информации в технических системах без участия человека.

Предложено метод обработки данных построить на основе теории классического принятия решения о завершении процесса сжатия и на основе теории нечетких множеств.

Предложено применение известных, хорошо зарекомендовавших себя алгоритмов архивирования данных и их комплексирование с элементами адаптации.

Основные требования – соответствие критериев аналогичным продуктам при расширенных функциях и или при улучшении части параметров при сохранении остальных критериев не хуже известных.

Известные программные продукты имеют достоинства и недостатки, например алгоритм JPEG в наиболее эффективен для сжатия изображений [1, 2], но не даёт существенного увеличения сжатия при многоэтапной обработке.

Наиболее значимыми критериями являются:

- коэффициент сжатия объема данных;
- время архивирования и разархивирования;
- объемы требуемых ресурсов, различные виды памяти, вычислительные мощности;
- величина изменения файла в цикле архивация/разархивация;
- чувствительность к изменениям ресурсного обеспечения и др.

Структурная схема предлагаемого технического решения приведена на рис. 1.

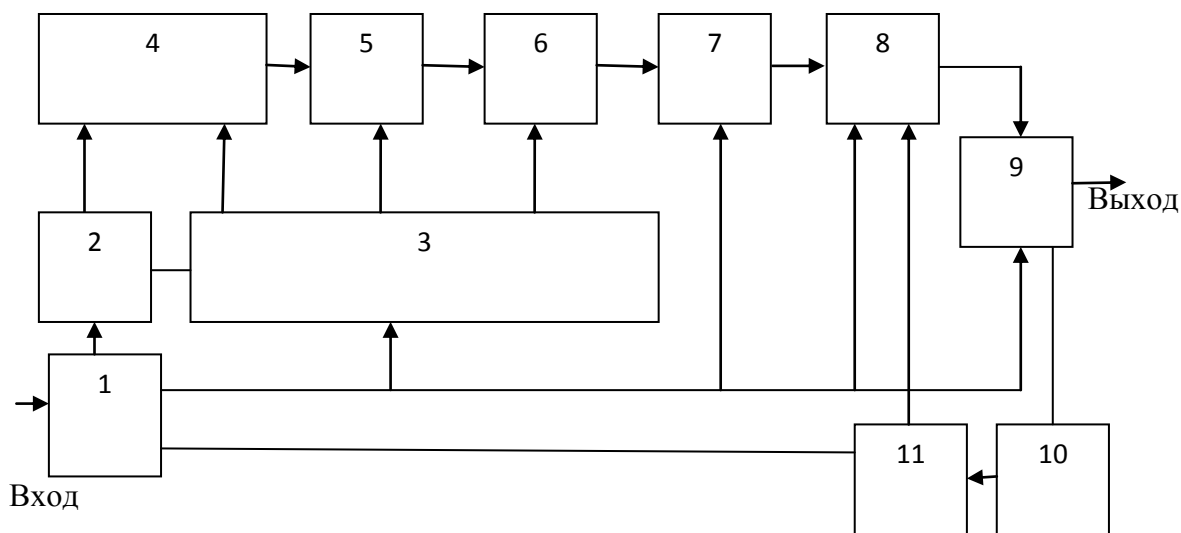


Рис. 1 - Структурная схема предлагаемого технического решения, где обозначены:

- 1 – блок управления; 2 – анализ входного файла; 3 – база данных 4 – подготовка структуры параллельной сети сжатия; 5 – выбор базовых операций с данными в виде сжимаемого / разжимаемого представления; 6 – преобразование файла; 7 – принятие решения по завершению сжатия при выбранном критерии; 8 – выбор по критериям; 9 – выдача кодированного файла с указанием использованных параметров процесса архивации; 10 – процесс восстановления входного файла; 11 – сравнение входного с семейством выходных параллельно полученных сжатых файлов

В работе устройства особое внимание уделяется начальной установке наиболее эффективных на данный момент программных продуктов по архивированию разных типов информации в файлах. Предлагается использовать параллельно несколько программ сжатия (ПС), работающих под общим руководством блока 1 управления.

Наличие циклов сравнения и выбора наилучшего решения при заданных критериях позволяет определить результативность работы ПС и адаптировать



алгоритм принятия решения по результатам работы с типами файлов или типами их частей, что осуществляется в блоке 2 анализа входного файла. Разделение на подфайлы (блоки) в блоке 4 подготовки структуры параллельной сети сжатия. С последующим сбором полученных уже обработанных подфайлов в выходной файл с описанием порядка его использования при разархивации.

Научная новизна предложенной программы заключается в принятии коллективного решения с использованием адаптируемой системы по результативности работы отдельных ПС и в составе системы. В разработанном техническом решении собраны программы, которые в совокупности использования являются комплексной реализацией оптимизации/сжатия файлов изображений форматов PNG, JPEG и GIF без потери качества в рамках того же формата. Представленная программа реализуемая на скриптовом языке программирования представляет собой файл iCat с расширением bat, исходный код которой находится в приложении данной работы. В данном файле на скриптовом языке написан набор инструкций запускающий в зависимости от формата сжимаемого изображения определенные исполнительные файлы в директории с программой(файлом iCat.bat) которые в свою очередь реализуют различные алгоритмы сжатия файла изображения без потерь качества самого изображения.

Для сжатия используются следующие алгоритмы и компоненты: Pngwolf-zopfli – использует генетический алгоритм для поиска комбинаций строк PNG. Фильтры сжатия файла формата PNG используются для подготовки данные к сжатию и таким образом увеличить её степень. Фильтр преобразует каждую строку таким образом, чтобы кодировать не сами значения байтов, а разницу между текущим и предыдущим. Для каждой строки используется свой фильтр, поэтому часто просто применяют все фильтры подряд и смотрят, с каким сжатие получается лучше всего. Из файла изображения принудительно удаляются все атрибуты и данные об изображении хранящиеся в файле сжимаемого изображения. Выполняется полная оптимизация изображения на основе алгоритмов описанных выше [3-4].

Реализованный алгоритм показал на тестовых файлах достаточную эффективность по сравнению с существующими ПС, не актуализированными к конкретным особенностям входного файла. В докладе представлены варианты реализации и алгоритма и технического решения в виде аппаратно-программного устройства

#### **Список литературы:**

1. Патент №2431918 – Способ сжатия информации.
2. <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=JPEG&oldid=87614594>
3. Патент №2442214 – Способ кодирования и декодирования информации.
4. Зеленский И.Р., Федюк Р.С. Тыловая жизнь СССР в период Великой Отечественной войны // Великая Победа – неиссякаемый источник воспитания

патриотизма материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2016. с. 271-274.

**Новак Анастасия Сергеевна, Павликов Сергей Николаевич**

## **УСТРОЙСТВА РАДИОСВЯЗИ ПРЯМОЙ ВИДИМОСТИ**

*Морской государственный университет имени адмирала Г. И. Невельского,  
г. Владивосток*

**Аннотация:** В работе приведена конструкция переговорного устройства прямой видимости. Рассмотрены варианты технического решения и перспективы развития. Цель – создание малогабаритного устройства для обмена информации на расстоянии до сотен метров. Устройство предназначено для ведения переговоров между людьми с использованием сигналов диапазона акустических волн выше звукового. Два и более мобильных переговорных устройств договорившись о параметрах сигналов, не требующих лицензионного разрешения на использование частот, ведут обмен информацией при этом не мешает другим аналогичным устройствам. Что обеспечивается за счет распределения сигналов в частотном диапазоне акустических волн.

**Ключевые слова:** телефон, обмен информацией, абоненты, прямая видимость.

Объект исследования – переговорное устройство на расстоянии сотен метров.

Предмет – разработка нового технического решения для обеспечения связи людей на дальности прямой видимости с использованием звуковых волн.

Цель – создание малогабаритного устройства для обмена информации на расстоянии до сотен метров.

Устройство предназначено для ведения переговоров между людьми с использованием сигналов диапазона акустических волн выше звукового. Два и более мобильных переговорных устройств договорившись о параметрах сигналов, не требующих лицензионного разрешения на использование частот, ведут обмен информацией при этом не мешает другим аналогичным устройствам. Что обеспечивается за счет распределения сигналов в частотном диапазоне акустических волн.

Предлагаемое устройство позволяет снизить проблему информационного обмена между абонентами без применения операторов мобильной связи, структуры сети сотовой связи и ограничений на частотный ресурс радиодиапазона.

Выбор параметров обеспечивает распределение информационных потоков, не мешающих друг другу. С учетом большого коэффициента

затухания предлагаемая технология позволит многократно увеличить кратности использования частотного ресурса.

В предлагаемом телефоне будет использоваться звуковой диапазон не слышимый для человеческого уха, от 20 кГц и выше.

Известны устройства коммутаций с использованием звуковых волн, ультразвукового диапазона и других устройств, например акустического шокера, громкоговорителя, отпугивателя собак и др. устройств, в том числе непоражающего воздействия [1].

Актуальность поиска аналогичных решений: радиочастотный диапазон перегружен, требует разрешения на использование, устройства должны пройти лицензирование позволило предложить ряд вариантов, одно из которых было продемонстрировано в материалах заявки по программе УМНИК – 2017.

Радиотехнологии не удовлетворяют все возрастающих потребностей: последняя миля, интернета вещей, интеллектуальных антенн и по обработке больших данных.

Научная новизна предлагаемого решения:

- радиосигнал заменяется акустическим;
- преобразование речи в диапазон выше 20 кГц;
- выбор метода модуляции;
- возможность перестройки частоты по договоренности абонентов для снижения заметности;
- возможность управлять мощностью сигнала.

Обоснование необходимости проведения НИР связано с выбором оптимального сочетания перечисленных выше параметров для реализации:

- режима дуплекса и др.
- контроля работоспособности;
- реализации вхождения в связь и последующие операции;
- маркетинговые, дизайнерские исследования;
- обоснование конструктивных особенностей исполнения компонентов от динамика, микрофона до блока питания и кодека.

Часть необходимых компонентов для предлагаемого устройства уже присутствуют на рынке, например, почти два десятка сенсоров разных компаний, приведенных в табл. 1[1].

В процессе работы над проектом проведен патентный поиск близких технических решений.

В изобретении [2] описано устройство использующее обмен данными в пределах прямой видимости. В техническом решении используется прием сигнала множеству трасс и оценка качества связи с выбором трассы с эффективностью не ниже заданного порогового значения. Достижимый технический результат заключается в повышении надежности за счет прогнозирования трасс связи.

Однако данное решение требует применения радиочастотного спектра.

Предлагаемое техническое решение позволяет использовать каналы, не требующие лицензирования и аренды [3-6].

Области применения устройства обмена информацией охватывает области бытового и производственного применения. Может быть использовано в ведомственных структурах в условиях ограничения радиотехнологий.

Таблица 1

Популярные модели датчиков Maxbotix [1]

Наименование	Серия	Расстояние, м	Разрешение, мм
MB1004	LV-ProxSonar-EZ0	2,13	25,4
MB1024	LV-ProxSonar-EZ2	1,52	25,4
MB1040	LV-MaxSonar-EZ	6,45	25,4
MB1043	HRLV-MaxSonar-EZ	5	1
MB1200, MB1240	XL-MaxSonar-EZ	10,68	10
MB1202, MB1242	I2CXL-MaxSonar-EZ	7,68	10
MB1300, MB1340	XL-MaxSonar-EZ	10,68	10

Таким образом, предложено новое устройство, обладающее рядом достоинств: не дорогое, эффективное, не наносящее вред здоровью, при отсутствии небольшой части компонентов, что делает техническое решение конкурентоспособным.

### Список литературы:

1. <http://otravleniya.net/izluchenie/zashhita-ot-izlucheniya-mobilnogo-telefona.html#h2>
2. Патент №2465616 – Способ и устройство с использованием прогнозирования линий связи.
3. Бирюков А.Н., Бирюков Ю.А., Токарев Н.В., Кравченко И.Н. Обоснование оптимального варианта средств механизации в зависимости от способа выполнения демонтажных работ // Строительные и дорожные машины, №3, 2018, С. 49-56.
4. Бирюков А.Н., Куликов Д.Н., Топоров А.В. Определение территориальных корректирующих коэффициентов, применяемых при расчете нормативных затрат на оказание государственной услуги // Военный инженер, №1 (3), 2017, С. 3-71.
5. Бирюков А.Н., Казаков Ю.Н. Эффективность новой технологии устройства навесных вентилируемых фасадов // Материалы 11-й Международной научно-практической конференции "Новости передовой науки", - 2015. Том 17. Технологии. Строительство и архитектура. София. «Белый город БГ». - с. 79-84.
6. Biryukov, S. Bolotin. Construction of temporary accommodation camp and selection of optimal type of building / Periodical «Applied Mechanics and Materials (Volumes 725 - 726). 2015. Pages 105-110. & (2015) Trans Tech Publications,

**Павликов Сергей Николаевич,  
Пашкеев Сергей Владимирович, Пузин Олег Владимирович**

## **ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБЪЕКТОВ НА МОРЕ**

*Дальневосточный федеральный университет*

**Аннотация:** В работе предложены перераспределение информационных и управленческих потоков, изменение ролей участников деятельности на море и другие факторы, которые должны быть определены в концепции е-Навигация.

**Ключевые слова:** информационный канал, информационное обеспечение объектов на море, системы связи, эффективность.

В основе концепции е-Навигации лежит координация систем морской навигации и вспомогательных береговых служб в соответствии с потребностями пользователей. Данная программа предусматривает координацию сбора, обработки, интеграции, передачи, воспроизведения, применения и защиты информации о процессах влияющих на жизнеобеспечение на море, в том числе по обеспечению безопасности и экологии.

В соответствии с принятыми решениями Международной Морской Организацией (ИМО) предполагается применение следующих компонентов:

- судовое оборудование;
- береговое оборудование;
- спутниковые системы;
- оборудование нефтегазовых и иные, в том числе донных платформ;
- сил и средств национальных ведомств;
- подводных, гидротехнических и иных объектов;
- инфраструктура обеспечения, контроля и управления.

Основные задачи, решаемые комплексом:

1. организация и управление жизнедеятельностью на море;
2. информационное обеспечение;
3. контроль, реагирование и анализ процессов и происшествий;
4. определение значимости факторов безопасности жизнедеятельности;
5. проведение обоснованных исследований на море;
6. определение тенденций и факторов развития эффективного использования;
7. снижение рисков и нагрузки на окружающую среду;

8. нормативное обеспечение по совмещению стандартов и технологий;
9. выполнение требований системы менеджмента качества.

В условиях развития технологий освоения Мирового океана возросли требования к системам их информационного обеспечения.

Среди проблем на морском транспорте наиболее остро стоят вопросы:

- безопасности судоходства, от пиратов, конкурентов и злоумышленников по несанкционированному получению информации циркулирующей в системе ГМССБ, финансовых транзакциях, спутниковых системах и возможных искажений в каналах связи – требуется надежная, доступная и устойчивая связь;
- несовместимости бортового оборудования береговых абонентов и судов: речных, морских и воздушных;
- высокая цена содержания не эффективного судового оборудования;
- административная загруженность подкомитетов ИМО и неспособность реагировать на появление новых требований и технологий;
- учет особенностей стран и районов плавания;
- высокая аварийность и значимость человеческого фактора;
- недостаточная точность;
- увлеченность громоздкими проектами при отсутствии решения насущных задач.

Для этого приняты резолюции общих направлений, среди них:

- обеспечить безопасное движение судов и других объектов, учитывая гидрографическую, метеорологическую и навигационную информацию и оценка рисков;
- контроль и помощь в управление движением судов посредством береговых служб;
- совершенствование систем телекоммуникаций и связи, включая передачу информации между элементами комплекса;
- повышение эффективности перевозок, применение логистических, метеорологических и иных процессов;
- своевременное упреждающее реагирование на предвестники аварийных ситуаций, отладка работы поисковых и спасательных служб;
- соответствие требуемых точности и непрерывности измерения и вычисления параметров своего движения и других средств в районе выполнения задачи;
- сопряжение интерфейса оператора с сенсорными приборами информационного обеспечения;
- решение конфликтных ситуаций, в том числе и в диапазонах физических полей
- расширение функциональных возможностей для традиционных и новых объектов морской жизнедеятельности, включая воздушные суда в области действия морских и речных объектов и др.

Для реализации данных общих направлений нужны конкретные, научно обоснованные требования, условия и ограничения.

Нужны новые разработки, но для этого должны быть понятны задачи:

- причины формирования новых потребностей пользователей;
- инструментарий и технические требования к системам информационного обеспечения и управления;
- принципы взаимодействия участников организации морского движения и обеспечения жизнедеятельности на море;
- методы принятия решений: человеком (оператором), с участием человека и без человека;

Перераспределение информационных и управленческих потоков, изменение ролей участников деятельности на море и другие факторы должны быть определены в концепции e-Навигация.

Среди перечисленных выше задач предложено на первое место поставить информационное обеспечение объектов на море: на поверхности, дне, в толще океана в воздушном и космическом пространствах над ним.

К направлениям исследований следует отнести:

1. Повышение точности и надежности измерения параметров:
    - окружающей среды;
    - своего движения;
    - элементов движения других объектов в зоне действия.
  2. Оценка степени опасности значений приведенных параметров и действий объектов;
  3. Принятие решений на основе теории искусственного интеллекта, нечетких множеств и нейронных систем;
  4. Защита информационной сети судна и комплекса от деструктивных действий других участников информационных взаимодействий;
  5. Повышение пропускной способности информационных каналов.
- При этом значимость исследований на физическом уровне открытой информационной системы резко возрастает, что приведет к расширению, уточнению математических моделей сигналов, помех и методов обработки. По каждому из направлений выполнен ряд работ, описанных в [1-3].

#### **Список литературы:**

1. Мочалов А.В. и др. Новые направления в развитии телекоммуникационных систем [Текст]: монография /А.В. Мочалов и др. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2016. – 116с.
2. Павликов С.Н., Убанкин Е.И. и др. Заявка на патент № 2018143476 от 07.12.2018 - Способ передачи информации с помощью широкополосных сигналов.
3. Павликов С.Н., Убанкин Е.И. и др. Заявка на патент № 2018145785 от 21.12.2018 – Сотовый телефон.

**Пашкеев Сергей Владимирович, Пузин Олег Владимирович**

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВАРИАНТОВ СИСТЕМ НАВИГАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОДВОДНОГО ТРАНСПОРТА**

*Дальневосточный федеральный университет*

**Аннотация:** В статье приведен анализ задач, функций и оборудования навигационной аппаратуры, используемой для выполнения задач средств индивидуального подводного транспорта.

**Ключевые слова:** навигационное обеспечение, средство индивидуального подводного транспорта, гидроакустика, информационная система.

Освоение мирового океана основано на решении проблем обеспечения жизнедеятельности человека на море, в том числе и подводой. Анализ моделей и методов решения указанной проблемы связано с разработкой новых технических средств индивидуального подводного транспорта.

Объекта исследования является системы навигационного обеспечения средств индивидуального подводного транспорта.

Предметом исследований является определение состава, архитектуры и основных вариантов построения систем навигационного обеспечения (НО) средств индивидуального подводного транспорта.

Проблема: Современные требования к техническим средствам индивидуального подводного транспорта не соответствуют расширенному кругу задач.

Целью работы является разработка и обоснование вариантов построения систем навигационного обеспечения средств индивидуального подводного транспорта.

Для достижения поставленной цели в работе решены следующие задачи:

- выполнен анализ современного состояния и перспектив развития систем навигационного обеспечения средств индивидуального подводного транспорта;
- уточнена классификация навигационных средств;
- проведен анализ современных взглядов на использование навигационного обеспечения средств индивидуального подводного транспорта;
- разработаны требования к навигационным средствам нового поколения, сопряженных с внешними средствами их обеспечения.

В докладе приведены следующие результаты:

1. Уточнена классификация навигационной аппаратуры, используемой для выполнения задач средств индивидуального подводного транспорта (ИПТ)[1, 2];
2. Уточнена классификация проблем НО ИПТ [1];



3. Разработаны варианты построения систем НО ИПТ;
4. Рассмотрены варианты сопряжения систем НО ИПТ с внешними системами НО [1, 2];
5. Разработаны требования к НО ИПТ нового поколения.

В таблице 1 приведены сравнительные характеристики вариантов, состава и архитектуры навигационного обеспечения ИПТ.

Таблица 1

Сравнительные характеристики вариантов, состава и архитектуры навигационного обеспечения ИПТ.

Состав	Варианты			
	1	2	3	4
Лаг доплеровский	+			
Лаг корреляционный		+	+	+
Измеритель дальности до дна	+			
Измеритель дальности до поверхности		+		+
Измеритель дальности до навигационных опасностей	+	+	+	+
Гидролокатор круговой	+		+	
Гидролокатор секторный		+		+
Гидролокатор по углу места	+			
Измеритель поля скорости течения	+	+	+	+
Измеритель поля распределения скорости звука	+	+	+	+
Обнаружитель гидроакустических сигналов	+		+	
Обнаружитель Объекта по его физическим полям		+	+	+
Система гидроакустической связи и передачи данных	+	+	+	+
Аппаратура автоматического сопровождения луча	+	+	+	+
Гидроакустический маяк	+		+	
Гидроакустический маяк-ответчик		+		+
Гидроакустическая аппаратура неразрушающего контроля	+		+	
Измеритель параметров среды				
Измеритель уровня акустического и вибрационного излучений оборудования				
Измеритель уровня кавитации				

Таким образом, в работе приведен анализ задач, функций и оборудования навигационной аппаратуры, используемой для выполнения задач средств индивидуального подводного транспорта.

**Список литературы:**

1. Транспортировщик водолазов МПК В63С11/46 патента РФ № 207105621 от 27.08.2008
2. Транспортировщик водолазов МПК В63С11/46 патента РФ № 2330782 от 10.08.2008

**Павликов Сергей Николаевич, Пленник Милена Денисовна,  
Цепелева Алена Сергеевна,**

**СПОСОБ И СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ ОТ  
ВИРУСОВ**

*Морской государственный университет имени адмирала Г. И. Невельского,  
г. Владивосток*

**Аннотация:** В работе приведена система защиты сетей от вредоносных программ путем управления трафиком по трассам с различной и управляемой защищенностью.

**Ключевые слова:** вирус, радиосигнал, канал, обработка, эффективность

Объект исследования – информационные сети.

Предмет исследования – метод защиты от вредоносных программ.

Цель является анализа возможностей методов защиты информационной сети от потери и перехвата личных данных пользователей.

Актуальность данной темы обусловлена тем, что существующие антивирусные технологии, такие как использование сигнатурной или эвристической проверок, методы проактивной защиты или использование списков доверенных приложений не позволяют добиться надежного и своевременного обнаружения всех вредоносных программ на компьютерах пользователей. Таким образом, риск потери личных данных остается очень высоким, и пользователи вынуждены искать другие решения для обеспечения безопасности их передачи.

Существует необходимость в разработке аппаратного устройства, которое будет обеспечивать безопасность личных данных пользователей при работе в небезопасном окружении.

В настоящее время существует большое количество возможностей получить личные данные компьютерных пользователей, даже несмотря на установленный антивирус или сетевой экран. Как правило, кражу личных

данных осуществляют с помощью вредоносных программ, которые попадают на компьютеры пользователей (заражают их).

Чаще всего подобные программы попадают на компьютеры через заражение популярных интернет-браузеров, выполняют перехват данных, вводимых с устройств ввода (таких как клавиатура или мышь), или перехватывают данные, отправляемые в сеть. Например, вредоносные программы, заражающие браузеры, получают доступ к файлам браузера, просматривают историю посещений и сохраненные пароли при посещении веб-страниц.

Перехватчики ввода данных получают их с клавиатуры или мыши и скрывают свое присутствие в системе с помощью целого ряда ВП. Которые также применяются при реализации перехватчиков сетевых пакетов извлекая из них ценную информацию, такую как пароли и другие личные данные.

Возможным решением по противодействию вредоносным программам, которые перехватывают ввод данных с устройств ввода, является использование защищенных устройств ввода. Этого можно добиться, используя клавиатуры с шифрованием вводимых данных или используя виртуальную клавиатуру.

Подобные решения обладают рядом недостатков: для клавиатуры с шифрованием вводимых данных также могут существовать перехватчики, которые осуществляют перехват данных до шифрования или уже после их расшифровки, а виртуальная клавиатура может быть скомпрометирована с помощью использования вредоносных программ, которые делают снимки экрана через заданные промежутки времени.

Еще один вариант решения вышеописанной проблемы предусматривает использование защищенной среды, в которой будут исполняться все необходимые приложения.

Например, заявка на патент США №20080034210 описывает отдельное устройство (предпочтительно выполненное в виде USB флешки), которое имеет отдельный браузер и загрузчик. Загрузчик отвечает за загрузку браузера в память компьютера при соединении и начальную проверку целостности данных. Сам браузер выполнен с упором на обеспечение максимальной защищенности передаваемых данных.

Также в заявке США №20080244689 приводится возможность создания защищенной среды в виде собранного образа операционной системы (с улучшенной безопасностью). При применении подобной среды существует возможность использования безопасных онлайн-транзакций. Однако приведенные решения основываются на использовании лишь усиленных мер безопасности применительно к установленному программному обеспечению, которое в любом случае может иметь уязвимости, в том числе и те, против которых существующие решения бессильны на момент появления подобных уязвимостей [1].

Для безопасной передачи данных в небезопасных сетях формируются трассы, не менее одна из которых проходит через блок безопасного обмена данными. Структурная схема устройства приведена на рис. 1.

Однако блоки безопасного обмена данными кроме достоинств имеют и недостатки. Ограниченность в ресурсном обеспечении заставляет пользователей осуществлять соединение через незащищенные сети и не проверенный сетевой ресурс.

В этих условиях требуется маршрут с гарантированно защищенным сервером и блок безопасного обмена данными. Функции блока безопасного обмена данными может реализована различными способами, например шифрование или VPN (VirtualPrivateNetwork) соединение, основанное на таких протоколах как IPSec или PPTP. В качестве основы защищенного соединения также может служить использование технологии WPA, протокола HTTPS и других средств обеспечения безопасной передачи данных [2].

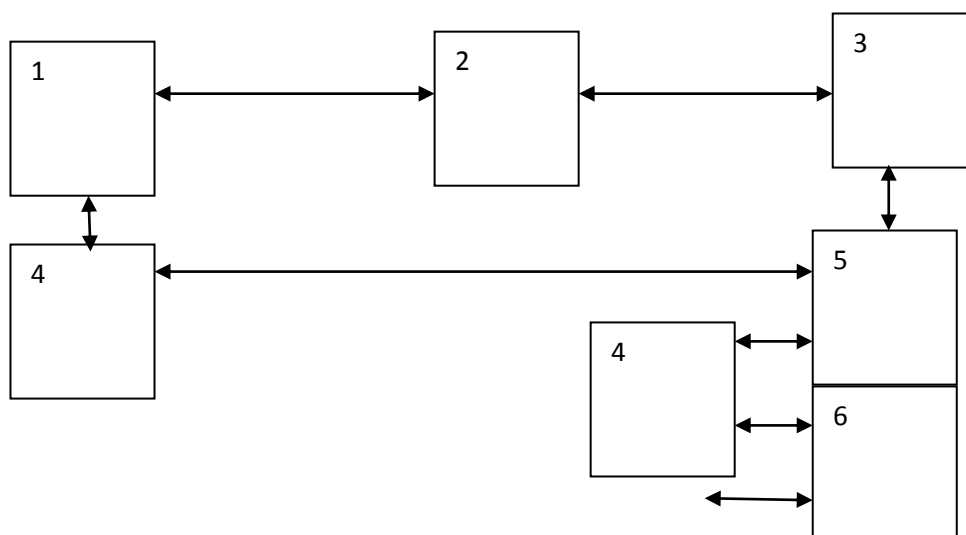


Рис. 1 Структура устройства, где обозначены: 1 – защищаемый компьютер; 2- незащищенная сеть; 3 – сетевой ресурс; 4 – блок безопасного обмена данными; 5 – сервер безопасности; 6 – база данных

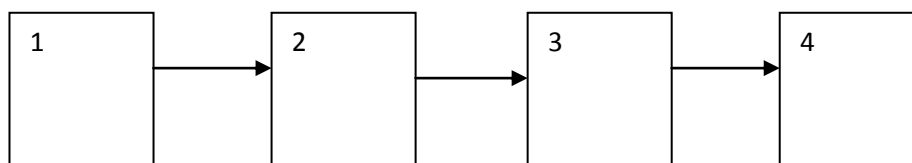


Рис. 2 Алгоритм работы блока безопасного обмена данными, где обозначены: 1 - устанавливают первое защищенное соединение между блоком безопасной передачи данных и компьютером; 2 - собирают данные об используемых сетевых соединениях на компьютере; 3 - устанавливают второе защищенное соединение между блоком безопасной передачи данных и сервером безопасности, используя данные о применяемых сетевых соединениях на компьютере; 4 - используют результаты анализа, полученные при предыдущих защищенных соединениях для принятия решения о конфигурации трассы безопасной передачи данных

Предложено техническое решение с реализацией расширенного спектра процедур с трассами безопасного и небезопасного соединений, известного

пользователю и защищенному компьютеру сервера безопасности, что гарантирует временное преимущество в защите контента или его части. Таким образом, достигается повышение уровня защиты данных от копирования при их передаче в опасных сетях.

**Список литературы:**

1. <http://searchsecurity.techtarget.com/definition/zero-dav-exploit> [Электронный ресурс].
2. Патент RU 2494448 [Электронный ресурс] URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2494448>,

**Панарин Игорь Иванович**

**ПОДЗЕМНЫЕ ПРОСТРАНСТВА ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ  
ДЛЯ СООРУЖЕНИЙ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

*Дальневосточный федеральный университет, Учебный военный центр  
Научный руководитель: д.т.н. Макишин В.Н.*

**Аннотация:** Современный мир не избавлен от катастроф и бедствий природного, техногенного и военного характера. Для защиты населения от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера разработан и осуществляется комплекс мероприятий, который можно разделить на две группы: заблаговременные мероприятия – те, которые проводятся для предупреждения чрезвычайных ситуаций и уменьшения ущерба от них (построение защитных сооружений, сооружение плотин против наводнений, бомбардировка лавовых потоков, укрепление склонов против оползней и т.д.), и оперативные мероприятия – те, которые проводятся при непосредственной угрозе и во время ЧС.

**Ключевые слова:** тоннель, сейсмическая надежность, свод, крепление.

Возрастает и количество вооруженных конфликтов возрастает. Международная политическая обстановка чрезвычайно сложна. Объявление США о выходе из ДРСМД этому подтверждение. Частота войн в 20 веке превысила частоту за всю историю в 1,5 раза, а во второй половине – в 2,5 раза. В девяностых годах в мире ежегодно происходило около 35 вооруженных конфликтов. За 50 лет после второй мировой войны в средних и малых войнах в общей сложности погибло 40 млн. человек и 30 млн. стали беженцами, что сопоставимо с числом жертв и пострадавших в мировых войнах. Растет и доля потерь среди мирного населения. Если в первой мировой войне эта доля составила 5%, то во второй мировой войне уже 50%, в войне в Корее – 84%, во Вьетнаме – около 90%. Таким образом, основные жертвы современных войн – гражданское население [1-2].

В условиях войны защита от современных средств поражения осуществляется путем эвакуации и рассредоточения населения из вероятных районов поражения ударами противника и размещения оставшихся в городах жителей в убежищах, которые в системе защитных сооружений играют главенствующую роль, так как осуществляют противоядерную, противорадиационную, противохимическую и противобактериальную защиту.

Как же классифицируются подземные сооружения, определяются условия и факторы целесообразности использования подземных сооружений городской инфраструктуры для защиты населения от чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и военного характера, определяется их технологическая и социальная эффективность использования? Как установить целесообразность использования подземных сооружений в качестве защитных?

### **Подземные сооружения для инженерной защиты населения**

Основным критерием, учитываемым при проектировании подземных сооружений двойного назначения, является поражающее действие взрыва обычного и ядерного боеприпасов, которое существенно влияет на конструктивно-планировочные решения этих сооружений и их стоимость.

Сооружения, главные части которых по эксплуатационным характеристикам расположены под землёй, называют подземными. Подземные сооружения по своему назначению классифицируются:

– транспортные (пешеходные, автотранспортные, железнодорожные автостоянки, тоннели, метрополитены, и т.д.);

– промышленные (корпуса первичного дробления руды, скиповые ямы доменных цехов, подземные части бункерных эстакад, установок грануляции шлаков, непрерывной разливки стали и проч.);

– энергетические (подземные комплексы ГЭС, ГАЭС и АЭС, шинные и кабельные тоннели и шахты, энергетические водоводы, низовые бассейны ГАЭС и проч.);

– хранилища (нефти, газа, вредных и радиоактивных отходов, холодильники);

– общественные (предприятия коммунально-бытового обслуживания, торговли и общественного питания, складские, спортивные и зрелищные сооружения и т.д.);

– инженерные (тоннели и коллекторы тепло-, газо-, электросетей и водопровода, бензопроводы между автозаправочными станциями, очистные, перекачные и водозаборные сооружения и т.д.);

– специального и научного назначения (ускорители заряженных частиц, тоннели для аэродинамических испытаний, подземные заводы, оборонные объекты, сооружения гражданской обороны и проч.). [3].

Все перечисленные сооружения могут иметь как узкоспециализированное, так и комплексное назначение и располагаться под землёй полностью или частично [4].

Убежища классифицируют по защитным свойствам, вместимости, срокам возведения и месту расположения на местности [10].

Объекты двойного назначения – это инженерные сооружения производственного, общественного, коммунально-бытового или транспортного назначения, приспособленные для укрытия людей, техники и имущества от опасностей, возникающих в результате последствий аварий на потенциально опасных объектах, а также воздействия современных средств поражения [11].

Основная проблема использования подземных пространств – это стереотипность мышления: люди привыкли жить на поверхности и жизнь под землей видится чрезвычайной и не привлекательной. Прежде чем предложить рынку новые комфортные и выгодные для человечества условия необходимо сформировать новое представление об условиях использования сооружений двойного назначения.

Другой проблемой можно назвать затратность создания новых строений. Удобно перестраивать существующие полости и шахты в земной поверхности. Но создавать новые – не то чтобы дорого, но и не всегда возможно.

Об актуальности проблемы освоения подземного пространства крупных городов свидетельствует широкое обсуждение ее в научно-технической литературе, на конференциях в России и за рубежом. Опыт освоения городского подземного пространства освещается в работах ведущих ученых и специалистов в области горных наук, подземного строительства и геомеханики: А.Н. Левченко, Е.И. Шемякина, Н.Н. Мельникова, Е.В. Петренко, Б.А. Картозия, А.В. Корчака, Н.С. Булычева, С.Н. Власова, В.Г. Лернера, П.Ф. Швецова, В.Е. Меркина, А.Г. Протосени, М.С. Рудяка, В.А. Умнова, В.З. Черняка, А.Ф. Зильберборда, М.М. Папернова, В.И. Бородина, И.П. Спектора, А.Г. Беляева, Г.Е. Голубева, А.А. Сегединова, В.М. Мосткова, К.Н. Трубецкого; М.А. Иофиса, М.В. Корнилкова, В.И. Осипова; за рубежом: Дж. Кармоди, Р. Стерлинга, Я. Келемена, З. Вайды, К. Саари и др.

Растущий в мире интерес к комплексному освоению городского подземного пространства в значительной мере обусловлен, с одной стороны, необходимостью интенсивного развития, с другой – свойствами подземных сооружений, которые позволяют:

- разгрузить зону обитания человека от техногенных воздействий;
- обеспечить естественную защиту подземных объектов. Эта защита является одновременно механической, термической, акустической и гидравлической;
- исключить негативное влияние климатических условий на эксплуатацию подземного объекта;
- обеспечить безопасность при всех видах внешних воздействий (стихийных, техногенных и диверсионных);
- существенно сэкономить значительные площади ценных земель и сохранить городские исторические ландшафты, представляющие культурно-историческую ценность;
- уменьшить отрицательное воздействие потенциально-опасных производств;

- сократить эксплуатационные расходы, по сравнению с расходами на содержание альтернативных сооружений на поверхности, за счет снижения затрат энергии на отопление и охлаждение помещений;
- упростить и упорядочить работу транспорта;
- сэкономить время населения в сфере транспортного обслуживания за счет приближения реализации услуг к потребителю;
- повысить уровень комфортности и безопасности жизнедеятельности человека;
- повысить размеры товарооборота и прибыли предприятий торговли, питания, сферы обслуживания, зрелищных и спортивных объектов за счет удобного расположения их в зонах наиболее интенсивного скопления пешеходов и пассажиров – потенциальных посетителей перечисленных объектов [12].

Комплексное использование подземного пространства необходимо для городов всех категорий, разница заключается лишь в номенклатуре и количестве сооружений, которые целесообразно размещать ниже земной поверхности с точки зрения капитальных вложений и социально-экономического эффекта.

Считается, что основными факторами, влияющими на размещение создаваемых в подземном пространстве объектов, являются:

- параметры города (площадь, протяженность, высотность и др.);
- рельеф местности, природные, геологические и гидрологические условия;
- функциональное назначение различных зон (селитьба, промышленные и другие внеселитебные зоны);
- характер застройки.

Планомерное, рациональное и комплексное использование подземного пространства на основе предварительного изучения состояния породного массива с использованием современного информационного обеспечения для принимаемых технологических решений, основанных на внедрении рискоуправляемых технологий, обеспечит развитие подземной инфраструктуры городов-мегаполисов.

Анализ зарубежного опыта освоения подземного пространства мегаполисов показывает, что оптимальные условия для обеспечения устойчивого развития и комфортного проживания достигаются при доле подземных сооружений от общей площади вводимых объектов в 20-25%. В настоящее время этот показатель для г. Москвы составляет всего 8%.

#### **Установление рациональных параметров подземных сооружений при использовании их в качестве объектов двойного назначения**

Для примера, в течение последних десятилетий в Финляндии быстро развивалось подповерхностное строительство. Так как использование подповерхностного пространства принципиально сосредоточено вокруг технических предприятий, транспортных и убежищ ГО, многие правительственные учреждения и общественный сектор учреждений стали



главными пользователями. Строительный фонд Хельсинки оценивался в количестве 120 млн куб. м в 1980 г., из которого приблизительно 17 млн куб. м составляют общественные здания. Строительные фонды увеличиваются на 2-2,5 млн куб. м ежегодно, которые представляют скорость годового прироста приблизительно 2%. В период между 1980 г и началом 1984 г., объемы подповерхностных породных пустот Хельсинки увеличились с 2,5 млн куб. м до 3,3 млн куб. м, скорость прироста в регионе составила 3-4%. Строительство спортивных и развлекательных сооружений в породных пустотах стало преобладающим в Финляндии в течение последних лет. Построены плавательные бассейны, ледяные хоккейные катки, театры, залы по интересам, а также различные средства для спортивных и физических упражнений.

Затраты на строительство, составленные из затрат на спортивные и культурные заведения, сооружения ГО, могут быть разбиты следующим образом:

– Предварительные затраты	10 ± 15 %
– Технические строительные работы	50 ± 70 %
– Теплоснабжение, кондиционирование воздуха,	
– Очистка воды и гигиена	10-20 %
– Электрообеспечение	10-15 %
– Специальные приобретения	2-5 %

Стоимость выемки и крепления породного пространства составляет примерно 15-30% общей стоимости проекта. По уровню цен на январь 1985 года, стоимость выемки и крепления составила 30-40 долл. США/ м<sup>3</sup>.

Подземное убежище Kannusi Llanmaki расположено в центре города Эспоо в непосредственной близости от железнодорожной станции. В мирное время убежище используется в качестве различных спортивных клубов и кругов увлечений. Пространство имеет два этажа с общей площадью 8 000 м<sup>2</sup>. В случае военного кризиса убежище может укрыть 2750 человек.

На время военного кризиса поверхность убежища распределяется следующим образом:

Производство гражданской защиты	2200 м <sup>2</sup>
Защитные площади для населения	3900 м <sup>2</sup>
Переходы	600 м <sup>2</sup>
Технические коммунальные районы	1500 м <sup>2</sup>
Всего	8200 м <sup>2</sup>

Следующие площади находятся в положении постоянной готовности:

Гражданский центр защиты	640 м <sup>2</sup>
Гражданское районное управление защиты	130 м <sup>2</sup>
Станция первой помощи	200 м <sup>2</sup>
Технические коммунальные районы	1500 м <sup>2</sup>
Всего	2470 м <sup>2</sup>

Таким образом, полезная площадь подземного пространства составляет 5730 м<sup>2</sup>. Общее количество людей, которое возможно разместить одновременно во время мирного использования:

Кинотеатр	249 человек
-----------	-------------

Теннисный зал	20 человек
Командный центр пожарной тревоги	20 человек
Атлетический (общий)	15 человек
Атлетический (проходной)	25 человек
Гимнастический зал	20 человек
Зал по интересам	15 человек
Обще-тренировочный зал	20 человек
Дзюдо	15 человек
Другие	10 человек

Общая стоимость контракта составила около 800 000 долл. США и общий объем выемки был равен 38 000 м<sup>3</sup>. Общие затраты для подземных выработок составили 6,5 млн долл. США. Научно-исследовательская лаборатория и убежище ГО были построены в породной камере Otaniemi в городе Эспоо. Общая стоимость проекта составила 24 млн долл. США по ценам 1985 года. Стоимость строительства составила приблизительно 21,1 млн долл. США и стоимость научного оборудования составила 2,9 млн долл. США. Стоимость экспериментальных конструкции составила около 0,1 млн. долл. США от общей стоимости проекта. Кроме того, что тоннели и камеры используются для научных исследований, подземная часть хозяйства содержит в себе рабочие мастерские для обслуживания лабораторий, а также комнаты для обслуживающего персонала и контрольной аппаратуры. Объем подземных секции составляет приблизительно 125 000 м<sup>3</sup> и имеет общую площадь этажа около 15 000 м<sup>2</sup> [11].

Анализ опыта строительства подземных сооружений показал, что несмотря на их многообразие, для всех характерно наличие следующих регламентирующих признаков: функциональное назначение; глубина заложения; объемно-планировочные решения; условия строительства; параметры обделки; срок службы; ремонтпригодность и увязка с наземной и подземной инфраструктурой. Уникальность каждого подземного сооружения определяется индивидуальным содержанием совокупности признаков, характеризующих каждое из них. Надежную работу подземного сооружения гарантирует принятие оптимальных инженерно-технических решений, найденных для каждого основного признака с учетом взаимосвязей, как между ними, так и с породным массивом.

#### **Оценка эффективности глубины заложения подземного сооружения, используемого в защитных целях**

Для решения задачи по защите населения от катастроф и бедствий природного, техногенного и военного характера необходимы подземные сооружения. Министерством РФ по чрезвычайным ситуациям проведена инвентаризация имеющихся специализированных объектов и строений в Приморском крае. Они подразделяются на защитные сооружения гражданской обороны и противорадиационные укрытия. Постановление правительства РФ № 1309, от 18 июля 2015 г. № 737 «О внесении изменений в Порядок создания убежищ и иных объектов гражданской обороны», регламентирует создание

объектов гражданской обороны. Такие убежища предназначены для укрытия рабочих смен на оборонных предприятиях в случае вооруженного конфликта (катастрофы природного или техногенного характера). К примеру, хлебокомбинат, электростанция, железнодорожная станция, холодильные мощности и т.д. [5].

Для примера, Владивосток изначально строился как военная база России на берегах Тихого океана. Немалая часть подземелий связана с объектами Владивостокской крепости, построенными в начале XX века. Помимо фортов и батарей, рассыпанных по всему городу, это погреба, галереи, склады и др. Почти все они укрыты в недрах сопки, имеют статус сооружений гражданской обороны и находятся в федеральной собственности. Городские подземелья по своему размаху не уступают метрополитену, подземная часть впечатляет не меньше, чем видимая.

Другая часть подземного Владивостока – бомбоубежища. Есть «катакомбы» и сугубо мирного назначения – тоннель имени Сталина, связывающий районы 3-й Рабочей и Луговой (хотя изначально он тоже строился как военный объект – для укрытия железнодорожных батарей ТОФ), подземные водохранилища, коллекторы и т. д.

На территории города насчитывается более 200 заглубленных объектов. Лишь малая их часть, около 40, после установления пригодности для использования в качестве защитных сооружений, поставлена на учет федеральной собственности (территориальное управление Россимущества в Приморском крае). Например, убежище медсанчасти Дальзавода 1984 года постройки; Седанка – расположенное между остановками Седанка и Амурский залив; убежище № 2, построенное заводом «Дальприбор» на 2000 человек. Расположено возле дома по адресу Героев Варяга 5; убежище №72 – скального типа, 1945 года постройки. Рассчитано на 100 человек. Находится на улице 1-я Морская. Имеет 2 входа; убежище №59 – Убежище станции Первая речка. 1935 года постройки. Вместимость – 100 человек. Общая площадь (кв.м) - 158. Общий объём (куб.м) – 363. Класс защиты убежища – П-1; убежище внутри средней школы №24, 1959 года постройки. С 2003 года школа закрыта "на ремонт", в рабочее время убежище использовалось как тир; убежище №48 – Железнодорожное убежище, используется, как склад ГО [7].

Большим преимуществом сооружений, построенных закрытым способом на большой глубине, является то, что использование их по «двойному назначению» может быть достигнуто путем относительно небольших дополнительных расходов. Мощное земляное покрытие само собой обеспечивает защиту не только от обычного, но и от ядерного оружия. Для защиты от ударной волны и эффекта разрежения, от проникающей радиации и радиоактивного заражения местности предусматриваются блокирующие заградительные конструкции у всех выходов. Почти такой же защитный эффект может быть достигнут и при строительстве сооружений мелкого заложения открытым способом за счет создания определенного запаса прочности конструкций и незначительных затрат на соответствующее оборудование.

Конструктивно защитные сооружения подразделяются на подземные и котлованные (заглубленные и полузаглубленные). Если защитные сооружения котлованного типа невозможно заглубить в землю, то они располагаются на поверхности и называются обсыпными [2]. Если принять, что при воздушном ядерном взрыве безопасное расстояние для незащищенного человека составляет  $R$  км, то личный состав, находящийся в открытых фортификационных сооружениях, не будет поражен уже на удалении  $2/3 R$

Перекрытые траншеи уменьшают радиус поражающего действия в 2 раза, а блиндажи в 3 раза. При нахождении в подземных прочных сооружениях на глубине более 10 м люди не поражаются, даже если это сооружение находится в эпицентре воздушного ядерного взрыва (рис. 1).

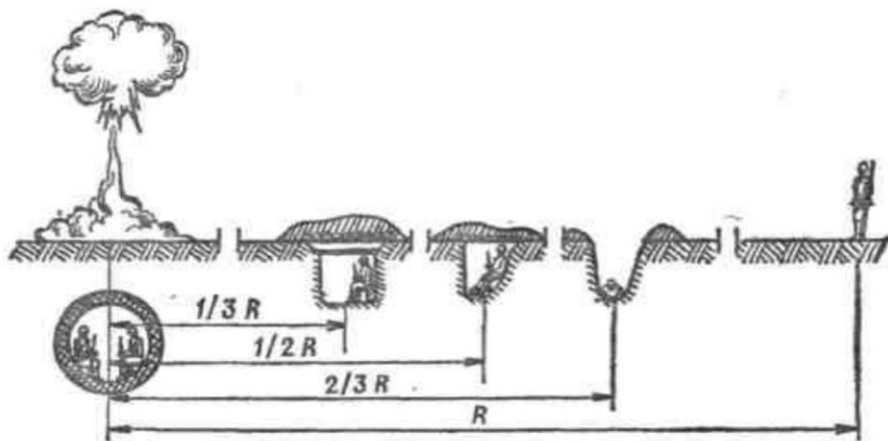


Рис. 1. Защитные свойства полевых фортификационных сооружений от воздушной ударной волны ядерного взрыва

Таким образом, подземные пространства городской инфраструктуры Владивостока целесообразно использовать в качестве объектов двойного назначения. Это подтверждается:

- глубиной расположения относительно земной поверхности. С увеличением глубины заложения подземного объекта возрастают его защитные свойства;

- доступностью. Отдаленность входов в подземное сооружение от объектов городской инфраструктуры, расположенных на поверхности, соответствует требованиям [6], составляет 500-1000 м (эффективно – до 800 м);

- экономической эффективностью. Нет необходимости в строительстве новых убежищ ГО [8]. Подземные сооружения используются в качестве магазинов, саун, спортивных комплексов или складов с соблюдением нормативных соотношений полезных и вспомогательных объемов (не более 35-37% от общего объема). Содержатся в рабочем состоянии. С введением режимов готовности при получении прогноза о возможности возникновения ЧС по распоряжению руководителя ГО осуществляется приведение защитных сооружений в готовность к приему укрываемых [9];

- устойчивостью, долговечностью и надежностью эксплуатации сооружений. Объекты построены в горно-геологических и горно-технологических условиях г. Владивостока

– расположения входов в подземные сооружения с учетом высотности зданий и плотности городской застройки исключают блокирование их обломками зданий;

– технологической и социальной эффективностью. В первую очередь вместимость и безопасность. Возможность размещения (восстановления) герметизирующих устройств, источников тока, вентиляционных установок для проветривания с минимальными затратами.

### **Список литературы:**

1. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

2. Гражданская оборона / Под общ. ред. Пучкова В.А.; Изд-во МЧС России. – М.: 2014. С. 499

3. Использование подземного пространства. Учеб, пособие для вузов. – М.: Изд-во Архитектура-С, 2004. С.296.

4. Мостков В.М. Подземные сооружения: Конспект лекций. – М.: Изд-во МГСУ, 1998.

5. Постановление правительства РФ № 1309, от 18 июля 2015 г. № 737 «О внесении изменений в Порядок создания убежищ и иных объектов гражданской обороны».

6. Прохоров Н.И., Моисеев В.А. Использование подземного пространства в инженерно-геологических условиях г. Тулы// Известия ТулГУ. Науки о земле. 2014. Вып. 1. С. 61-64.

7. Бомбоубежища, убежища ГО | KFSS <http://kfss.ru/index.php/objekts/97-bombari>

8. Свод правил СП 88.13330.2011 "СНиП II-11-77 "Защитные сооружения гражданской обороны" (утв. приказом Минстроя России от 18.02.2014 № 59/пр).

9. Приказ МЧС России от 15.12.2002 № 583 (ред. от 03.04.2017) «Об утверждении и введении в действие Правил эксплуатации защитных сооружений гражданской обороны» (раздел VI «Приведение защитных сооружений в готовность к приему укрываемых» Правил эксплуатации защитных сооружений гражданской обороны).

10. Попов Н.Н., Расторгуев Б.С.. Вопросы расчета и конструирования специальный сооружений. М.: Изд-во Стройиздат, 1980. – С.190.

11. Макишин В.Н., Козлов П.Г., Федюк Р.С., Мочалов А.В., Панарин И.И., 2018

12. А.В. Корчак, Проблемы, направления и пути решения задач освоения подземного пространства мегаполисов. УДК 622.228, 2014. – С. 90

13. Федюк Р.С., Жередиц Ю.С. Разработка стеновой конструкции // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2014. № 4 (10). С. 21-25.

14. Федюк Р.С., Смоляков А.К., Тимохин Р.А. Строительные материалы для войсковой фортификации // XVIII Всероссийская научно-практическая

конференция молодых ученых, аспирантов и студентов в г. Нерюнгри, с международным участием, посвященной 25-летию со дня образования Технического института (филиала) СВФУ Материалы конференции. Секции 1-3. 2017. С. 109-113.

15. Лесовик В.С., Федюк Р.С. Бетоны с пониженной проницаемостью на сырьевых ресурсах Дальнего Востока // Современные строительные материалы, технологии и конструкции Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО "ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова". Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова» (ФГБОУ ВПО «ГГНТУ»), г. Грозный. 2015. С. 440-448.

**Степин Вячеслав Игоревич, Копылов Виктор Евгеньевич**

## **СТРОИТЕЛЬСТВО ДЕРЕВЯННЫХ, СПЛОШНЫХ И КОЛЕЙНЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОДОРОГ**

*Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук, г. Якутск*

*Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток*

**Аннотация:** Для обеспечения временного проезда в условиях залесённой и болотистой местности эффективны покрытия с применением дерева. В зависимости от конструкции и вида применяемых материалов различают покрытия сплошные и колейные. Для устройства сплошных покрытий применяют выстилки из хвороста и фашин, настилы из жердей, накатника или брёвен. Ширина проезжей части таких дорог изменяется от 4,5 м для одностороннего движения до 7,0 м для двухстороннего. Покрытия колейного типа устраивают из брёвен, брусьев или заранее изготовленных укрупнённых элементов (дошчатых щитов, лежней, колесоотбоев).

**Ключевые слова:** автодороги, покрытия, дорожные одежды..

Выделяют четыре типа конструкций сплошных покрытий с выстилками из хвороста (рис. 1). Хворостяную выстилку толщиной 0,10-0,15 м желательнее укладывать при песчаных грунтах земляного полотна, в сухой период года. На суглинистых грунтах с обеспеченным водоотводом хворостяную выстилку устраивают как временное покрытие, по которому устраивают более прочные слои, например, из гравийно-песчаных материалов.

В процессе производства работ хворост укладывают на выровненное земляное полотно или поперёк лежней: первая полоса комлями наружу, вторая по первой полосе с перекрытием половины длины ветвей, третья с перекрытием

половины второй и т.д. На слабых грунтах толщину слоя хвороста принимают 0,15-0,25 м, на торфяных болотах - 0,30 м.

Уложив хворост, устанавливают прижимы — длинные брёвна, скрепляя их с лежнями или (при укладке без лежней) прикрепляя их кольями или небольшими свайками к грунту. После установки и закрепления прижимов необходимо уплотнить уложенный хворост и уложить песчано-глинистый или гравелистый грунт слоем 0,10-0,15 м.

При устройстве фашинной выстилки технологический процесс включает следующие операции: забивка сваяк по краям фашинного тюфяка для закрепления трассы; вырубка кустарника, валка леса, корчёвка пней; планировка поверхности земляного полотна; укладка лежней; размещение нижнего ряда фашин с засыпкой его слоем торфа; укладка верхнего ряда фашин; размещение и крепление по краям проезжей части прижимных брёвен; отсыпка слоя торфа толщиной 0,10 м для предохранения от просыпания вниз слоя покрытия из грунта; распределение грунта в покрытии с последующим его уплотнением.

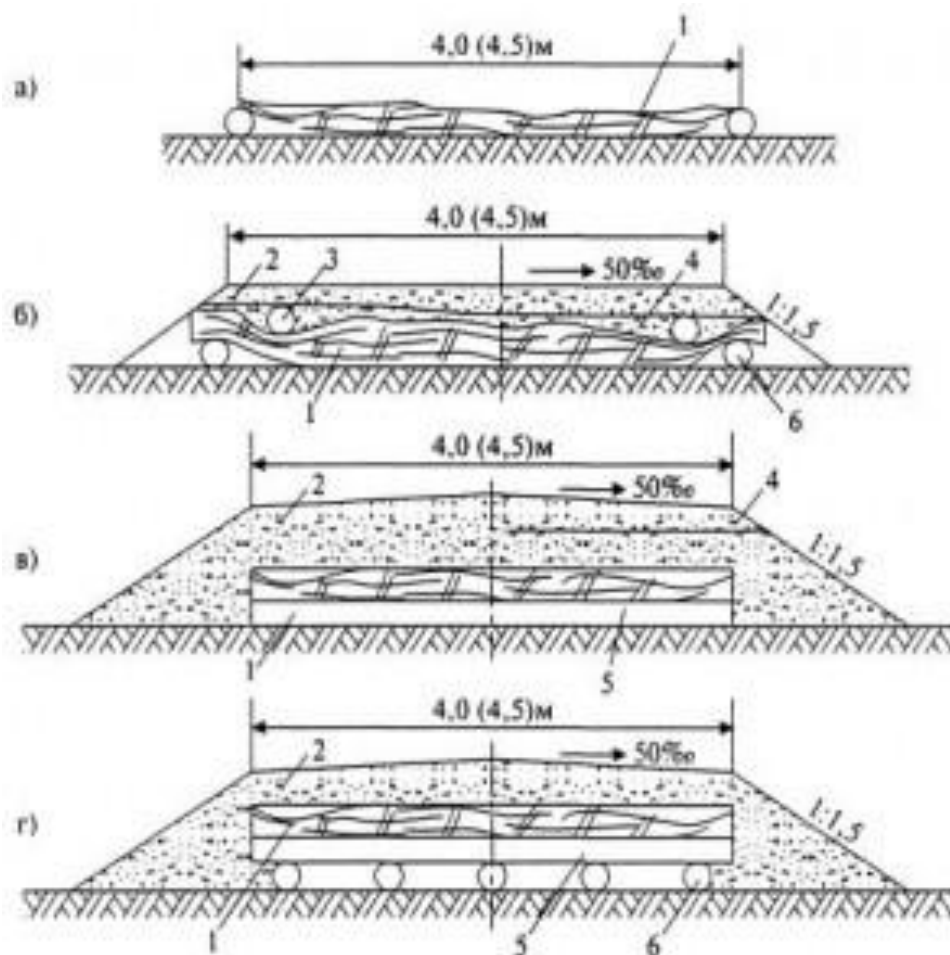


Рис. 1. Поперечные профили дорожных конструкций с выстилками из хвороста: а — при первом типе местности по увлажнению и хорошо дренирующим грунтах; б — при втором типе местности по увлажнению в сухой период года; в — при третьем типе местности по увлажнению; г — при третьем типе местности на заболоченных участках: 1 — хворостяная подушка; 2 — песок; 3 — продольные лежни верхнего яруса; 4 — гравийно-песчаная смесь; 5 — поперечные лежни; 6 — продольные лежни нижнего яруса

Настилы можно устраивать из жердей диаметром 0,10-0,12 м, укладываемых сплошным рядом поперёк дороги на предварительно спланированное и усиленное продольными лежнями грунтовое основание. Лежни укладывают на поверхности земли на расстоянии 0,50-0,75 м один от другого, стыками вразбежку, с запуском концов на 0,75 м.

По краям жердяного настила, над крайними лежнями, укладывают прижимы диаметром 0,12-0,15 м, которые соединяют с лежнями проволокой или скобами. Поверхность жердяного настила засыпают песчаным, гравелистым или песчано-гравелистым грунтом. Слой грунта на жердевом настиле способствует улучшению условий движения автомобилей.

Бревенчатые настилы более совершенны по сравнению с отмеченными для пропуска автомобилей. Такие покрытия устраивают из брёвен диаметром 0,14-0,18 м. Их конструкция включает продольные лежни и поперечный или косой настил с уложенными по краям колесоотбоями (рис. 2).

Расстояние между продольными лежнями составляет 0,75-1,0 м и зависит от толщины элементов настила и качества грунта. Проезжую часть грунтом не засыпают, так как ровность покрытия достигают подгонкой и отёсыванием брёвен.

Колейными называют покрытия, имеющие проезжую часть в виде двух отдельных полос (колесопроводов), собранных из брёвен, брусьев или пластин и уложенных параллельно оси дороги.

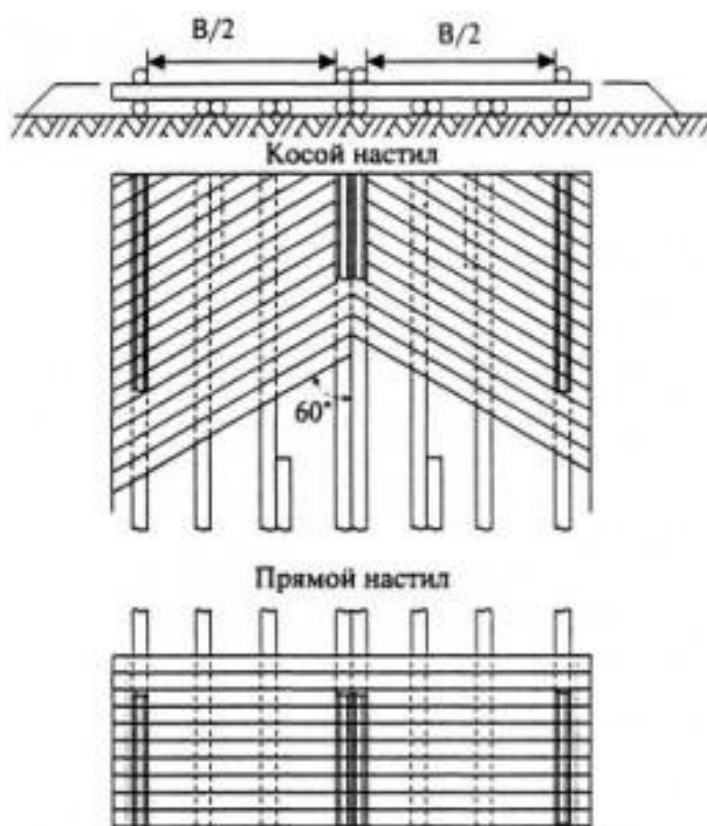


Рис. 2. Конструкция покрытия со сплошным бревенчатым настилом:  
В – ширина проезжей части



Колейные покрытия бывают стационарного и сборного типов. Покрытия стационарного типа состоят из брёвен-шпал диаметром 0,20 м, укладываемых поперёк двух колесопроводов из брёвен диаметром 0,18-0,20 м и колесоотбоев диаметром 0,22 м. К сборным относят покрытия, собираемые из укрупнённых элементов.

Существуют различные способы крепления колесопроводов к брёвнам-шпалам, укладываемым по земляному полотну: фризное, шпонками, накладками, вырубкой «ласточкин хвост». Колейное покрытие с креплением «ласточкин хвост» показано на рис. 3.

Крепление колесопроводов в этом случае осуществляют за счёт устройства выреза в бревне-шпале в форме трапеции. Сборку колесопроводов производят в следующей последовательности: в косые вырезы бревна-шпалы вначале укладывают подтёсанные элементы колесопроводов, затем остальные; средний элемент колесопровода укладывают последним, так как он служит замком, расклинивающим остальные элементы колесопровода в вырезе «ласточкин хвост». Скрепление расклинивающего элемента производят нагелями. При этом типе скрепления колесопроводов обеспечивается наибольшая простота конструкции всего покрытия с наименьшим количеством основных элементов [1-2].

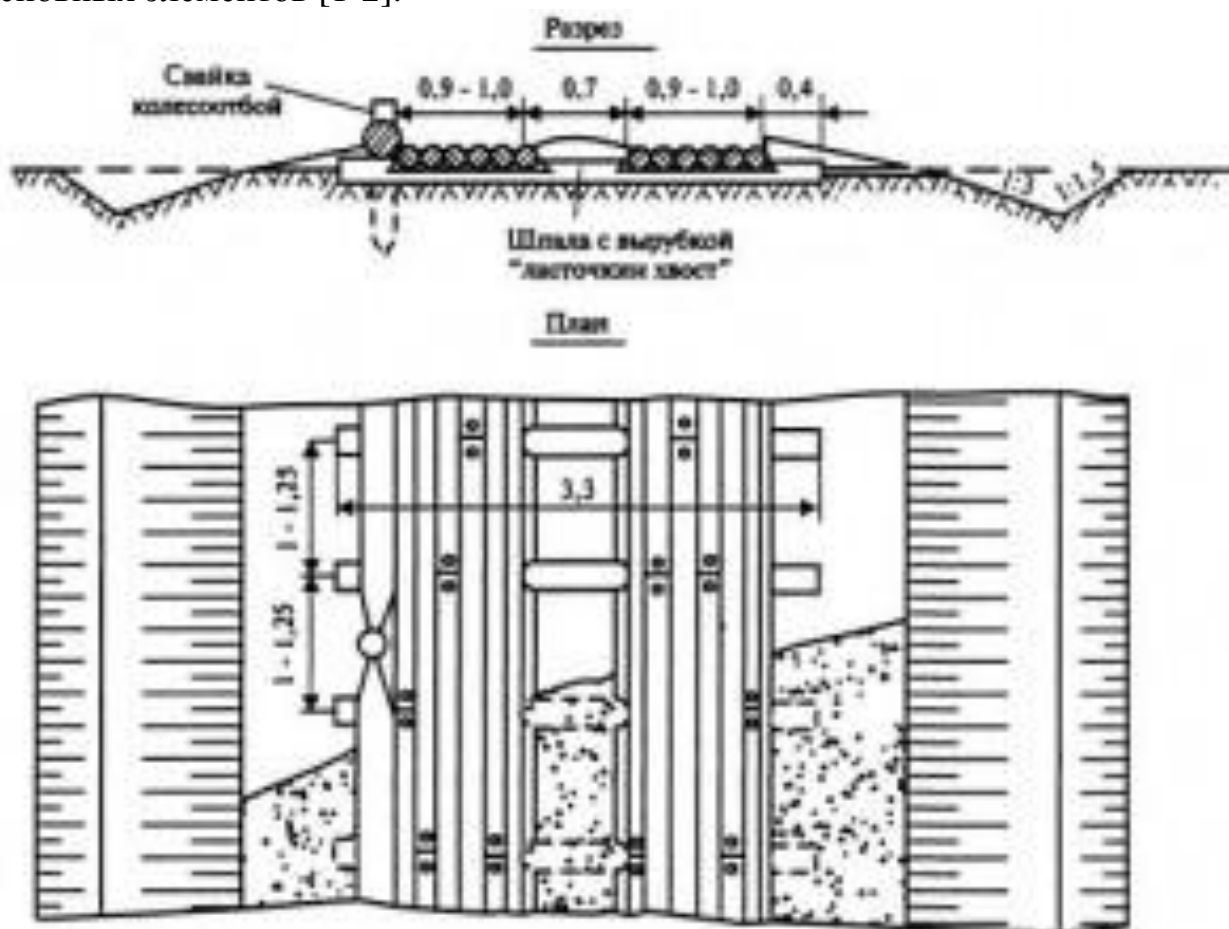


Рис. 3. Конструкция колеевого покрытия с вырубкой бревен-шпал «ласточкин хвост»

Колейные покрытия сборного типа применяют главным образом для временного и быстрого укрепления слабых участков дорог. Их разделяют на жёсткие и гибкие. К жёстким относят бревенчатые и дощатые щиты, к гибким - коврики или маты из хвороста, жердей, досок или брусков. Жёсткая конструкция покрытия сборного типа представлена на рис. 4.

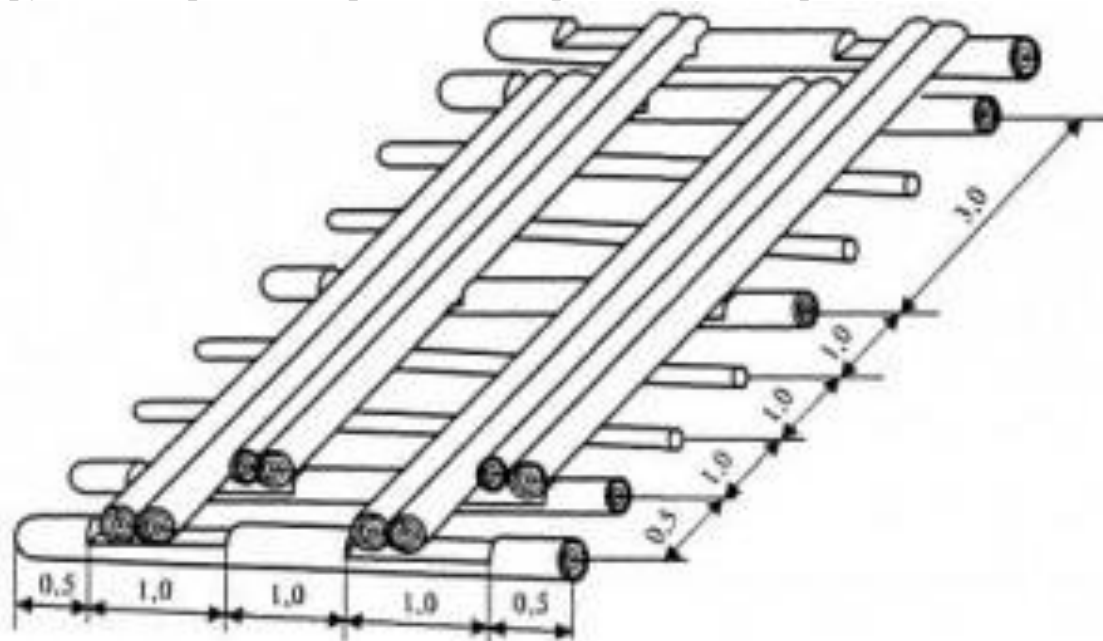


Рис. 4. Конструкция из бревенчатых щитов для автопоездов

Бревенчатые щиты изготавливают из круглого леса длиной 6,5 м и диаметром 0,24 м. Брёвна в щите плотно спарены и крепятся двумя болтами. Снижение трудоёмкости строительства kolejных покрытий сборного типа достигают за счёт многократного применения бревенчатых щитов, изготавливаемых на специальных площадках непосредственно у трассы дороги (табл. 1).

Таблица 1

Экономия деловой древесины за счёт многократного применения бревенчатых щитов на участках дорог с неблагоприятными грунтово-гидрологическими условиями

Элементы покрытий	Расход древесины, м <sup>3</sup> на строительство 1 км покрытия	
	при однократной укладке	после пяти перекладок колесопроводов и двух перекладок шпал
Шпалы замковые	230	115
Подшпальники	100	50
Колесопроводы	360	72
Продольные лежни	100	100
Поперечные лежни	50	до 200
Итого	840	537

Гибкие колейные покрытия сборного типа из бруса имеют некоторые преимущества по сравнению с жёсткими бревенчатыми. У них ровная ездая поверхность и нижняя постель, поэтому отсутствует необходимость в тщательной ручной подгонке щита к шпале при укладке. Заготовки из бруса позволяют собирать щит с более высокой степенью механизации работ (рис. 5).

Для покрытий дорог изготавливают несколько типов конструкций деревянных щитов, характеристика которых приведена в табл. 2.

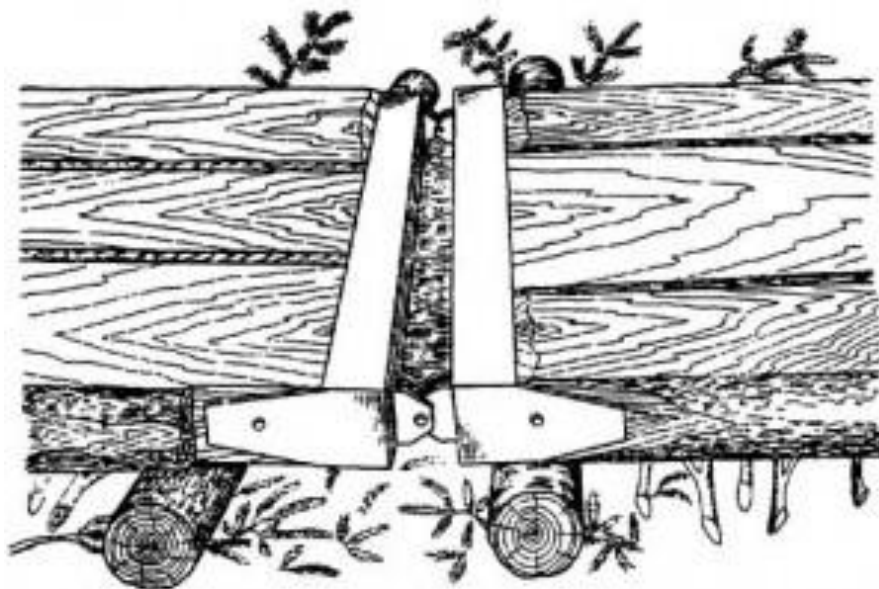


Рис. 5. Гибкое щитовое покрытие

Таблица 2

Характеристика щитовых гибких колейных покрытий сборного типа

Параметры щитовых покрытий	Типы щитов			
	6-метровые без оголовников	ЛВ-11	нагельные	С полушпалами длиной 4,5 м
Габаритные размеры, м	6,0×1,0×0,18	6,1×1,1×0,18	6,0×1,0×0,20	4,5×1,0×0,16
Масса щита, кг	830	880	900	740
Необходимое число щитов на 1 км дороги	334	328	334	445
Расход материалов для изготовления щитов на 1 км дороги:				
<u>в круглом виде</u>				
древесины, м	<u>422</u>	<u>422</u>	<u>458</u>	<u>447</u>
из двухкантного бруса	345	345	371	409
в том числе лиственной	-			<u>226</u> 203
Металлопроката, т	1,2-2,8	13	0-4,4	2,9

## Список литературы:

1. Лесовик В.С., Федюк Р.С. Повышение непроницаемости фибробетонов на композиционном вяжущем.- Белгород, 2016.
2. Muravyov A.S., Fediuk R.S. Implementation of renewable energy sources for power supply // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность Материалы трудов XXI Всероссийской научно-технической конференции. В 2 томах. 2015. С. 32-35.

**Овчинникова Екатерина Владимировна, Шевцова Елизавета Викторовна**

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ С ПЕРЕМЕННОЙ НАГРУЗКОЙ**

*Балаковский инженерно-технологический институт,  
филиал НИЯУ МИФИ*

*Научный руководитель: Марьина Надежда Леонидовна, к.т.н., доцент*

**Аннотация:** Чтобы коренные и шатунные подшипники в дизелях работали в надежном гидродинамическом режиме, давление в масляном слое должны уравнивать внешние нагрузки при сохранении такой толщины слоя, которая бы исключила возможность сухого трения между поверхностями шейки и подшипника. В этой работе приводятся результаты исследований, позволяющие получить информацию общей значимости относительно поведения подшипников на работающих двигателях.

**Ключевые слова:** коренные и шатунные подшипники скольжения, масляная пленка, гидродинамический режим работы, моделирование при различных нагрузках.

Для подшипников двигателя внутреннего сгорания, подверженных переменным по направленности и величине нагрузкам, существуют методы исследования, выполняемые с помощью компьютерных расчетов. Благодаря компьютерному моделированию становится возможным изучение поведения масляного слоя этих подшипников теоретическим путем, путем определения траектории перемещения шейки и толщины масляного слоя.

С помощью соответствующих методов и средств измерения можно и экспериментальным путем проверить образование масляного слоя и гидродинамическое поведение подшипников.

Установив эксплуатационные характеристики двигателя и величины давления продувочного воздуха, давления выпуска, давления в конце сжатия и максимального давления в цилиндре, – определяют теоретическим путем цикл двигателя, то есть зависимость кривой давления от угла поворота кривошипа, пользуясь непосредственно значениями давления зафиксированного цикла.

Однако на стадии проектирования двигателя, когда параметры цикла еще не известны, компьютерное моделирование приобретает большое значение, позволяя легко исследовать работу подшипников при различных режимах нагрузки.

Исходя из известных давлений внутри цилиндра и на основе геометрических характеристик двигателя (скорости вращения, расположения кривошипов, последовательности зажигания, величин и расположения масс вращающихся, возвратно-поступательно движущихся и уравнивающих) компьютерное моделирование позволяет рассчитать зависимость от угла поворота кривошипа результирующей нагрузкой на коренные и шатунные подшипники, ее компоненты по двум декартовым осям и углового направления относительно подшипника или шейки. Эти величины автоматически могут быть записаны в графическом виде. Наиболее показательной является полярная диаграмма нагрузки относительно подшипника.

Что касается нагрузки на подшипники, то, учитывая, что коленчатый вал – это балка на нескольких опорах, подверженных упругим деформациям, причем при наличии зазоров – эта нагрузка будет зависеть от схематизации системы вал-подшипник.

В программе заложено три возможности:

- вал статически определимый, построенный на гипотезе, что каждая опора представляет собой шарнир. Это равносильно расчету с учетом только тех сил, которые действуют на два пролета, прилагающие к рассматриваемому подшипнику;

- вал статически неопределимый, представляющий собой балку на несколько бесконечно жестких опорах, без зазора;

- вал статически неопределимый на упругих опорах, с наличием зазоров.

Как правило, применяется первая гипотеза, являющаяся более простой и дающая результаты достаточно достоверные для практических целей, когда целью расчета является сравнительный анализ различных подшипников для различных решений одного и того же подшипника и что сравнение в любом случае будет возможным, если за основу берется одна и та же гипотеза.

В дальнейшем будут делаться ссылки на нагрузки, определенные на основе этой гипотезы.

Определим параметры кривой перемещения шейки коленчатого вала и минимальную толщину масляного слоя. По кривой нагрузок, исходя из известных геометрических характеристик подшипника, рабочих зазоров и вязкости масла, программа определяет для каждого значения угла поворота кривошипа толщину масляного слоя, который образуется между поверхностями шейки и подшипника, и, следовательно, траекторию перемещения шейки.

Величина смазочного слоя определяется на основе гидродинамической теории смазки, путем решения дифференциального уравнения Рейнольдса в его наиболее общей формуле, описывающей поведение давления смазочного слоя для переменных по направленности и величине нагрузок; при этом принимаются некоторые упрощенные гипотезы:

- вязкость масла постоянна во всем смазочном слое;
- несжимаемость масла;
- округлость шейки и подшипника;
- параллельность осей шейки и подшипника.

Из уравнения Р. Рейнольдса следует, что гидродинамические давления возникают в силу двух эффектов:

- эффект увлечения масла, что является результатом движения, складывающегося из вращения шейки вокруг своей оси и оси подшипника (клиновой эффект);

- эффект вытеснения масла по причине радиальных перемещений шейки.

Совокупность этих двух эффектов приводит к распределению давлений в смазочном слое, благодаря чему происходит непрерывное уравнивание прилагаемых внешних сил и создается гидродинамическая опора подшипника.

По методу Д. Холланда, на котором строится на расчетный способ, эти два эффекта рассматриваются отдельно, и за гидродинамическую опору принимается результирующая двух разных гидродинамических опор: опора как клиновой эффект  $P_D$  и опора как эффект вытеснения  $P_V$ .

Опора  $P_V$ , являющаяся эффектом вытеснения из-за радиального движения шейки, действует по причинам симметрии по прямой, которая определяет минимальную толщину смазочного слоя (сопрягающая центра шейки и центра подшипника). Что же касается опоры  $P_D$ , являющейся результатом клинового эффекта, то она сдвинута на переменный угол  $\beta$  и является для данного подшипника функцией эксцентриситета. Условие равновесия между внешней нагрузкой и гидродинамическими опорами позволяет определить систему двух дифференциальных уравнений первого порядка, решение точка за точкой которых определяет величину эксцентриситета шейки и его направление относительно оси подшипника.

Исследуем нагрузки на шатунный подшипник. Траектория перемещения шейки для двух условий такова:

- подшипник с маслораспределительной канавкой по всей окружности;
- подшипник без маслораспределительной канавки.

На полярной диаграмме нагрузок хорошо видны пик нагрузки, который имеет место при максимальном давлении в цилиндре и действует на верхнюю часть подшипника, а также эффект сил инерции, представленных на диаграмме эллиптической кривой.

Интересно отметить, что, судя по траектории движения шейки, минимальная толщина смазочного слоя, соответствующая верхней части подшипника, обнаруживается, тем не менее, не в тот момент, когда действует максимальная нагрузка, а тогда, когда действуют преимущественно силы инерции.

Это происходит два раза за цикл, на стадии выпуска и на стадии сжатия, при углах поворота кривошипа в пределах примерно от  $180^\circ$  до  $260^\circ$  и от  $540^\circ$  до  $620^\circ$  соответственно. Это говорит о том, что подшипник не может быть соразмерен только на основе максимальной нагрузки, так как в таком случае не

был бы принят в расчет момент наиболее критический нормальной работы подшипника.

Из сравнения двух графиков, следует, что при равной нагрузке наличие кольцевой канавки значительно уменьшает опору подшипника, ибо, как показало сравнение, минимальный смазочный слой подшипника без канавки в 5 раз больше [1].

Исследование шатунного подшипника среднеоборотного дизеля для двух различных значений рабочего зазора показывает, что в обоих случаях, минимальная толщина смазочного слоя обнаружится не в соответствии с максимальной нагрузкой, а на фазах сжатия и выпуска [2].

Из сравнения траекторий движения шейки, определенных для различных величин зазора, при условии постоянства температуры и вязкостью масла, - явствует, что толщина смазочного слоя уменьшается, по мере увеличения зазора [3].

При рассмотрении становится очевидной та связь, которая существует между эксцентриситетом шейки и эффективной скоростью:

- зоны минимальной толщины смазочного слоя (эксцентриситет максимальный) приближенно соответствуют тем зонам, где эффективная скорость минимальна и остается на некотором участке близкой к нулю;

- увеличение эффективной скорости соответствует с некоторым сдвигом резкое увеличение толщины смазочного слоя [4-5].

Проводим некоторые результаты измерений, позволявшие не только определить относительные перемещения шеек и подшипников, но и получить информацию о деформации подшипников. Эти изменения проводились на двигателе при работе вхолостую и при 100%-ной нагрузке, на режиме вращения вала 125 об/мин. На результатах испытаний хорошо видно, что движения горизонтальных и вертикальных датчиков не одинаковы. Это говорит о деформируемости гнезда подшипника.

#### **Список литературы:**

1. Лесовик В.С., Федюк Р.С. Повышение непроницаемости фибробетонов на композиционном вяжущем.- Белгород, 2016.

2. Muravyov A.S., Fediuk R.S. Implementation of renewable energy sources for power supply // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность Материалы трудов XXI Всероссийской научно-технической конференции. В 2 томах. 2015. С. 32-35.

3. Отдельнов Л.Н., Федюк Р.С. Состав для инъекционного закрепления просадочных грунтов // СТРОИТЕЛЬСТВО-2016 Материалы II Брянского международного инновационного форума. Редакционная коллегия: Лукутцова Н.П., Прокуров М.Ю., Сеньющенков М.А.. 2016. С. 103-107.

4. Батаршин В.О., Федюк Р.С., Козлов П.Г. Комплексная оценка охраны воздушной среды в горном деле // СТРОИТЕЛЬСТВО-2016 Материалы II Брянского международного инновационного форума. Редакционная коллегия:

Городков А.В., Мевлидинов З.А., Потапенко О.С., Сенющенков М.А. - 2016. С. 11-15.

5. Феделеш С.Ю., Федюк Р.С., Сыромятникова И.С., Злобин Д.А. Исследование морфологических особенностей микроструктуры высокоплотного бетона с помощью РЭМ // Эффективные строительные композиты Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук Баженова Юрия Михайловича. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2015. С. 686-689.

**Тимохин Роман Андреевич, Христофорова Александра Афанасьевна**

## **СПОСОБЫ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВ**

*научный сотрудник лаборатории материаловедения Института проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской Академии наук, г. Якутск  
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток*

**Аннотация:** Закрепление грунтов заключается в искусственном преобразовании строительных свойств грунтов в условиях их естественного залегания разнообразными физико-химическими методами. В процессе закрепления между частицами грунта возникают прочные структурные связи за счет инъектирования в грунт и последующего твердения определенных реагентов. Это обеспечивает увеличение прочности грунтов, снижение их сжимаемости, уменьшение водопроницаемости и чувствительности к изменению внешней среды, особенно влажности.

**Ключевые слова:** цементация, закрепление, грунт, горное дело.

Цементация грунтов. Этот метод применяют для упрочнения насыпных грунтов, галечниковых отложений, средних и крупнозернистых песков при коэффициенте фильтрации упрочняемых грунтов  $K_f$  более 80 м/сут. (определяется прибором). Цементационный раствор обычно состоит из цемента и воды при водоцементном отношении 0,4:1,0.

Для цементации грунтов применяют забивные инъекторы или инъекторы-тампоны, опускаемые в пробуренные скважины. Инъекторы представляют собой трубу диаметром 25-100 мм, снабженную перфорированным звеном длиной 0,5-1,5 м. После погружения инъектора в грунт или скважину в трубу под давлением подается чистая вода и скважина промывается. Затем через трубу нагнетается цементный раствор, который, проникая в грунт, цементирует его. В материалах XII Международного конгресса по механике грунтов и фундаментостроению (Рио-де-Жанейро, 1989) как перспективные предложены смеси типа «Активол», в состав которых входят: цемент, бентонит, силикатная и минеральная добавки. Основными преимуществами смеси являются



отсутствие загрязнения окружающей среды, возможность использования многих типов цемента, высокая подвижность при коротком времени схватывания.

Силикатизация грунтов. Применяют для химического закрепления песков с коэффициентом фильтрации от 0,5 до 80 м/сут, макропористых просадочных грунтов с коэффициентом фильтрации от 0,2 до 2,0 м/сут и отдельных видов насыпных грунтов. Сущность метода заключается в том, что в грунты нагнетается силикат натрия в виде раствора (жидкое стекло), которым заполняется поровое пространство и при наличии отвердителя образуется гель, твердеющий с течением времени.

Песчаные грунты с коэффициентом фильтрации 2-80 м/сут закрепляются двухрастворным способом силикатизации, разработанным Ржаницыным Б.А. Способ заключается в следующем. В грунт погружаются инъекторы, представляющие собой трубы диаметром 38 мм с нижним перфорированным звеном длиной 0,5-1,5 м. Через инъекторы в грунт нагнетается раствор силиката натрия под давлением до 1,5 МПа. Через соседнюю трубу нагнетают раствор хлористого кальция. Инъекторы погружаются попарно на расстоянии 15-25 см друг от друга. Иногда оба раствора поочередно нагнетаются через один и тот же инъектор. Раствор силиката натрия вводится в грунт заходками 1 м по глубине при погружении инъектора. Затем такими же заходками, но уже в процессе извлечения инъектора производится нагнетание второго раствора. Радиус закрепления грунта составляет 30-100 см. Процесс гелеобразования протекает очень быстро. После полного твердения геля, на что требуется 28 дней, закрепленный песчаный грунт приобретает прочность на одноосное сжатие 2-5 МПа.

При закреплении мелких песков и плывунов, имеющих коэффициент фильтрации в пределах 0,5-1,0 м/сут, в грунт нагнетается подготовленный заранее гелеобразующий раствор, представляющий собой смесь растворов крепителя и отвердителя. Варьируя состав отвердителя, можно регулировать в широких пределах (от 20-30 мин до 10-16 ч) время гелеобразования. Для обеспечения необходимого радиуса закрепления в малопроницаемых грунтах применяются рецептуры с большим временем гелеобразования.

Прочность гелей кремниевой кислоты по однорастворным рецептурам невелика. Закрепленные ими пески и плывуны приобретают прочность на одноосное сжатие порядка 0,2 МПа, за исключением кремнефторсиликатной рецептуры, придающей прочность до 2-4 МПа, и силикатно-органических рецептур.

Для сплошного закрепления массива грунта инъекторы располагают в шахматном порядке.

Смолизация. Метод закрепления грунтов смолами получил название смолизации. Сущность его заключается во введении в грунт высокомолекулярных органических соединений типа карбамидных, фенолформальдегидных и других синтетических смол в смеси с отвердителями-кислотами, кислыми солями.

Через определенное время в результате взаимодействия с отвердителями смола полимеризуется. Обычное время гелеобразования 1,5-2,5 ч при времени упрочнения до 2 сут. Метод смолизации рекомендуется для закрепления сухих и водонасыщенных песков с коэффициентом фильтрации 0,5-25 м/сут. Прочность на одноосное сжатие закрепленного карбамидной смолой песка колеблется в пределах 1-5 МПа и зависит в основном от концентрации смолы в растворе.

Организация работ по закреплению грунтов смолами аналогична организации работ по силикатизации. Радиус закрепленной области основания составляет 0,3-1,0 м в зависимости от коэффициента фильтрации песка. Метод относится к числу дорогостоящих.

В последние годы появились работы о возможности создания нетоксичных либо слаботоксичных составов для закрепления грунта с использованием карбамидных смол. Указывается, что при соблюдении предлагаемых технологически сложных приемов можно снизить канцерогенность этих смол. В связи с усиленным вниманием к охране окружающей среды необходимо более строго подходить ко всем рекомендуемым «универсальным» химическим реагентам.

Глинизация и битумизация. Глинизацию применяют для уменьшения водопроницаемости песков. Технология глинизации заключается в нагнетании через инъекторы, погруженные в песчаный грунт, водной суспензии бентонитовой глины. Глинистые частицы, выпадая в осадок, заполняют поры песка, в результате чего его водопроницаемость снижается на несколько порядков.

Битумизацию применяют в основном для уменьшения водопроницаемости трещиноватых скальных пород. Метод сводится к нагнетанию через скважины в трещиноватый массив расплавленного битума или специальных битумных эмульсий. При этом происходит заполнение трещин и пустот, и массив становится практически водонепроницаемым.

Электрохимическое закрепление грунтов. Метод применяют для закрепления водонасыщенных пылевато-глинистых грунтов в сочетании с электроосмосом. В этом методе через аноды в грунт подают водные растворы солей многовалентных металлов, которые, соединяясь с глинистым грунтом, коагулируют глинистые частицы. Создаются глинистые агрегаты, сцементированные между собой гелями солей железа и алюминия. При этом прочность грунтов существенно возрастает, резко снижается их способность к набуханию.

Напряжение тока при электрохимическом закреплении составляет 80-100 В, плотность тока 5-7 А/м<sup>2</sup>, расход энергии 60-100 кВтч на 1 м<sup>3</sup> закрепляемого грунта.

Химическое закрепление грунтов позволяет успешно решать многие задачи реконструкции при достаточно сложных инженерно-геологических условиях.

Термическое закрепление грунтов. Применяют для упрочнения маловлажные пылевато-глинистые грунты, обладающие газопроницаемостью. Наиболее часто этот метод используется для устранения просадочных свойств макропористых лессовых грунтов. Глубина закрепляемой толщи достигает 20 м.

Сущность метода термической обработки заключается в том, что через грунт в течение нескольких суток пропускают раскаленный воздух или раскаленные газы. Под действием высокой температуры отдельные минералы, входящие в состав скелета, оплавляются. В результате этого образуются прочные водостойкие структурные связи между частицами и агрегатами грунта. Кроме того, при обжиге грунты теряют значительную часть химически связанной воды, что изменяет свойства грунтов и уменьшает или полностью ликвидирует просадочность, размокаемость, способность к набуханию.

Температура газов, которыми производится обработка грунта, не должна превышать 750-850°C. Если температура газов окажется выше, стенки скважин оплавляются и становятся газонепроницаемыми. При температурах ниже 300°C ликвидации просадочности лессов не происходит.

Метод предварительного замораживания грунтов применяется при откопке котлованов, опускных колодцев, проходе шахтных стволов и тоннелей в водонасыщенных плавунных грунтах. К достоинствам метода относятся: полное устранение водопритока и исключение опасности прорыва плавуннов; к недостаткам - трудность разработки мерзлого грунта, высокая стоимость замораживания, отрицательная температура в забое.

Для охлаждения и замораживания грунта пробуриваются скважины, которые оборудуются замораживающими колонками. По питающей трубе диаметром 25-50 мм в колонку подается охлаждающий раствор. Поднимаясь по внешней трубе диаметром 100-114 мм, он отнимает теплоту у грунта. В качестве охлаждающего раствора чаще всего применяется водный раствор (рассол) хлористого кальция с плотностью 1,23-1,25 г/см<sup>3</sup>, температура замерзания которого равна – 28-35 °С.

#### **Список литературы:**

1. Лесовик В.С., Федюк Р.С. Повышение непроницаемости фибробетонов на композиционном вяжущем.- Белгород, 2016.
2. Muravyov A.S., Fediuk R.S. Implementation of renewable energy sources for power supply // Энергетика: эффективность, надежность, безопасность Материалы трудов XXI Всероссийской научно-технической конференции. В 2 томах. 2015. С. 32-35.
3. Отдельнов Л.Н., Федюк Р.С. Состав для инъекционного закрепления просадочных грунтов // СТРОИТЕЛЬСТВО-2016 Материалы II Брянского международного инновационного форума. Редакционная коллегия: Н.П. Лукутцова, М.Ю. Прокуров, М.А. Сенющенков. 2016. С. 103-107.
4. Батаршин В.О., Федюк Р.С., Козлов П.Г. Комплексная оценка охраны воздушной среды в горном деле // СТРОИТЕЛЬСТВО-2016 Материалы II

Брянского международного инновационного форума. Редакционная коллегия: Городков А.В., Мевлидинов З.А., Потапенко О.С., Сеньющенков М.А. - 2016. с. 11-15.

5. Феделеш С.Ю., Федюк Р.С., Сыромятникова И.С., Злобин Д.А. Исследование морфологических особенностей микроструктуры высокоплотного бетона с помощью РЭМ // Эффективные строительные композиты Научно-практическая конференция к 85-летию заслуженного деятеля науки РФ, академика РААСН, доктора технических наук Баженова Юрия Михайловича. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2015. С. 686-689.

6. Fediuk R.S., Yushin A.M. The use of fly ash the thermal power plants in the construction // Materials Science and Engineering. 2015. № 93. С. 012070.

**Филиппова Алина Валерьевна**

## **АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК И ТЕХНИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК**

*Инженерная школа, кафедра судовой энергетики и автоматики  
Научный руководитель: Минаев Александр Николаевич, д.т.н., профессор*

**Аннотация:** Энергетическая установка представляет собой единый комплекс главных и вспомогательных механизмов, аппаратов, устройств и систем, в котором внутримолекулярная или внутриядерная энергия топлива, входящего в энергетический запас подводной лодки (ПЛ), преобразуется в тепловую, механическую или электрическую энергию и в требуемом виде передается потребителям. Этот единый комплекс предназначен для преобразования и распределения энергии топлива между потребителями в различных условиях использования оружия и других технических средств ПЛ.

**Ключевые слова:** энергетическая установка, подводная лодка, анаэробная энергетическая установка.

Рассматривая развитие подводных лодок и их энергетических установок, целесообразно охарактеризовать развитие основных показателей главных элементов дизель-электрических ЭУ и технических элементов ПЛ, обеспечиваемых ЭУ, за последние 100 лет.

За прошедшие 100 лет максимальные скорости и дальности плавания в подводном положении ПЛ возросли ~ в 4 раза.

Несмотря на то, что удельная энергия аккумуляторов за рассматриваемый период возросла в 2,5 раза, все же получение более высоких скоростей подводного хода при использовании АБ и электродвигателей весьма затруднительно из-за большой массы и малой удельной энергии аккумуляторов.

Мощность ГЭД на первых боевых ПЛ в 1905-1906 гг. составляла 88-102 кВт, а перед Великой Отечественной войной достигла 883 кВт, к началу 50-х гг. – 1987 кВт и только к 1960 г. возросла более значительно и достигла 4100 кВт. Таким образом, за рассматриваемый период мощность главных гребных электродвигателей возросла ~ в 70 раз.

Однако производный вес ГГЭД за рассматриваемый период уменьшился очень незначительно. Это объясняется слабым развитием качеств изоляционных и магнитных материалов, применением тихоходных электродвигателей и сравнительно низким рабочим напряжением.

Дальность плавания подводным экономическим ходом за рассматриваемый период увеличилась в ~ 18 раз.

Увеличение дальности плавания подводными ходами, также, как и увеличение скорости хода, явилось следствием увеличения, как размеров элементов аккумуляторной батареи, их числа и увеличения плотности электролита.

Но одновременно с этим увеличивалась и удельная энергия элементов главным образом за счет увеличения поверхности пластин при уменьшении их толщины.

Удельная масса ЭУ за почти 100 лет уменьшилась в 2,7 раза, а подводная энерговооруженность выросла в 4 раза.

Наибольшего интереса заслуживает ЭУ ПЛ проекта 877 тем, что в ней используются единый электрический двигатель.

Таблица 1

Массогабаритные показатели ЭУ ПЛ проекта 877 и некоторые ТТЭ

Наименование показателей и тактико-технических элементов	ПЛ проекта 877
Удельная масса ЭУ, кг/кВт	51
Мощностная насыщенность энергетических отсеков, кВт/м <sup>3</sup>	23
Подводная энерговооруженность, кВт/т	3,2
Полная подводная скорость, уз	18,8
Дальность плавания в подводном положении полным ходом, мили	17
Дальность плавания в подводном положении экономическим ходом, мили	379

ДЭЭУ ПЛ проекта 877, наряду с другими конструкторскими решениями, позволила снизить до требуемого уровня виброакустические характеристики ПЛ и превысить 18-уз рубеж полной подводной скорости.

Современные мировые тенденции развития подводного флота свидетельствуют о необходимости оснащения ПЛ анаэробными вспомогательными ЭУ мощностью от 100 до 300 кВт для улучшения скрытности одной из главных ТТХ ПЛ. По мнению специалистов, в скором времени дизельная ПЛ, не оснащенная такой установкой, не сможет в полной мере выполнять стоящие перед ней боевые задачи. Соответственно ПЛ, представляемые на экспорт, без анаэробных ЭУ не будут конкурентоспособны на мировом рынке. Сохранение передовых позиций России на рынке сбыта и расширение программ экспорта ПЛ в условиях жесткой конкурентной борьбы

возможно лишь при высоком уровне научно-технических разработок в направлении совершенствования анаэробных ЭУ. Вместе с тем использование в составе ВМС ПЛ с воздушно-независимыми энергоустановками (ВНУ) вместо ПЛ с традиционными ДЭЭУ экономически выгодно, так как благодаря значительному повышению боевой эффективности позволяет сократить количество ПЛ.

Текущее состояние этих работ соответствует возможности создания ПЛ с гибридными ЭУ, в состав которых входят традиционные ДЭЭУ (ДГУ и АБ) и вспомогательные ЭУ, не зависящие от атмосферного воздуха.

Имеют место несомненные успехи в создании дизелей по замкнутому циклу (Германия, Голландия, Англия, Италия), двигателей Стирлинга (Швеция), газодинамических турбин (Франция), которые прошли испытания и запущены в серийное производство. Однако каких бы успехов ни достигли конструкторы в науке и технологии, никогда в установках этого типа не будут достигнуты 100 % безопасность и сколько-нибудь заметное снижение шумности. Необходимость подачи кислорода в механические установки с вращающимися, вибрирующими, двигающимися элементами в близком соседстве с маслом, топливом, силовым электрооборудованием, а также сложность обслуживания установок в условиях реального плавания (тем более в боевой обстановке) всегда будут таить в себе опасность.

Альтернативной этим трем направлениям является создание АНЭУ на основе топливных элементов (ТЭ) с прямым преобразованием химической энергии в электрическую.

Анаэробная энергетическая установка с топливными элементами (или электрохимический генератор) имеет достаточно высокий КПД (70-75 % против 20-30 % для традиционных энергоустановок), практически бесшумна, легко регулируется по мощности, имеет низкий уровень температур и значительно меньшее количество отводимого тепла, не имеет выхлопа и экологически чистая. Кроме того, высокая энергоемкость позволяет почти в 10 раз увеличить дальность непрерывного подводного плавания (по сравнению с дальностью плавания ПЛ с традиционной ДЭЭУ).

Главным же достоинством такой установки является ее более высокая безопасность, так как весь процесс ее функционирования проходит статически, установка не имеет вращающихся элементов. Это создает условия для надежного удержания утечек кислорода и водорода. Отсек с энергетической установкой полностью автоматизирован, герметичен, установка во время плавания подводной лодки функционирует без присутствия личного состава.

В основу действия ЭУ с ЭХГ заложен принцип прямого преобразования химической энергии реакции топлива и окислителя в электрическую (без промежуточного превращения химической энергии в тепловую и соответствующих неизбежных потерь, определяемых принципом Карно, и присущих всем тепловым двигателям). Реакция превращения происходит в ТЭ.

Рабочие характеристики анаэробных установок различных типов

Параметр	ЭУ с ЭХГ	ДЗЦ	Двигатель Стирлинга	ПГТУ
КПД, %	до 75	около 30	30 - 44	20
Рабочая температура, °С	90	до 400	до 750	до 700
Рабочее давление, бар	2	5	около 18	60
Удельное потребление кислорода, кг/ кВт	0,4	0,75	1,0	1,1
Необходимость насоса для удаления выхлопа	нет	есть	на глубинах более 180 м	на глубинах более 600 м
Шум и вибрация (1 – max, 4 – min)	4	1	2	3

Совершенствование твердополимерных ТЭ продолжается в направлении улучшения массогабаритных характеристик и экономичности самих элементов, а также – снижения стоимости и повышения качества твердополимерных мембран.

Компактное хранение водорода – одна из наиболее сложных задач, решаемых при создании ЭХГ. В ходе разработки первого поколения ЭУ были апробированы различные способы хранения: криогенный, газообразный (под давлением 40 Мпа) и связанный в составе боргидрида натрия.

Существующие технологии хранения водорода в виде ИМС связаны с ограничением по хранению энергии приблизительно в количестве 50 мВт/ч, что позволяет реализовать на ПЛ среднего водоизмещения подводную автономность продолжительностью около 20 суток. Доработка существующих технологий позволит достигнуть 50-суточной подводной автономности [40].

По мере увеличения необходимой энергоемкости установок считается, что более предпочтительней будет система генерации водорода на борту ПЛ из углеводородного топлива. Поэтому уже сейчас наряду с поиском более водородоемких и дешевых интерметаллидов ведутся проработки и исследования по конверсии углеводородных топлив.

При разработке первого поколения ЭУ были также подробно исследованы (изготовлены и испытаны четыре варианта опытных образцов) и различные системы хранения кислорода – криогенная, газообразная (под давлением 40 МПа) и связанные в составе перекиси водорода и перхлоратов.

Уже для второго поколения энергоустановок с ЭХГ была однозначно выбрана криогенная система, как наиболее полно обеспечивающая достаточную компактность и безопасность хранения кислорода.

В будущем, после внедрения систем генерации водорода из углеводородов на борту подводной лодки, считается, что именно хранение кислорода станет «критичным» с точки зрения обеспечения необходимых энергоемкостей, поэтому в перспективе поиск систем хранения кислорода более совершенных, чем криогенная, будет неизбежен.

Энергетические установки с ЭХГ на сегодняшний день не обеспечивают требуемые оперативно-тактические характеристики ПЛ в части выполнения

скоростных маневров при преследовании цели или уклонении от атаки противника, поэтому им отводится вспомогательная роль (обеспечение электроэнергией ГЭД при движении малыми и малошумными скоростями в подводном положении).

В начале 2000-х гг. РКК «Энергия» им. С.П. Королева совместно с ЦКБ МТ «Рубин» выполнила технический проект автономной ЭУ («РЭУ-99») с криогенным хранением реагентов для перспективной ПЛ проекта «Амур-1650».

Установка обеспечивает длительность подводного плавания 20 суток и имеет номинальную мощность 300 кВт, КПД не менее 70 %, удельный расход водорода при номинальной мощности ЭУ – 0,042 кг/кВт·ч, кислорода – 0,336 кг/кВт·ч. Ввод установки с холодного состояния до полной номинальной мощности составляет не более 4 ч. Время заправки ЭУ с ЭХГ криогенными реагентами – 18,5 ч.

В состав ЭУ входят: блоки хранения криогенных водорода и кислорода (БХВ и БХК), энергоблоки ЭХГ с блоками управления, локальная система управления, система пожаровзрывопредупреждения, блоки криогенной и газовой арматуры, система терморегулирования, трубопроводы и согласующий преобразователь (СП).

Размещение БХВ в вертикальных шахтах, а БХК – в горизонтальном положении внутри прочного корпуса вдоль оси ПЛ наиболее полно удовлетворяет требованиям ВМФ о необходимости разделения реагентов прочным корпусом для обеспечения безопасности эксплуатации установки. Кроме того, БХК защищены корпусом ПЛ от боевого воздействия.

СП обеспечивает возможность параллельной работы ЭХГ, как источника нерегулируемой мощности, и АБ. В зависимости от режима электроэнергетической системы (ЭЭС) СП работает в режиме вольтодобавочного устройства или в режиме широтно-импульсного модулятора для понижения напряжения ЭХГ. СП состоит из шести отдельных блоков для каждого энергоблока ЭХГ и обеспечивает также их электрическую защиту и параллельную работу.

Разработанная установка с ЭХГ и всеми обслуживающими ее системами компонуется в отсеке-модуле, который технологически приспособлен к встраиванию в ПЛ базового проекта при постройке или в процессе модернизации с минимальными трудозатратами.

В основу обеспечения пожаровзрывобезопасности ЭУ положены принципы нескольких уровней:

1. Обеспечение ПВБ средствами и конструктивным исполнением собственно оборудования и систем, направленными на прекращение подачи реагентов при аварийной разгерметизации и исключение возгорания внутри оборудования и систем, предотвращение образования горючих смесей вследствие утечек реагентов и возникновения импульсов энергии, инициирующих взрыв и пожар.

2. Автоматический контроль технологических параметров ЭУ и параметров атмосферы выгородок ЭХГ и интерметаллидных накопителей с



прекращением подачи реагентов – реализуется системой управления и системой взрывопожаропредупреждения.

3. Автоматическое обнаружение взрыва или пожара в помещениях ЭУ.

4. Обеспечение ПВБ средствами специальных систем предотвращения взрыва и пожара, включая флегматизацию атмосферы помещений при авариях;

5. Локализация очага взрыва и горения в пределах помещения ЭХГ периферийными переборками повышенной прочности.

Оснащение неатомных ПЛ ВНУ приводит к увеличению их стоимости за счет следующих факторов: собственно стоимость поставочного образца (головного, серийного) энергоустановки, которая может составлять около 15 – 20% от цены ПЛ; необходимых затрат на опытно-конструкторские работы, которые также влияют на продажную цену ПЛ.

Достигнутые на ЭУ с ЭХГ второго поколения характеристики не являются предельными и могут быть существенно улучшены в первую очередь за счет совершенствования системы хранения и подачи водорода на борту ПЛ.

Если ЭУ с ЭХГ первого и второго поколений служат вспомогательными энергоустановками только на режимах экономического хода и позволяют увеличить подводную автономность ПЛ на почти 10 и 15-45 суток, соответственно, то ЭУ с ЭХГ третьего поколения представляют собой единый всережимный двигатель, обеспечивающий как подводный, так и надводный ход во всем диапазоне нагрузок, включая максимальные. ЭУ с ЭХГ третьего поколения позволяют увеличить подводную автономность неатомных ПЛ до 60-90 суток и в максимальной степени приблизить их по своим основным параметрам к атомным ПЛ.

Задача создания малошумной, надежной, экономичной, обеспечивающей высокую маневренность всережимной гребной установки для неатомных ПЛ будет решена на основе полной СЭД. Перспективным является всережимный ГЭД, имеющий два ротора (один со сверхпроводящей обмоткой, другой асинхронный), разделенные герметичной перегородкой, что позволит исполнительной части двигателя работать в морской среде. Вентильная бесколлекторная машина с возбуждением на основе постоянных магнитов, выполненных на основе материалов из редкоземельных элементов позволит по сравнению с обычными ГЭД равной мощности иметь на 40 % меньшую массу и на 60 % меньший объем. Применение такого двигателя позволит исключить из состава СЭД линию вала, как таковую, что в полной мере отвечает современным тенденциям архитектуры ПЛ и значительно улучшить ее массогабаритные показатели.

В долгосрочной перспективе в качестве первичных двигателей СЭД могут использоваться газо- и паротурбинные установки закрытого цикла (ГТУЗЦ и ПТУЗЦ) с использованием безгазовых топлив (БГТ) и анаэробные установки на основе двигателя Стирлинга и сжиженного природного газа. Генератор переменного тока с блоками выпрямителей, имеющий привод от ГТУЗЦ (двигателя Стирлинга, работающего по замкнутому циклу), обеспечивает питание всережимного ГЭД во всем диапазоне нагрузок. АБ (60

элементов изд. 476) входит в состав СЭД как вспомогательный (резервный) источник электрической энергии. В контуре распределения электроэнергии на ГЭД предусматривается отвод мощности для питания корабельных потребителей и вспомогательных механизмов.

#### **Список литературы:**

1. Батаршин В.О., Федюк Р.С., Козлов П.Г. Комплексная оценка охраны воздушной среды в горном деле // СТРОИТЕЛЬСТВО-2016 Материалы II Брянского международного инновационного форума. Редакционная коллегия: А.В. Городков, З.А. Мевлидинов, О.С. Потапенко, М.А. Сенющенков. 2016. с. 11-15.

2. Отдельнов Л.Н., Федюк Р.С. Состав для инъекционного закрепления просадочных грунтов // СТРОИТЕЛЬСТВО-2016 Материалы II Брянского международного инновационного форума. Редакционная коллегия: Н.П. Лукутцова, М.Ю. Прокуров, М.А. Сенющенков. 2016. с. 103-107.

3. Fediuk R.S., Yushin A.M. The use of fly ash the thermal power plants in the construction // Materials Science and Engineering. 2015. № 93. С. 012070.

4. Дядик А.Н., Зауков В.В., Дядик В.А. Корабельные воздухонезависимые энергетические установки. - СПб.: Судостроение, 2006. - 424 с.

5. Зауков В.В., Сидоренко Д.В. Выбор воздухонезависимой энергоустановки неатомных подводных лодок//Судостроение. -2012. -№ 4. - с. 29-33.

6. Зауков В.В., Сидоренко Д.В., Петров С.А. Состояние и перспективы развития воздухонезависимых энергоустановок подводных лодок//Судостроение. -2007. -№ 5. - с. 39-42.

**Савин Денис Александрович, Ситников Иван Васильевич**

### **ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ БЕТОННЫХ ПОДЗЕМНЫХ И ФОРТИФИКАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ**

*23 ГМПИ филиал АО 31 ГПИСС, г. Санкт-Петербург*

*Научный руководитель: Савин Сергей Николаевич, доктор технических наук,  
профессор кафедры СПбГАСУ*

**Аннотация:** С древних времён люди начали использовать для защиты пещеры естественного происхождения, позже отрывать тоннели, каналы, подземные ходы сообщения. С развитием высокоточного оружия идея защиты при помощи искусственных сооружений становилась всё более популярной. На сегодняшний день, с развитием современного и ядерного оружия, бетонные

защитные и оборонительные сооружения имеют важное стратегическое значение.

**Ключевые слова:** метод поверхностных волн, подземные сооружения, горное дело, обделка.

Так как данные бетонные сооружения должны полностью защищать людей от поражающих факторов, то их нужно постоянно поддерживать в соответствующем состоянии, для этого и проводится мониторинг. Он позволяет определить изменения деформационных и прочностных характеристик конструкций, даёт общее понятие о состоянии сооружения и безопасна ли его эксплуатация.

Существует множество причин ухудшения состояния сооружения, среди которых основными являются:

- неравномерные нагрузки на основание сооружения;
- застройка сооружения не проектными объектами;
- не соблюдение нормативных документов при строительстве и эксплуатации;
- ошибки при проектировании и строительстве;
- изготовление конструкций, без соблюдения достаточного запаса прочности;
- вредоносное воздействие на сооружение различных газов, образующих растворы кислот и щелочей при попадании на влажные стены;
- воздействия на сооружение вибраций и колебаний от оборудования и транспорта;
- перепады температур;
- неравномерные осадки оснований;

Итак, наиболее перспективными методами для бетонных подземных и фортификационных сооружений являются:

- Геодезический метод
- Настенные измерители трещин
- Фотографический метод
- Химический метод
- Лазерный метод

#### 1. Геодезический метод.

Геодезический мониторинг заключается в наблюдении при помощи электронных тахеометров за осадками основания. Он включает в себя наблюдение за вертикальными и горизонтальными смещениями сооружения. Для этого по периметру сооружения устанавливаются осадочные марки и проводится нивелирование по ним. Показания разности уровней марок после каждого нового измерения говорят о степени и направлении деформации основания.

#### 2. Настенные измерители трещин.

Для изучения развития динамики трещин в течение времени используются измерители, работающие по принципу высокоточной линейки. Они измеряют не только длину и ширину трещин, но также определяют в какую сторону происходит смещение.

Конструкция таких измерителей представляет собой прозрачную прямоугольную пластину, на которой расположена шкала, позволяющая определить изменение в развитии трещин. Пластина может иметь криволинейную форму для изучения угловых трещин. Измеритель закрепляется на стенах сооружения со всех углов без повреждения отделки. Закрепление происходит таким образом, чтобы пластина не перемещалась вслед за расширениями берегов трещины в стене [1].

### 3. Фотографический метод.

Он заключается в постоянном фотографировании трещин и деформаций в высоком качестве. Величина деформаций и увеличение размеров трещин определяется по изменению ростовых точек на новых изображениях.

### 4. Химический метод.

Он заключается в снятии проб с сооружения, затем определение в лаборатории изменения их физико-механических характеристик [2].

### 5. Лазерный метод.

Данный метод применяется для определения точного положения и форм сооружения по его фотографическим изображениям. Он даёт возможность получения трёхмерного изображения сооружения с какой-либо точки и фиксирует его изменение в течение времени. Суть метода заключается в сопоставлении и сравнении новых с ранее полученными изображениями. Для более точного мониторинга сканирование происходит с нескольких точек. Таким образом происходит построение объекта на компьютере с десятка тысяч полученных точек [3-4].

В настоящее время военные специалисты и дальше продолжают разработку методов мониторинга оборонительных и фортификационных сооружений, для поддержания оборонноспособности страны.

## **Список литературы:**

1. Пособие по расчетно-экспериментальной оценке сейсмостойкости общевоинских зданий и сооружений. Под общей редакцией Савина С.Н. (к ВСП 22-01-95), МО РФ, Москва, 2004 г.

2. Савин С.Н., Ситников И.В., Данилов И.Л. Оценка качества монолитных железобетонных конструкций. - Жилищное строительство, 2009, № 9, стр. 20-21.

3. Гарифулин Д.М., Есенина Н.А., Ситников И.В. Применение инструментальных обследований для оценки фактического состояния строительных конструкций зданий атомных электростанций. – Сейсмостойкое строительство, 1999, № 6, стр. 15-18.

4. Ситников И.В., Жиленков А.Г., Титова Л.И. Применение метода поверхностных волн для обследования строительных конструкций зданий и сооружений. – Сейсмостойкое строительство, 1996.

**Шуляк Павел Геннадьевич**

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ В МОРСКОЙ ТЕХНИКЕ**

*Дальневосточный федеральный университет, Кафедра судовой энергетики и автоматики*

Научный руководитель Вялый И.Е., *м.н.с. Институт химии ДВО РАН*

**Аннотация:** Представлен анализ защитных покрытий, применяемых в настоящее время для защиты оборудования морской техники. Отмечено, что термическое оксидирование деталей и изделий судостроения является одним из широко используемых методов создания защитных покрытий. Выявлены недостатки термического оксидирования. Показано, что одним из наиболее эффективных методов формирования защитных покрытий на поверхности изделий, является плазменное электролитическое оксидирование. Поверхностные слои, полученные этим методом, обладают рядом практически значимых характеристик: высокая коррозионная стойкость, антифрикционные свойства, износостойкость в сочетании с высокой адгезией к подложке и низкими требованиями к предварительной подготовке поверхности. Все вышеперечисленные особенности делают его перспективным для защиты оборудования морской техники.

**Ключевые слова:** морская техника, агрессивные среды, защитные покрытия, плазменное электролитическое оксидирование.

В настоящее время метод формирования защитных покрытий является одним из самых распространенных способов снижения негативного воздействия агрессивных сред на материалы, применяемые в морской технике. Широкое разнообразие методик формирования защитных слоев, а также защитных и функциональных характеристик, которыми они обладают, позволяют рассматривать создание защитных покрытий как одну из самых перспективных технологий защиты материалов [1, 2].

### **Термическое оксидирование**

Термическое оксидирование (ТО) деталей и изделий широко применяется в Российской Федерации в морской технике, машиностроении и атомной энергетике. В результате ТО оксидная пленка получается плотной, превосходно связанной с основой. Такой метод позволяет получать износостойкие покрытия на деталях узлов трения, антизадириные покрытия для крепежных изделий, антикоррозионные покрытия на деталях, эксплуатируемых в морской воде [3].

Термическое оксидирование проводится в кислородсодержащих средах и при повышенной температуре. Данный способ обработки поверхности является одним из наиболее простых и действенных видов химико-термической обработки, улучшающей антифрикционные и антикоррозионные свойства титановых сплавов. Этот метод хорошо освоен в промышленности и является доступным для любых производств, где требуется нанесение защитных слоев на поверхность титановых сплавов.

Существуют несколько способов термического оксидирования. Применение того или иного способа зависит от будущих условий эксплуатации изделия. Так, антифрикционное оксидирование применяется для повышения антифрикционных свойств трущихся поверхностей деталей, работающих в условиях трения скольжения и трения качения.

Основное отличие различного рода видов оксидирования заключается в температурных режимах. Список же технологических операций в основном идентичный. Термически оксидированные изделия являются более коррозионностойкими, чем изделия без защитного покрытия, однако основное назначение термического оксидирования – создание защитных антифрикционных покрытий, которые используются в узлах трения.

Тем не менее ТО имеет ряд существенных недостатков. Метод энергоемок, длителен, трудоемок, имеет высокий процент дефектности и брака, кроме того, отсутствует возможность повторного оксидирования и восстановления покрытия на деталях, бывших в эксплуатации. Повторное ТО невозможно из-за критического снижения коррозионно-механической прочности изделий после первоначального оксидирования. Замена же изделий с утратившим защитные свойства в процессе эксплуатации покрытием на новые требует больших материальных затрат. Указанные недостатки ТО, а также возрастающие требования к качеству поверхностного слоя свидетельствуют об актуальности исследований, направленных на поиск альтернативных способов создания и восстановления защитных свойств покрытий.

### **Плазменное электролитическое оксидирование (ПЭО)**

Одним из наиболее эффективных методов формирования защитных покрытий на поверхности изделий, арматуры и механизмов, является плазменное электролитическое оксидирование (ПЭО). Поверхностные слои, полученные методом ПЭО, обладают рядом практически значимых характеристик: высокая коррозионная стойкость, твердость и износостойкость в сочетании с хорошей адгезией к подложке, а также низкими требованиями к предварительной подготовке поверхности. Все вышеперечисленные особенности ПЭО делают его наиболее вероятной альтернативой термическому окислению [4].

На сегодняшний день метод плазменного электролитического оксидирования (ПЭО) является одним из наиболее перспективных способов поверхностной обработки металлов и сплавов. Данный метод широко используется для формирования многофункциональных оксидных покрытий на поверхностях металлов и сплавов. Во время проведения процесса ПЭО

оксидирование детали происходит при более высоких значениях разницы потенциалов электродов в сравнении с обычным анодированием. В таких условиях плазменные разряды возникают на поверхности рабочего электрода при критических значениях напряженности электрического поля (до 1–10 МВ/см). При этом температура и давление в каналах плазменных разрядов достигают значений 10 000 °С и 100 МПа соответственно. Далее, после затухания разряда, осуществляется резкое охлаждение зоны пробоя вплоть до температуры электролита. Данный эффект имеет существенное влияние на физико-химические свойства формируемых поверхностных слоев. Необходимо также отметить, что сам процесс электрического пробоя сопровождается множеством физических (кристаллизация, плавление, высокотемпературные фазовые переходы, электрофорез и т.д.) и химических (плазмохимические и электрохимические процессы, формирование новых соединений из ионов электролита и металла и т.д.) процессов.

В результате проведенных исследований метод плазменного электролитического оксидирования рекомендуется для формирования многофункциональные износ- и коррозионностойкие, диэлектрические, керамикоподобные и декоративные покрытия на поверхности различных металлов и сплавов [5].

### **Вывод**

Анализ современного состояния методов защиты таких металлов, как титан, магний и их сплавы, от негативного воздействия агрессивных сред свидетельствует, что на сегодняшний день существует множество способов защиты металлов. Однако большинство из данных способов позволяют защищать только от определенного вида воздействия (к примеру, применение лубрикантов в узлах трения позволяет повысить трибологические характеристики материала, но не защищает от коррозии). Наиболее перспективными покрытиями, применяемыми в настоящее время, на наш взгляд являются покрытия, получаемые термическим оксидированием, плазменным электролитическим оксидированием, и композиционные покрытия.

В связи с вышеизложенным представляется целесообразным изучение условий и разработка новых способов восстановления и формирования многофункциональных защитных покрытий на базе метода плазменного электролитического оксидирования с применением различных фторорганических соединений на титановых и магниевых сплавах во взаимосвязи с морфологией, составом, электрохимическими, трибологическими свойствами получаемых защитных слоев.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Дальний Восток, грант № 18-3-002..

### **Список литературы:**

1. Гнеденков С.В., Синебрюхов С.Л., Машталяр Д.В., Егоркин В.С., Цветников А.К., Минаев А.Н. Композиционные полимерсодержащие защитные слои на титане // Коррозия: материалы, защита. 2007. № 7. С. 37–42. 4.
2. Гнеденков С.В., Синебрюхов С.Л., Машталяр Д.В., Цветников А.К., Минаев А.Н. Влияние условий обработки ультрадисперсным политетрафторэтиленом на свойства композиционных покрытий // Коррозия: материалы, защита. 2009. № 7. С. 32–36.
3. РД 5 Р.95066-90. Термическое оксидирование (антифрикционное и защитное) деталей из сплавов типа ПТ-3В. Типовой технологический процесс (посл. изм. № 1 от 29.12.1998).
4. Гнеденков С.В., Синебрюхов С.Л., Сергиенко В.И. Композиционные многофункциональные покрытия на металлах и сплавах, формируемые плазменным электролитическим оксидированием. Владивосток: Дальнаука, 2013. 460 с.
5. Надараиа К.В. Применение многофункциональных покрытий для защиты элементов оборудования морской техники, - Владивосток. Дальневосточный Федеральный университет 2016, - 9 с.
6. Fediuk R., Smoliakov A., Muraviov A. Mechanical properties of fiber-reinforced concrete using composite binders //Advances in Materials Science and Engineering. 2017. Т. 2017. С. 2316347.
7. Личманюк Е.О., Федюк Р.С. Немецкий блицкриг в Европе как начало Второй мировой войны // Великая Победа - неиссякаемый источник воспитания патриотизма: материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2016. С. 146-153.
8. Федюк Р.С., Храмов Д.А., Евдокимова Ю.Г. Педагогические методики обучения проектированию военных дорог и колонных путей // Актуальные проблемы развития дорожного комплекса: международная научно-практическая конференция, посвященная 20-летию кафедры Подъемно-транспортных и дорожных машин БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2016. С. 146-154.

**Юшин Александр Михайлович, Свинцов Александр Петрович**

## **ВОЕННО-ИНЖЕНЕРНЫЕ ВОПРОСЫ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПРЕПЯТСТВИЙ**

*Российский университет дружбы народов, г. Москва  
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток*

**Аннотация:** На 80 % территории Приморского края преобладает горный рельеф. Горные хребты и их отроги, вулканические плато, увалы, пересекаемые глубокими долинами, тем самым увеличивая изрезанность рельефа. Вместе с



этим на территории Приморского Края протекает более 6000 рек, 91 из них имеет протяженность более 50 км.

**Ключевые слова:** инженерные войска, мосты, реки, препятствия.

Самая крупная река Приморского края – Уссури. Питание рек преимущественно дождевое и в сезон паводков заполненные водой ручьи, овраги, канавы и другие низины создают серьезные помехи движения колесной и даже гусеничной технике. В связи с этим устройство переходов через стремительные потоки является одной из приоритетных задач для обеспечения мобильности войсковых частей.

Фильтрующие насыпи – дренирующие устройства, применяемые для замены мостов и труб, когда это является технически и экономически целесообразным. Они устраиваются на логах или пониженных местах для пропуска ливневых и других вод. Лог – широкий длинный овраг с достаточно крутыми склонами.

Для фильтрующих насыпей следует предусматривать использование камней примерно одного размера, крупностью не менее 0,3 м, морозостойких, неразмываемых горных пород. Заполнение пустот между камнями в теле фильтрующих насыпей камнями меньших размеров не допускается. Сверху и с боков фильтрующей насыпи устраивается изоляция из мха, неразложившегося или слаборазложившегося волокнистого торфа, дерна и других местных материалов толщиной слоя 0,1 м; изоляция укладывается на подготовку из щебня, гравия и камня переменных размеров слоем в 0,3 м. Тело фильтрующей части насыпи должно выступать с обеих сторон земляного полотна в виде берма не менее чем на полметра. Основание фильтрующей насыпи и русло водотока на 3 м в верхнем и нижнем бьефе должны быть укреплены от размыва в соответствии с расчетной скоростью движения воды через насыпь. Растительный слой на участках со слаборазмываемыми грунтами не удаляется. Строительство осуществляется путем свободной наброски рваного или скатанного камня, при применении плитного камня – укладка его горизонтальными рядами с максимальным оставлением пустот [1-3].

При прохождении расхода  $10 \text{ м}^3/\text{сек}$  и более, целесообразно применение комбинированных фильтрующих насыпей с водопропускными трубами.

ТММ-3М2 – тяжелый механизированный мост, предназначен для устройства мостовых переходов через препятствия шириной до 40 метров и глубиной до 3 м с целью пропуска через них колесной и гусеничной техники массой до 60 т. Время разворачивания моста – 45 минут. Экипаж – 2 человека. Плюсы: скорость, простота, удобство, малая трудозатратность, независимость от окружающей обстановки и местных материалов. Минусы – мост «походный». Минусы фильтрующих насыпей – дороговизна, трудозатратность, большой срок возведения, привязка к окружающим условиям и местным материалам. Плюс – нормативный срок службы (как для плотин IV класса низконапорных грунтовых) – 50 лет. По экспериментальным данным – до 75 лет. (без оценки фактического состояния и обслуживающего персонала).

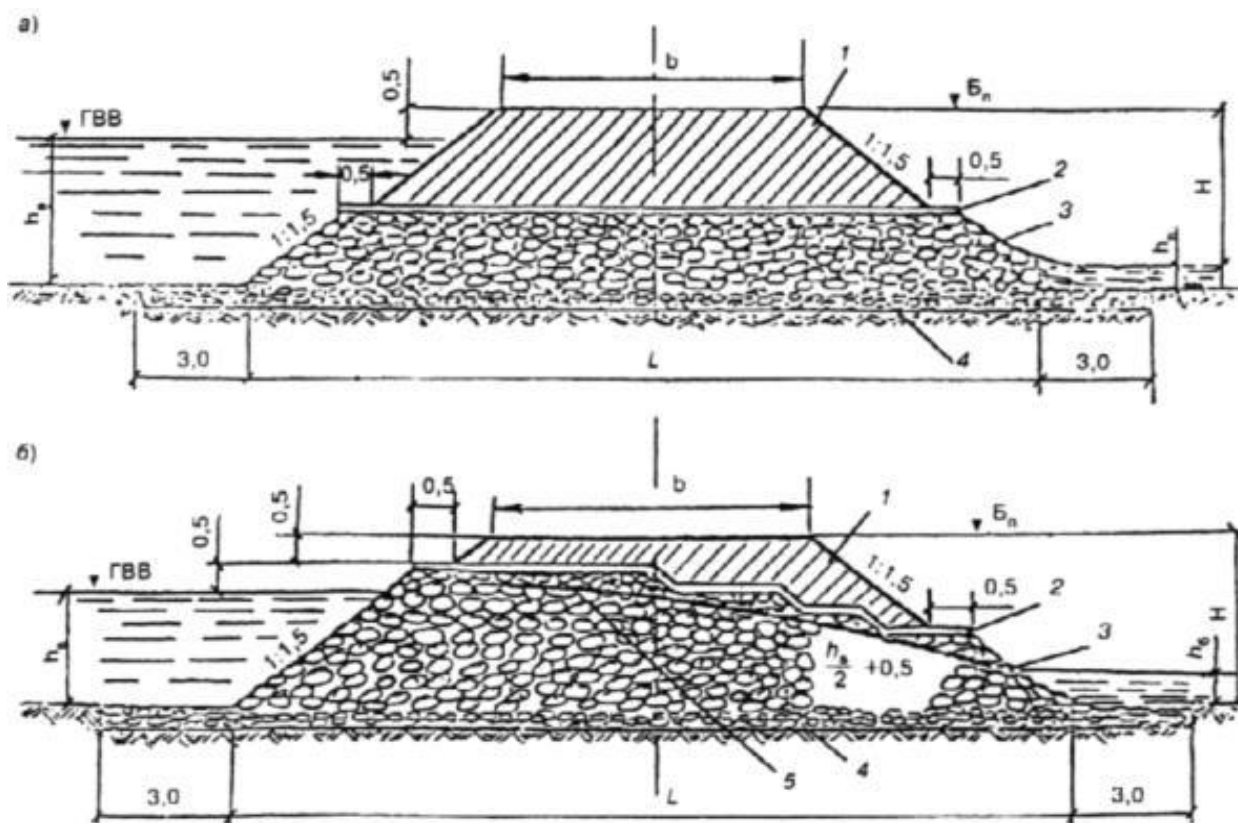


Рис. 1. Фильтрующие насыпи. А – напорные, Б – безнапорные. Цифрами обозначено: 1 – земляное полотно, 2 – изоляционный слой, 3 – фильтрующая часть насыпи, 4 – укрепление основания, 5 – кривая депрессии. ГВВ – расчетный горизонт высоких вод перед сооружением (ФПУ).  $H_в$  – допускаемая высота потока перед насыпью,  $h_б$  – бытовая глубина потока,  $L$  – длина фильтрующей насыпи.

### Список литературы:

1. Батаршин В.О., Козлов П.Г., Федюк Р.С. Особенности развития горнодобывающей промышленности Приморского края // Приоритетные направления развития экономики Дальнего Востока : Материалы региональной (с международным участием) научно-практической конференции . 2017. С. 165-169.
2. Fedyuk R.S., Smolyakov A.K., Timokhin R.A. Development of composite binder for hydraulic structures, operating in Arctic conditions // Папанинские чтения Статьи участников международной молодежной научной конференции. 2017. С. 284-293.
3. Fediuk R.S., Yevdokimova Y.G., Smoliakov A.K., Stoyushko N.Y., Lesovik V.S. Use of geonics scientific positions for designing of building composites for protective (fortification) structures // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 8. Сер. "VIII International Scientific Practical Conference "Innovative Technologies in Engineering"" 2017. С. 012011.
4. Козлов П.Г., Федюк Р.С., Мочалов А.В., Тимохин А.М., Муталибов З.А. Исследование психологических аспектов достижения военно-профессиональной готовности студентами военных специальностей // Гуманитарные научные исследования. 2016. № 4 (56). С. 243-246.

5. Козлов П.Г., Федюк Р.С., Евдокимова Ю.Г. Влияние образовательного процесса на формирование готовности к военно-профессиональной деятельности у студентов технических вузов// Гуманитарные научные исследования. 2016. № 6 (58). С. 128-130.

**Козлов Павел Геннадьевич, Осипов Петр Николаевич**

## **БОЕВОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ ВОЙСК НА ЗАВЕРШАЮЩЕМ ЭТАПЕ ВТОРОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ**

*Управление начальника инженерных войск Вооруженных Сил РФ, г. Москва  
Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток*

**Аннотация:** В данной статье приведен обзор наиболее важных задач инженерного обеспечения боевых действий войск Красной Армии, проводимых инженерными войсками на завершающем этапе II мировой войны. Приведены примеры героизма военнослужащих инженерных войск при выполнении своего воинского долга во время военных операций на Дальнем Востоке.

**Ключевые слова:** военные дороги, водоснабжение, инженерные войска, маскировка, переправа, фронт.

21 января 2019 года Инженерные войска Вооруженных Сил Российской Федерации отмечают 318-ю годовщину своего образования. Большой вклад внесли воины инженерных войск в разгром немецко-фашистских захватчиков в годы Великой отечественной войны 1941-1945 годов. После победы советского народа на Дальневосточных рубежах нашей Родины сохранялась военная угроза со стороны Квантунской армии, насчитывающей 1400000 человек. Советское государство, выполняя свои международные обязательства, 8 августа 1945 года объявило войну Японии.

Верховное Главнокомандование осуществило перегруппировку сил и средств на Дальний Восток и сформировало 3 фронта: 1-й Дальневосточный, 2-й Дальневосточный, Забайкальский, также в боевых действиях против Японии принимали участие Тихоокеанский флот и Амурская речная флотилия.

Инженерные силы были распределены с учётом особенностей театра военных действий и построения обороны противника, согласно опыту, специализации, подготовленности, значимости боевых действий, что дало наибольший эффект от их применения. Руководство инженерным обеспечением и боевым применением инженерных войск было возложено на генерал-майора М. И. Блохина и на генерал-полковника К. С. Назарова.

1-й Дальневосточный фронт был укомплектован инженерными войсками с богатым опытом прорыва укрепленных районов и форсирования крупных рек со знанием особенностей горно-таёжной местности. 1-му Дальневосточному фронту ставилась задача скорейшего захвата городов Харбина и Гирина. Перед

началом боевых действий начальник инженерных войск фронта генерал-полковник А.Ф. Хренов произвёл инженерную подготовку и обеспечение наступательного плацдарма в Приморье. Когда началось наступление, Аркадий Фёдорович предложил высадить на неприятельские аэродромы воздушные десанты, сыграв на неожиданности, а также нельзя было допустить взрыва мостов через реку Сунгари. Дерзкие по замыслу десанты – операция под кодовым названием «Мост» – завершились полным триумфом.

Задачи, ставившиеся перед инженерными войсками фронта, это прорыв укрепленных районов и прокладывание дорог. На участке прорыва усиливали стрелковые соединения (до инженерной бригады на стрелковое соединение). Инженерные войска 1-го Дальневосточного фронта в ночь на 9 августа 1945 года осуществили захват трех тоннелей противника на участке железной дороги от государственной границы до станции Пограничная. Захват тоннелей обеспечил надежный подвоз по железной дороге в ходе операции. Так же инженерные войска проложили для 1-го Дальневосточного фронта 7 путей, 2 из которых военного значения, отремонтировали 2038 км и ввели в эксплуатацию 854 км новых дорог.

При обеспечении штурма долговременных узлов сопротивления и захвате важных объектов в тылу противника саперы проявили массовый героизм и отвагу. Своими героическими действиями они ускорили решение задач по ликвидации вражеского сопротивления в пределах укрепленных районов. В трудные минуты боя они не щадили своей жизни, помогали товарищам выполнить боевые задачи. Так, сапер 75-го отдельного пулеметного батальона 112-го укрепленного района ефрейтор В. С. Колесник 10 августа в ходе штурма Дуннинского укрепленного района повторил легендарный подвиг Александра Матросова. Закрыв амбразуру вражеского дота своей грудью, герой погиб, создав условия для успешной атаки подразделения. Ему посмертно было присвоено звание Героя Советского Союза.

С учётом необходимости форсирования Амура и Уссури 2-м Дальневосточным фронтом при небольшой численности в его состав вошло большое количество понтонно-мостовых частей: 1 бригада, 2 полка, 1 батальон, 1 рота, 1 батальон автомобилей амфибий. Заместитель командующего войсками 2-го Дальневосточного фронта – начальник инженерных войск фронта генерал-лейтенант инженерных войск Молев Михаил Иванович. Река Сунгари в июле разлилась на 10 километров, а Амур превратился в бескрайнее море. При подготовке к форсированию Амура воинам армии пришлось построить бесчисленное множество мощных плотов. Начальник инженерных войск 2-го Дальневосточного фронта генерал-лейтенант инженерных войск М.И. Молев лично руководил постройкой переправочных средств [1, с. 126].

На II Дальневосточном фронте в большей степени группировались инженерные войска для форсирования крупных рек: Амур, Уссури. Усилившиеся дожди в момент начала наступления, осложнили проход войск.

Наиболее важными задачами в ходе наступления для инженерных войск являлись:

- обеспечение штурма долговременных оборонительных сооружений в системе обороны противника;
- захват тоннелей и мостов, саперами в тылу врага;
- форсирование рек – Амур и Уссури.

В Забайкальский фронт вошли крупные инженерные силы: 3 штурмовых, 5 армейских инженерно-сапёрных, 1 понтонно-мостовая, 1 моторизованная инженерная бригада, 8 гидротехнических, 3 маскировочных роты, три роты полевого водоснабжения, и другие батальоны. Включение гидротехнических, маскировочных и роты полевого водоснабжения связаны с пустынно-степной местности района боевых действий. Начальник инженерных войск фронта генерал-полковник Александр Данилович Цирлин.

Перед инженерными войсками на Забайкальском фронте ставились основные задачи: 1-я водоснабжение армии; 2-я маскировка расположения войск перед началом боевых действий.

Для решения 1-ой задачи выделились три гидротехнических роты и рота полевого водоснабжения, также для решения данной проблемы привлечлось около половины инженерных бригад, имеющих на фронте. Проблему водоснабжения начали решать ещё до прибытия инженерные войска 16-й и 17-ой армий (5 инженерных батальонов и рота водоснабжения). С прибытием в состав фронта войск 39-й и 53-й общевойсковых и 6-й гвардейской танковой армий, а также инженерных частей фронтового подчинения мероприятия по обеспечению войск водой приняли более широкий размах. С 10 июля по 8 августа силами инженерных войск было восстановлено 322 и построено 1194 колодца, введено в эксплуатацию 21 законсервированная скважина, и развернут 61 пункт водоснабжения. В результате обеспечение советских войск в местах их сосредоточения и путей их передвижения возросла в 10 раз. Благодаря инженерным войскам удалось решить проблему водоснабжения для Забайкальского фронта, находившегося в основном в пустынно-степной местности [2].

Для решения второй проблемы, а именно маскировки районов сосредоточения войск было выделено 1404 покрытий для танков, 150 маскирующих ковров, 16248 маскировочных сетей. Маскировочные мероприятия в исходных районах выполнялись личным составом подразделений родов войск одновременно с возведением фортификационных сооружений. Танки и автомобили, как правило, имели маскирующую окраску под фон местности, соответствующую времени года и дополнительно маскировались срезанной растительностью и табельными масками. В исходных районах для скрытия передвижения войск широко применялись вертикальные и горизонтальные маски, для скрытия элементов боевого порядка войск – ложные сооружения.

На пути забайкальского фронта находился укрепленный Халун-Аршанский район, но он не был приведен в боевую готовность, что позволило его быстро преодолеть. Также в зоне наступления был Чжалайнор-

Маньчжурский и Хайларский укрепленные районы, на которых Советские войска встретили ожесточенное сопротивление.

Обеспечение штурма Хайларского района было возложено на 68-ю армейскую инженерно-сапёрную бригаду и сапёрные подразделения 94-й и 293-й стрелковой дивизии, район прорывался силами 36-ой армии. Атаковав район, 11 августа войска заняли промежутки меж опорных точек. Первостепенной задачей для саперов ставилось уничтожение, мешавших ДОТов, для дальнейшего ведения успешных действий нашим частям, а далее уничтожить или блокировать огневые точки обороны японцев. Для этого ДОТ уничтожался направленным взрывом. Чтобы блокировать огневую точку, амбразуру закрывали танком и тогда сапёры выдвигались к доту. Там где такой способ не получался, сапёры, используя складки местности, подбирались к доту и стремились закрыть амбразуру мешками с землёй. В крупных дотах, где укрывался в казематах гарнизон, взрывчатка закладывалась в вентиляцию и взрывалась. За время проведения наступления, инженерными войсками было уничтожено 755 фортификационных сооружений, из которых 301 ДОТы и ДЗОТы.

Крупнейшая водная коммуникация Дальнего Востока – Амур - судоходна почти на всем ее протяжении (около 2900 км). На важнейших направлениях вдоль государственной границы СССР с Маньчжурией, пролегавшей преимущественно по Амуру и Уссури, противник создал сильные укрепленные районы. В районе села Ленинское Еврейской Автономной области создается маневренная база с необходимыми запасами всех видов снабжения. Здесь же был оборудован береговой флагманский командный пункт командующего флотилией, обеспечивавший связь с кораблями, штабом фронта и Главным морским штабом.

Форсирование Амура войсками 15-й армии началось на участке Благословенное, Ленинское в ночь на 9 августа с захвата островов передовыми подразделениями, переправленными на десантных лодках, понтонах и бронекатерах Амурской речной флотилии (рис.1).



Рис. 1. Высадка десанта на реке Амур

Для переправы пехотных подразделений широко использовались местные и табельные лодки, а также подручные средства (плотики из сухих бревен или фашин, автомобильные камеры, пустые бочки и др.). При наличии труднозатопляемого имущества наводились штурмовые мостики. Эти средства переправы изготавливались самими подразделениями и сыграли большую роль в обеспечении форсирования реки Амур в условиях, когда табельных переправочных средств было мало. На заключительном этапе войны в нашей армии появились плавающие автомобили (иностранные) и новый тяжелый понтонный парк (ТПП) (рис.2) с повышенной грузоподъемностью и незатопляемостью (с закрытыми понтонами).

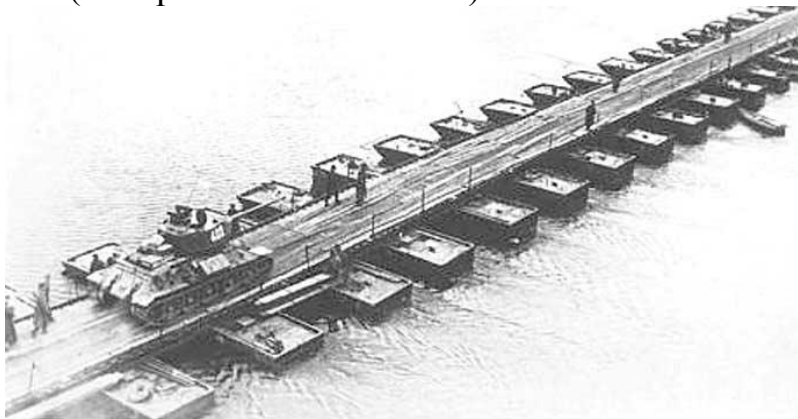


Рис. 2. Тяжелый понтонный парк ТПП

Для переправы главных сил подразделениями 10-й понтонно-мостовой бригады, 3-го тяжелого понтонно-мостового полка и 655-го батальона автомобилей-амфибий было организовано 3 пункта паромных и десантных переправ. Каждый из них обслуживался понтонным батальоном с парком. Кроме того, на первом пункте имелось 25 малых и 17 больших плавающих автомобилей, на втором – 3/8 специального парка, две палубные баржи грузоподъемностью 300 т, 60 малых и 5 больших плавающих автомобилей и на третьем – комплект понтонного парка. Протяженность рейса составляла 9-16 км, а его продолжительность от 2 часов 30 минут до 5 часов 30 минут. После успешного форсирования Амура и продвижения 15-й армии началось форсирование реки 2-й Краснознамённой армией. Для переправы основных сил были созданы пункт переправы в Благовещенске и в Константиновке [3].

Наша разведка установила, что японское командование начало отвод своих войск к городу Тунцзян. Поэтому 1-я бригада кораблей получила задачу высадить 361-ю стрелковую дивизию на всем фронте от острова Татарский до устья Сунгари и оказать ей содействие в штурме Тунцзяна. Высадка дивизии осуществлялась двумя эшелонами и носила характер обычной переправы. К исходу 9 августа были высажены три усиленных батальона, а в ночь на 10 августа корабли, баржи и табельные средства доставили на правый берег Амура главные силы и тылы дивизии. Утром наши корабли подошли к пристани Тунцзяна. Амурцы ожидали сильного противодействия, но их встретили с белыми и красными флагами жители города. Оказалось, что японский гарнизон

еще накануне вечером отошел к Фуцзиню. С занятием устья Сунгари советское командование получило возможность беспрепятственно сосредоточить на обоих берегах этой реки основные силы 15-й армии и развить наступление на Харбин.

### **Заключение**

Великая Отечественная война убедительно доказала возрастающее значение инженерного обеспечения для достижения успеха боевых действий войск. В ходе войны выработалась стройная теория инженерного обеспечения боя, определились важнейшие задачи и способы их выполнения, соответствующие состоянию средств и способов ведения боевых действий того периода. Так, благодаря маскировке войск, военное командование Маньчжурской армии до начала боевых действий не подозревало о подготовке наступления, считая, что военные действия начнутся после сезона проливных дождей. Также сыграло роль то, что основные силы Красной Армии были обеспечены водой. Преимущество на Дальневосточных фронтах было получено путём грамотной переправы войск через реки Уссури и Амур. Быстрое продвижение обеспечили инженерные войска, которые в сезон дождей смогли проложить около 350 км дорог.

Война также показала, что организацией инженерного обеспечения должны заниматься командиры частей и соединений, а непосредственными организаторами должны быть войсковые инженеры.

### **Список литературы:**

1. Мальцев Е.Е. В годы испытаний. – М.: Воениздат, 1979. - 319 с., портр., ил.- (Военные мемуары).
2. Цирлин А.Д., Бирюков П.И., Истомина В.П., Федосеев Е.Н. Инженерные войска в боях за Советскую Родину. М.: Воениздат, 1970. - 537 с.
3. Емельянова Д.А. Вклад инженерных войск в победу в Великой Отечественной войне // Сборник докладов по итогам научно-технической конференции "Дни студенческой науки" Института фундаментального образования НИУ МГСУ. Под ред.: Бызовой О.М., Панфиловой М.И., Модестова К.А., Кофанова А.В., 2015. - с. 38-40.