

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Военный учебный центр

**«ВОЕННО-ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО НА
ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ»**

VI Всероссийская научно-практическая конференция
(Владивосток, 17-21 января 2022 года)

Материалы конференции



Владивосток
2022

УДК 378.14

Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. Владивосток: ВУЦ ДВФУ. 2022, 319 с.

В издании предоставлены материалы докладов участников VI Всероссийской научно-практической конференции «Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России», состоявшейся во Владивостоке 17-21 января 2022 года.

ISBN 978-5-90363-186-5

Под редакцией д.т.н. Минаева А.Н., к.т.н. Федюка Р.С., к.т.н. Ибрагимова Д.И., Козлова П.Г.

© ДВФУ, 2022

Уважаемые участники конференции!

17-21 января 2022 г. Военный учебный центр и Политехнический институт Дальневосточного федерального университета провели VI Всероссийскую научно-практическую конференцию: «Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России».

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 военных учебных 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 ВУЦ 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 апреле 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 «Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России» станет ежегодным событием для российской науки и привлечет участников из всех регионов России.

**С уважением,
профессор военного учебного центра при ДВФУ
член-корреспондент Российской инженерной академии
подполковник Федюк Роман Сергеевич**

Оглавление

Федюк Роман Сергеевич ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ	9
Андрюхина Полина Александровна ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ БАЛЛАСТНЫХ ВОД.....	11
Изотов Николай Владимирович ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВАХ.....	15
Лапин Юрий Алексеевич ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДШИПНИКОВЫХ ОПОР ТУРБОКОМПРЕССОРОВ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ.	22
Нитяговский Андрей Валерьевич ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКИХ ЧАСТОТ РОТОРОВ ТУРБОМАШИН НА ОПОРАХ С ГАЗОВОЙ СМАЗКОЙ	28
Данилов Александр Юрьевич ¹ , Чжан Сюань ² , Айыдов Дияр Нурыгдыевич ² АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОПЫТА СТРОИТЕЛЬСТВА СООРУЖЕНИЙ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	32
Галимов Артем Ринатович ¹ , Павленко Андрей Дмитриевич ¹ , Сяо Вэнсюй ² ПОВЫШЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРОИТЕЛЬНЫХ ГРУНТОВ	36
Козлов Павел Геннадьевич, Панарин Игорь Иванович, Леденцов Кирилл Евгеньевич, Рамазанов Рустам Габтилфаритович, Шарипов Ленар Рашидович ² ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПУСТОТ (ПЕЩЕР) В ЦЕЛЯХ УКРЫТИЯ НАСЕЛЕНИЯ.....	41
Шульга Данил Александрович, Меньшиков Никита Александрович, Писецкий Никита Олегович, Чеботарев Вячеслав Геннадьевич, Молчанов Сергей Александрович ПЕРЕОБОРУДОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ В ЦЕЛЯХ УКРЫТИЯ НАСЕЛЕНИЯ	49
Меньшиков Никита Александрович, Шульга Данил Александрович, Писецкий Никита Олегович ПЕРЕОБОРУДОВАНИЕ ПОДЗЕМНОЙ ПАРКОВКИ В ЦЕЛЯХ УКРЫТИЯ НАСЕЛЕНИЯ.....	55
Андреищев М.А. ВИДЫ МАСКИРОВОЧНОГО ОКРАШИВАНИЯ ТЕХНИКИ И СТАЦИОНАРНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	63
Игнатова Марина Сергеевна, Лысикова Нина Владимировна, Аль Мокдад Амджад, Игнатов Евгений Николаевич, Ильинский Юрий Юрьевич ЗАЩИТНЫЕ БИОЦИДНЫЕ РАСТВОРЫ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ ЗДАНИЙ.....	68

Савкин Игорь Сергеевич КРЕПОСТЬ ВЛАДИВОСТОКСКАЯ – ВЛАДЕЙ ВОСТОКОМ	72
Процкий Александр Анатольевич ВЛИЯНИЕ ПУСТЫНИ НА ФОРТИФИКАЦИЮ И МАСКИРОВКУ	78
Савкин Игорь Сергеевич ВОРОШИЛОВСКАЯ БАТАРЕЯ – СИМВОЛ БОЕВОЙ МОЩИ РОССИИ НА ТИХОМ ОКЕАНЕ.....	85
Исаева Екатерина Сергеевна ВЛИЯНИЕ МИКРОЧАСТИЦ СТЕКЛЯННЫХ ОТХОДОВ НА ПРОИЗВОДСТВО САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ	90
Свинцова Тамара Владимировна, Кириченко Дмитрий Евгеньевич, Аль Мамури Саад Кхалил Шаид, Ал-Хайяви Ясир Нассер Хуссейн, Ахмед Ахмед Анис Ахмед, Ильинский Юрий Юрьевич КОМПОЗИЦИОННЫЕ ВЯЖУЩИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ЛОМА.....	95
Коренков Вадим Николаевич СПОСОБЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И УСТАНОВКИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ МАСОК	98
Таранов Даниил Константинович МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ КАВИТАЦИОННОЙ ЭРОЗИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ.....	102
Кириченко Дмитрий Евгеньевич, Свинцова Тамара Владимировна, Аль Мамури Саад Кхалил Шаид, Ал-Хайяви Ясир Нассер Хуссейн, Федюк Роман Сергеевич ОПЫТ ПЕРЕРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕТОННОГО ЛОМА	109
Таранов Даниил Константинович ОРГАНИЗАЦИЯ СТУДЕНЧЕСКОГО НАУЧНОГО ОБЩЕСТВА ВОЕННОГО УЧЕБНОГО ЦЕНТРА В ЦЕЛЯХ УВЕЛИЧЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.....	112
Перевалов Дмитрий Вадимович МАСКИРОВКА ВОЕННЫХ ДОРОГ И КОЛОННЫХ ПУТЕЙ ОТ НАЗЕМНОЙ И ВОЗДУШНОЙ РАЗВЕДКИ ПРОТИВНИКА	115
Пустовой Сергей Викторович СОВРЕМЕННЫЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СРЕДСТВА МАСКИРОВКИ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ.....	124
Румянцев Валентин Алексеевич ФОРТИФИКАЦИЯ И МАСКИРОВКА СООРУЖЕНИЙ, УСТРАИВАЕМЫХ ЗИМОЙ И В ЗАПОЛЯРЬЕ.....	127
Криволапова Е. Ю., Аль Мокдад Амджад, Лысикова Н. В., Федюк Р.С. СОСТОЯНИЕ И ЗАДАЧИ РЕМОНТА БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ	140

Добрышкин Евгений Олегович, Курашев Никита Владимирович	ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	144
Ардинаров Владислав Романович	СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОЕННОЙ МАСКИРОВКИ	150
Ярусова Софья Борисовна ¹ , Гордиенко Павел Сергеевич, Козин Андрей Владимирович, Федюк Роман Сергеевич, Данилова Сахаяна Николаевна, Достовалов Демьян Викторович, Балахнин Илья Александрович	ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА СИЛИКАТНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА СВОЙСТВА МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА	153
Батюк Иван Яковлевич	МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМОБИЛЬНОГО ИМУЩЕСТВА ОТ КОРРОЗИИ	156
Кадочников Максим Михайлович	КОНЦЕПЦИЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ДЕКАМЕТРОВЫХ РАДИОЛИНИЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ОДНОЛУЧЕВЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ	175
Прийма А.В.	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДАПТИВНОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ РЕГИСТРАЦИИ ШУМОИЗЛУЧЕНИЯ МОРСКОГО ОБЪЕКТА В УСЛОВИЯХ АКВАТОРИЙ ЗАВОДОВ-СТРОИТЕЛЕЙ	179
Плосконосова Алена Олеговна	РАБОТА СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КАРКАСА В ЗДАНИЯХ ИЗ МОНОЛИТНОГО ПЕНОБЕТОНА	184
Оселедец Александр Георгиевич, Тушков Александр Анатольевич	СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ АСПЕКТЫ ПОТЕСТАРНЫХ ОТНОШЕНИЙ В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ РУССКОЙ ЛОКАЛЬНОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ.....	189
Волков Илья Евгеньевич, Стародубцев Павел Анатольевич	УНИФИКАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СПОСОБОМ РЕКОНФИГУРАЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПО ДОЛЖНОСТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ	191
Шведов Михаил Петрович	МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АППАРАТУРЫ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И УЧЁТА ВРЕМЕНИ НАРАБОТКИ ТЕХНИКИ СВЯЗИ	195
Саламанова Мадина Шахидовна	ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ БЕТОНОВ	199

Черепанова Ирина Александровна АРХИТЕКТУРНЫЙ БЕТОН ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА.....	206
Загороднюк Лилия Хасановна, Оноприенко Ю.С., Рыжих В.Д., Сытов Г.А., Кожушков А.Д. ЗАКЛАДКА ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА ГОРНЫХ МАССИВОВ.....	210
Чумляков Егор Владимирович РАБОТА ВНЕЦЕНТРЕННО-СЖАТЫХ СТАЛЕФИБРОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ.....	216
Игнатова Марина Сергеевна, Лысикова Нина Владимировна, Аль Мокдад Амджад, Игнатов Евгений Николаевич СУХИЕ БИОЦИДНЫЕ СМЕСИ И АКТУАЛЬНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.....	220
Маковкин А.А СРЕДСТВА И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МАСКИРОВОЧНОГО ОКРАШИВАНИЯ.....	224
Прокопец Дмитрий Анатольевич ФОРТИФИКАЦИОННЫЕ СООРУЖЕНИЯ АРМИИ США.....	231
Водопьянова Анастасия Александровна ПРИНЦИПЫ ЭКРАНИРОВАНИЯ ОТ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЗОНАХ АНОМАЛИЙ	240
Гуж Анна Сергеевна ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СТАЛЕФИБРОЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ПОПЕРЕМЕННОГО ЗАМОРАЖИВАНИИ И ОТТАИВАНИЯ	244
Козлов Павел Геннадьевич, Панарин Игорь Иванович, Примчук Анатолий Григорьевич ЗАГРАЖДЕНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ, ВОЗНИКАЮЩИЕ НА ПУТЯХ ДВИЖЕНИЯ ВОЙСК	249
Мороз Игорь Викторович ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ КПД ОСЕВЫХ ПАРЦИАЛЬНЫХ МИКРОТУРБИН.....	256
Плуталов Роман Андреевич ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ КПД ОСЕВЫХ ПАРЦИАЛЬНЫХ МИКРОТУРБИН.....	259
Приходько Никита Тимурович ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ КПД ОСЕВЫХ ПАРЦИАЛЬНЫХ МИКРОТУРБИН	262
Кривопустов Д.Ю. СИНТЕЗ ЖЕЛЕЗИСТОГО ЦЕМЕНТА НА ОСНОВЕ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ.....	264
Бабешко Алина Вячеславовна КОМПОЗИЦИОННОЕ ВЯЖУЩЕЕ ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ	267

Жадан Андрей Васильевич ¹ , Волков Илья Евгеньевич ² К ВОПРОСУ ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ЗАДАЧ И ПОДГОТОВКИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МОРСКОЙ ВОЕННОЙ ПОЛИЦИИ	272
Юдов А. Е., Воронов В.В., Федюк Р.С. ДИСПЕРСНОАРМИРОВАННЫЙ ЯЧЕИСТЫЙ БЕТОН ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ	275
Иванюк Д. М., Воронов В.В., Федюк Р.С. КОМПОЗИТЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	279
Романенко Артур Ильсурович ГЛАВНОЕ УБЕЖИЩЕ ВЛАДИВОСТОКА: СПЕЦОБЪЕКТ СКАЛЬНОГО ТИПА.....	283
Гасан Дмитрий Анатольевич, Прохачев Максим Романович, Примчук Анатолий Григорьевич ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАЛЛООТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ.....	287
Примчук Анатолий Григорьевич, Гасан Дмитрий Анатольевич, Прохачев Максим Романович СОВРЕМЕННЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ.....	293
Примчук Анатолий Григорьевич, Бабешко Алина Вячеславовна, Воронов Василий Васильевич СТРОЙМАТЕРИАЛЫ С ЗОЛОШЛАКОВЫМИ СМЕСЯМИ	302
Прохачев Максим Романович, Гасан Дмитрий Анатольевич, Примчук Анатолий Григорьевич ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ РТУТНЫХ ЛАМП	305
Федюк Роман Сергеевич, Павликов Сергей Николаевич, Копаева Екатерина Юрьевна МЕТОД МАРШРУТИЗАЦИИ ПАКЕТОВ СООБЩЕНИЙ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ СВЯЗИ.....	312
Федюк Роман Сергеевич, Павликов Сергей Николаевич, Копаева Екатерина Юрьевна РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ КАНАЛОВ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ РАЗДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ	315

Федюк Роман Сергеевич

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Дальневосточный федеральный университет, Политехнический институт
(Школа), 690922, г. Владивосток*

*Научный руководитель – Лесовик Валерий Станиславович, д-р техн. наук,
профессор*

Аннотация. В настоящей работе приведены результаты работы международного научно-образовательного центра «Геоника (геомиметика)», направленной на развитие материалов для специальных сооружений.

Ключевые слова: геоника, геомиметика, строительные материалы, бетон, композит.

Наука является одним из главных ресурсов социального развития, абсолютно неисчерпаемым и служащим интересам всего человечества. Но максимально использовать блага научных достижений удаётся тем странам, которые наряду с передовыми научными школами большое внимание уделяют трансдисциплинарным исследованиям. Именно поэтому создание инновационной инфраструктуры, содействие кооперации научных школ и производственных предприятий, формирование технологических платформ стали приоритетными направлениями развития и для нашей страны.

Одно из ведущих мест на данном пути принадлежит МНОЦ «Геоника (геомиметика)», возглавляемому членом-корреспондентом РААСН, д.т.н., профессором В.С. Лесовиком. Благодаря энтузиазму Валерия Станиславовича, на Дальнем Востоке России открылось представительство международного научно-образовательного центра «Геоника (геомиметика)», в котором проводится ряд масштабных исследований, направленных на повышение обороноспособности нашей страны.

С использованием высокотехнологичного оборудования ведущих российских и зарубежных университетов, проведены комплексные исследования с учетом положений законов сродства структур и подобия, теории техногенного метасоматоза и микромеханики композиционных сред.

Разработана широкая номенклатура защитных композитов с улучшенными характеристиками ударной прочности, газо-, водо-, паропроницаемости, термостойкости, износостойкости [1-11].

В этот предвесенний день, когда с дорог сходит снег (а с ним в ряде случаев, и асфальт), как нельзя кстати фундаментальные положения геоники (геомиметики): теория техногенного метасоматоза (научная база для разработки самовосстанавливающихся строительных материалов), закон сродства структур (идеально подходящий для эффективного «ямочного» ремонта дорожных покрытий), закон подобия в строительном материаловедении (позволяющий создавать материалы с уникальным набором характеристик).

В день российской науки в адрес МНОЦ «Геоника (геомиметика)» поступили поздравления не только от отечественных коллег, но и от руководителей зарубежных представительств центра: из Саудовской Аравии и Йемене (директор представительства Mugahed Amran), Таиланда (директор представительства Natt Makul), Китая (директор представительства Zhang Yunsheng), Малайзии (директор представительства Muje Khan), Ирака (директор представительства Mohammad Ali Asaad) и др.

Список литературы

1. Федюк Р.С. Применение сырьевых ресурсов приморского края для повышения эффективности композиционного вяжущего // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2016. № 1. С. 28-35.
2. Лесовик В.С., Федюк Р.С. Теоретические предпосылки создания цементных композитов повышенной непроницаемости // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2016. № 1 (47). С. 65-72.
3. 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.
4. Федюк Р.С., Мочалов А.В. Композиционные вяжущие для бетонов повышенной ударной стойкости // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2018. № 4 (200). С. 85-91.
5. Федюк Р.С., Мочалов А.В. Вопросы управления структурообразованием композиционного вяжущего // ALITinform: Цемент. Бетон. Сухие смеси. 2018. № 2 (51). С. 2-10.
6. Федюк Р.С. Проектирование цементных композитов повышенной непроницаемости // Вестник МГСУ. 2016. № 5. С. 72-81.
7. Fediuk R.S., Lesovik V.S., Liseitsev Yu.L., Timokhin R.A., Bituyev A.V., Zaiakhanov M.Ye., Mochalov A.V. Composite binders for concretes with improved shock resistance // Magazine of Civil Engineering. 2019. № 1 (85). С. 28-38.
8. Chernysheva N., Lesovik V., Fediuk R., Vatin N. Improvement of performances of the gypsum-cement fiber reinforced composite (GCFRC) // Materials. 2020. T. 13. № 17. С. 3847.
9. Fediuk R.S. Mechanical activation of construction binder materials by various mills // Materials treatment: current problems and solutions. National Research Tomsk Polytechnic University. 2016. С. 12019.
10. Lesovik V., Voronov V., Glagolev E., Fediuk R., Baranov A., Alaskhanov A., Amran Y.H.M., Murali G. Improving the behaviors of foam concrete through the use of composite binder // Journal of Building Engineering. 2020. T. 31. С. 101414.11.

11. Федюк Р.С. Повышение непроницаемости фибробетонов на композиционном вяжущем // Автореферат дис. ... кандидата технических наук / Вост.-Сиб. гос. ун-т технологий и упр., Улан-Удэ, 2016.

Андрюхина Полина Александровна

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ БАЛЛАСТНЫХ ВОД

*Дальневосточный федеральный университет, Политехнический институт
(Школа), 690922, г. Владивосток*

*Научный руководитель – Минаев Александр Николаевич, д-р техн. наук,
профессор*

Аннотация. В настоящей работе рассмотрены научные, технологические и производственные решения для создания теплообменного оборудования, работающего в безнакипном режиме при нагреве морской воды до температуры 100 °С. Показана реализация термического метода обработки балластных вод на судах.

Ключевые слова: балластные воды, способы обработки, термический метод, накипеобразование, многофункциональные защитные покрытия.

Проблемы балластных вод

Жидкий балласт – это вода, принятая на борт судна в портах, на водных путях или в открытом море для обеспечения требуемого крена, дифферента, осадки и остойчивости, которая перевозится в танках изолированного балласта.

Помимо забортной воды насосы закачивают различные живые организмы, которые могут быть вредны для человека и экосистемы. Исследование водяного балласта показало, что многие виды бактерий, живых организмов и растений способны сохраняться в балластной воде в устойчивой форме.

Появление различных видов патогенных организмов, нарушающих экологическое равновесие морской среды, может быть причиной сброса загрязненного балласта. Транспортировка таких видов организмов является большой биологической проблемой [1].

Способы обработки балластных вод и их анализ

В настоящее время основополагающим документом для соблюдения экологичности является Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ 73/78) [2].

Более подробно решение проблемы балластных вод отражено в Резолюции А.868(20) «Руководство по контролю и управлению балластными операциями на судах в целях сведения к минимуму переноса вредных водных организмов и патогенов», принятой в 1997 году Международной Морской Организацией (ИМО).

Существует три основных способа обработки балластных вод на борту судна (таблица 1).

Современная типовая схема обработки балласта включает фильтрацию и дезинфекцию заборной воды (рис.1).

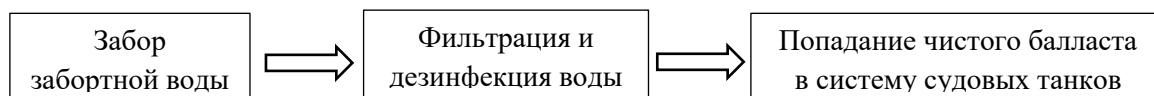


Рисунок 1. Схема обработки балласта

Таблица 1

Способы обработки балластных вод

№ п/п	Способы обработки	Примеры
1	Физические	Нагревание; Обработка ультразвуком, ультрафиолетом (УФ), магнитным полем; Ионизация серебром и т.п.
2	Механические	Фильтрование; Седиментация
3	Химические	Озонирование, удаление кислорода, хлорирование, применение биореагентов и т.п.

Фильтрация – это процесс отделения морских организмов и растений от жидкости через специальный фильтр. Пропускная способность применяемых балластных фильтров обычно не превышает 50 мкм.

Следующий этап обработки балластных вод - дезинфекция. Процесс направлен на уничтожение патогенных микроорганизмов, находящихся в принятом балласте.

Выбор метода обработки всегда должен основываться на следующих критериях:

1. Безопасность;
2. Экологичность;
3. Экономичность;
4. Эффективность.

Одним из перспективных методов обработки балластных вод является термический метод, при котором вода нагревается до (80–100) °С, что приводит к гибели всех микроорганизмов [3].

Несмотря на простоту, термический метод все же имеет ряд сложностей, одна из них – решение проблемы образования накипи на теплообменных поверхностях аппаратов, нагревающих морскую воду [4].

Предотвращение процессов накипеобразования в теплообменниках морской воды

Для предотвращения процессов накипеобразования в теплообменниках морской воды, используемых при термической обработке балластных вод, рекомендуется применение комплексных многофункциональных покрытий

теплообменных поверхностей методом плазменного электролитического оксидирования (ПЭО). Данный метод разработан в Институте химии ДВО РАН [5].

Метод плазменного электролитического оксидирования (ПЭО) на сегодняшний день является одним из наиболее перспективных видов поверхностной обработки изделий из металлов и сплавов, получивший значительное теоретическое и практическое развитие за последние десятилетия, позволяет формировать многофункциональные керамикоподобные коррозионно-, износо-, теплостойкие, диэлектрические, а также декоративные покрытия.

Результатом действия плазменных микрозарядов является формирование слоя покрытия, состоящего из окисленных форм элементов обрабатываемого сплава и составляющих электролита. Такие покрытия могут служить подходящей основой для создания композиционных слоев, включающих в свой состав химически стойкие функциональные материалы. Создание композиционных покрытий на основе ПЭО-слоев возможно непосредственно в процессе поляризации или путем последующей обработки предварительно сформированного поверхностного слоя [5].

Одной из особенностей процесса формирования покрытий является реализация на поверхности обрабатываемого изделия плазменных микрозарядов. Это обуславливает образование пор на поверхности ПЭО-покрытий. Поры образуются в местах возникновения каналов пробоя микрозарядов и составляют основную долю пористости получаемых слоев. Известно, что режим оксидирования, состав электролита, а также частота и форма поляризующего сигнала существенным образом влияют на характеристики покрытий. Снижение пористости способствует увеличению защитных, в том числе противокоррозионных и антинакипных свойств покрытий [6].

В настоящее время на АО «Дальневосточный завод «Звезда» в г. Большой Камень действует производственный участок для нанесения защитных покрытий, получаемых плазменным электролитическим оксидированием [7]. Участок состоит из трех помещений, в одном из которых размещается электролитическая ванна и комплект дополнительного оборудования, предназначенного для нанесения ПЭО покрытия на детали большого размера. Помещение оснащено комплектом датчиков для обеспечения безопасности оксидирования, в том числе датчиками наличия водорода и работы вытяжной вентиляции ванны. Данное помещение предназначено для проведения основной технологической операции участка – плазменного электролитического оксидирования. Второе помещение содержит управляющую и силовую части установки ОПУ, пост управления установки, операционные зоны промывки и модификации деталей крупных размеров, дополнительное оборудование (стеллаж, тельфер). Это помещение предназначено для контроля операции оксидирования с поста оператора, а также выполнения остальных операций технологического процесса, таких как промывка, модификация, упаковывание

для крупногабаритных деталей. Третье помещение содержит рабочее место технолога, комплект измерительной аппаратуры. Помещение предназначено для обработки малогабаритных деталей, проведения оперативного контроля техпроцесса, а также проведения опытно–технологических работ.

Заключение

В настоящее время проработаны научные, технологические и производственные решения для создания теплообменного оборудования, работающего в безнакипном режиме при нагреве морской воды до температуры 100 °С за счет использования антинакипных плазменных электролитических покрытий, что позволит реализовать термический метод обработки балластных вод на судах.

Список литературы

1. Леонов В. Е. Балластные воды в судоходстве: Глобальная экологическая проблема / Sciences of Europe, 1-1 (2016): 80-87.
2. Международная Конвенция по предотвращению загрязнения с судов, МАРПОЛ 73/78,-London (UK): IMO. 2010.-- 488р.
3. Андрюхина П.А. Анализ способов обработки балластных вод. В сборнике Молодежь и научно-технический прогресс: материалы региональной научно–практической конференции. – Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2021.С. 144–149.
4. Гнеденков С.В., Минаев А.Н., Лысенко Л.В., Шаталов В.К., Шапкина Е.И., Лысенко С.Л. Исследование накипеобразования в перспективных форсированных теплообменных системах// Наукоемкие технологии. 2013. №7. С. 26-34.
5. Гнеденков С.В., Синебрюхов С.Л., Сергиенко В.И. Композиционные многофункциональные покрытия на металлах и сплавах, формируемые плазменным электролитическим оксидированием. – Владивосток: Изд-во Дальнаука, 2013. 460 с.
6. Гнеденков С.В., Синебрюхов С.Л., Егоркин В.С., Минаев А.Н., Вялый И.Е. Формирование и свойства защитных покрытий для морской техники на сплаве АМГЗ. Морские интеллектуальные технологии. 2018. № 3-1 (41). С. 116-121.
7. Минаев А.Н., Гнеденков С.В., Машталяр Д.В., Надараи К.В., Чижиков Р.Г., Синебрюхов С.Л. Система управления процессом формирования защитных покрытий для элементов морской техники. Морские интеллектуальные технологии. 2017. № 3-2 (37). С. 121-126.

Изотов Николай Владимирович

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВАХ

*Дальневосточный федеральный университет, Политехнический институт
(Школа), 690922, г. Владивосток*

*Научный руководитель – Минаев Александр Николаевич, д-р техн. наук,
профессор*

Аннотация. В статье рассматриваются способы формирования новых защитных покрытий, а также объединение нескольких методов в единое композиционное покрытие. Новые защитные покрытия могут не только защищать от коррозии, но и иметь высокие механические свойства, а некоторые даже приобретают ледофобные свойства.

Ключевые слова: защитные покрытия, алюминий, коррозия, плазменное электролитическое оксидирование, композиционное покрытие.

Введение

Алюминий и его сплавы – одни из наиболее востребованных материалов в кораблестроении и других отраслях промышленности и зачастую используются в условиях, когда поверхности металла необходима дополнительная защита [7].

Коррозия – это проблема судостроения и судоремонта, негативные последствия которой пытаются уменьшить различными методами (легирование, нанесение различных покрытий и другие). Одним из методов, позволяющих формировать на поверхности вентильных металлов и их сплавов защитные гетерооксидные слои, обладающие высокой адгезией, механическими и барьерными свойствами, является плазменное электролитическое оксидирование. Свойства формируемых слоёв зависят от обрабатываемого материала, электрических параметров режимов обработки и химическим составом электролита.

Коррозия

Самопроизвольное разрушение металлов, происходящее вследствие их взаимодействия с окружающей средой, называется коррозией (рис. 1). Среда, в которой металл подвергается коррозии (корродирует), называется коррозионной. При этом образуются продукты коррозии: химические соединения, содержащие металл в окисленной форме.

Коррозия является естественным процессом, обусловленным термодинамической нестойкостью металлов в условиях службы. Вследствие высокой скорости коррозионного разрушения контактирующих друг с другом металлов происходит значительное сокращение срока службы важных технологических и конструкционных элементов, что, в свою очередь, приводит к авариям и большим затратам на возмещение причиненного ущерба.



Рисунок 1 – Примеры коррозии на технике

Одним из наиболее опасных видов коррозии является локальная коррозия, которая при малой общей коррозии в отдельных местах может создать резкую концентрацию механических напряжений, в свою очередь содействующих дальнейшему разрушению металла.

Выявляемые микроскопическим исследованием коррозионные разрушения все опасны и особенно интеркристаллитная коррозия, ослабляющая связь между металлическими зернами, а также транскристаллитная коррозия, возникающая под действием, механических напряжений и приводящая к развитию трещин.

Анализ литературных источников показал, что на сегодняшний день достаточно хорошо исследованы многие процессы коррозионного разрушения различных металлов в разных условиях эксплуатации как в морской технике, так и промышленности в целом. Однако вопрос борьбы с коррозией остается до сих пор открытым и требующим более разнообразных подходов решения и как следствие, проведения новых исследований.

Методы защиты от коррозии

В технике для защиты металлов от коррозии используются различные методы: Легирование; Нанесение различных покрытий; Электрохимическая защита; Изменение свойств среды.

В зависимости от условий эксплуатации изделий может быть выбран тот или иной метод защиты от коррозии. В наиболее агрессивных средах (в морской воде, в почве и т.д.) применяют комбинированные методы защиты.

Легирование металлов и сплавов – это эффективный, но дорогостоящий способ увеличения коррозионной стойкости, а также жаростойкости, твердости, прочности, пластичности и других характеристик за счет ввода в их структуру определенных примесей (хром, никель, вольфрам, кобальт и др).

Легирование разделяют на поверхностное и объемное. Поверхностное легирование заключается в насыщении верхней (поверхностной) части металла или сплава тем металлом, который при окислении способен активно создавать на своей поверхности плотную защитную оксидную пленку. Например, таким образом легируют различные марки стали кремнием, хромом, алюминием.

Объемное легирование заключается в добавлении легирующих компонентов, распределение которых проводится по всему объему металла или сплава. В случае добавления при легировании сталей таких металлов, как никель

и хром, при окислении происходит их диффундирование к поверхности, что в свою очередь, образует оксидную пленку, содержащую шпинели следующего состава: $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ и $\text{NiO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$.

Нанесение различных покрытий. Нанесение различных покрытий. Защитные покрытия – это слои, искусственно создаваемые для предохранения металлических изделий и сооружений от коррозии. Покрытие может не только служить защитой от коррозии, но и для декоративных целей. Такие покрытия называют защитно-декоративным. В итоге выбор покрытия находится в зависимости от условий, в которых используется изделие из металла.

Неметаллические защитные покрытия – это краски, лаки, резина, смазки, керамика и т.п. (рис. 2).

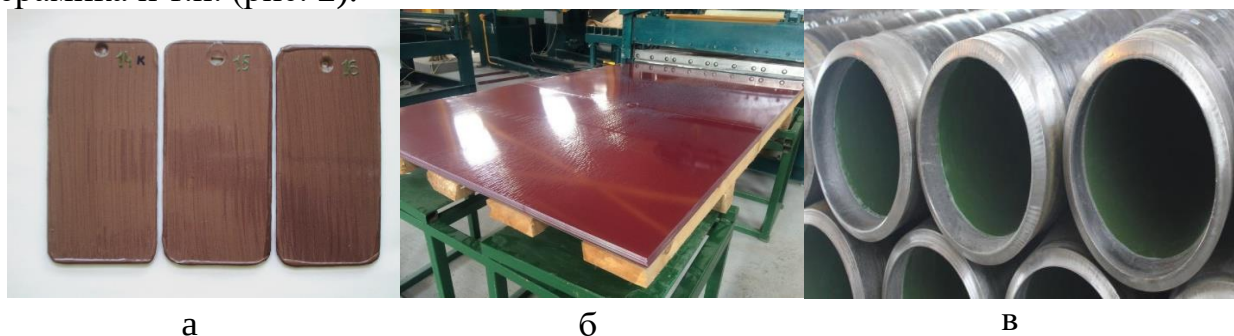


Рисунок 2 – Неметаллические защитные покрытия: а – лакокрасочные; б – полимерные; в – неорганические (силикатные)

Чистые металлы (Cd, Zn, Ni, Al, Ag, Cu, Cr, и др.) и их сплавы (латунь, бронза) также могут быть использованы как материалы для нанесения металлических защитных покрытий. По характеру поведения металлических покрытий при коррозии различают катодные и анодные покрытия.

Катодными являются металлические покрытия, имеющие в данной среде большее значение потенциала, чем потенциал основного металла. Например, Sn, Cu, Ni, Ag на стали являются катодными покрытиями. При повреждении или наличии в покрытии пор возникают коррозионные элементы, в которых основной материал служит анодом и растворяется, а материал покрытия – катодом, на котором происходит выделение водорода или поглощение кислорода. Таким образом, катодные покрытия могут защищать металл в отсутствие пор или повреждений (рис. 3, а).

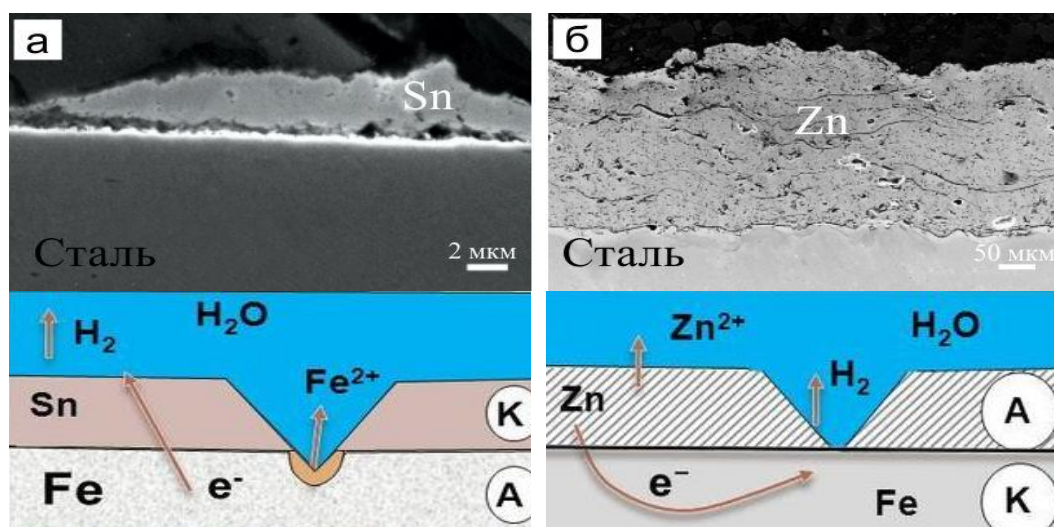


Рисунок 3 – СЭМ-изображения поперечных шлифов и схемы коррозии металлических защитных покрытий на стали: а – катодная Sn-пленка, б – анодная Zn-пленка

Металлы анодного покрытия имеют меньшее (более отрицательное) значение потенциала, чем потенциал защищаемого металла; последний является в этом случае катодом и не корродирует. Примером является оцинкованное железо (рис. 3, б).

К электрохимическим методам защиты относятся протекторная (рис. 4), катодная и анодная защита. Катодную защиту применяют для защиты от коррозии подземных металлических сооружений: нефте-, газо- или водопроводов. Анодную защиту применяют при эксплуатации оборудования в хорошо электропроводных средах и изготовленного из легко пассивирующихся материалов (нержавеющих сталей, титана, высоколегированных сплавов на основе железа), а также имеющего сварные соединения нержавеющей сталей различного состава.

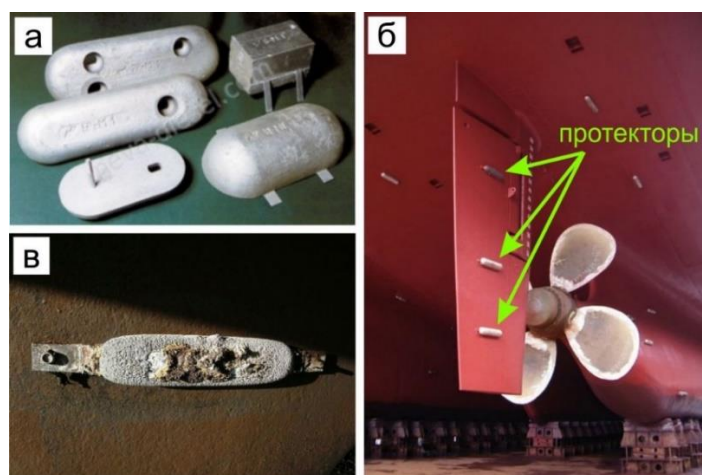


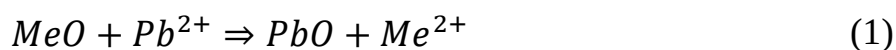
Рисунок 4 – Протекторы овальные (а), установленные на корпусе судна (б), разрушенный протектор (в)

Протекторная защита обеспечивается с помощью устанавливаемых рядом или на поверхности защищаемого объекта протекторов от коррозии. Протектор состоит из металла, имеющего более отрицательное значение стандартного

электродного потенциала, чем металл защищаемого изделия. Вследствие этого при воздействии агрессивной среды в первую очередь разрушаются установленные рядом протекторы, а коррозия самого изделия значительно замедляется или прекращается вовсе.

Изменение коррозионной агрессивности среды. С целью повышения антикоррозионной защиты эксплуатирующихся в жидких агрессивных средах различных металлов и их сплавов, добавляют вещества (NH_3 , Na_3PO_4 , NaOH), снижающие агрессивность среды путем повышения pH.

Кроме того, в настоящее время применяется неорганические и органические ингибиторы, принцип действия которых основан на создании пассивированного слоя на подвергающихся коррозионному разрушению металлах и их сплавах. Неорганические ингибиторы применяются редко и только при травлении металлов. При контакте с кислыми растворами, например, H_2SO_4 , H_3PO_4 происходит растворение оксидной пленки на металле, после которого начинает растворяться и сам металл. Согласно химической реакции 1 соединение свинца $((\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb})$ осаждается на металлической поверхности, не имеющие оксидной пленки, и прекращает ее растворение:



Органические ингибиторы – это ингибиторы, воздействующие на скорость анодной и катодной реакции. К органическим ингибиторам относят ароматические и алифатические соединения, в состав которых входят атомы кислорода, азота и серы.

Вышерассмотренные способы защиты от коррозии являются на сегодняшний момент наиболее внедренными в промышленности, народном и морском хозяйстве, однако, в современном веянии развития отраслей, происходит рост стандартов, что требует большей защиты поверхности металлических изделий. Следовательно, эффективность данных методов значительно снижается и как отмечалось ранее, требует новых подходов для дальнейшего своего развития. В этой связи, была спроектирована установка для исследования процессов коррозии в элементах морской техники, которая надежно работает при давлениях до 4 МПа и температурах рабочей среды до 300 °С. Оборудование не подведомственно органам Ростехнадзора и другим ведомствам, осуществляющим контроль за работой сосудов под давлением.

Метод плазменного электролитического оксидирования

Одним из современных и эффективных методов формирования защитных покрытий на вентильных металлах и их сплавах является плазменное электролитическое оксидирование (ПЭО). Этот метод базируется на поляризации металла в растворах электролитов при напряжениях, вызывающих протекание микроразрядов (рис. 5) на обрабатываемых поверхностях [1,2].

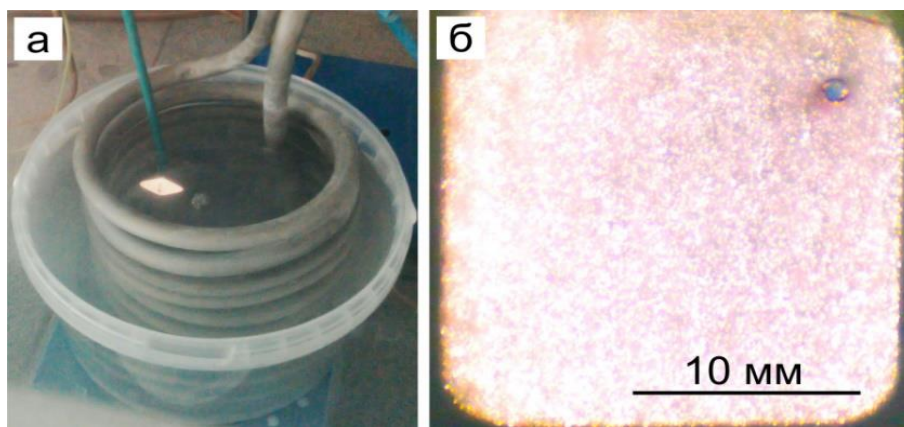


Рисунок 5 – Вид электролитической ячейки во время ПЭО (а) микроразряды на поверхности образца из алюминиевого сплава АМг3 (б)

При реализации ПЭО давление в каналах плазменных микроразрядов достигает 100 МПа, а температура в области микропробоя может повыситься до нескольких тысяч градусов. После подобного высокоэнергетического воздействия происходит резкое охлаждение области пробоя вплоть до температуры электролита, что может способствовать повышению механических характеристик формируемых поверхностных слоев [3,4]. Интенсивный массоперенос в сочетании с термолизом раствора в области с пробоем, дает возможность внедрять в покрытие элементы электролита. Изменением состава электролита и режимов формирования ПЭО-покрытий можно способствовать целенаправленному изменению свойств поверхностных слоев [6].

Химический состав, фазовые и физико-химические характеристики оксидных покрытий нередко схожи с керамикой: устойчивость к истиранию сочетается с высокими антикоррозионными характеристиками, жаростойкость – с электроизоляционными свойствами. Помимо этого, покрытия обладают значительной адгезией к подложке [6].

Условия, реализуемые в ПЭО, позволяют формировать, согласно термодинамическим расчетам, на поверхности обрабатываемого металла или сплава поверхностные слои, обладающие значительной твердостью и термостабильностью. Для этого в состав покрытий необходимо внедрять определенные химические соединения. Для целенаправленного получения этого соединения в составе поверхностных ПЭО-слоев необходимо учитывать ряд факторов: форму нахождения анионных комплексов в растворе, их устойчивость, а также следовать другим основополагающим принципам направленного подбора составов электролитов. В частности, следует принимать во внимание наряду с другими факторами изменение значения рН в объеме раствора и прианодной его области [6].

Результатом действия микроразрядов является формирование слоя, состоящего из окисленных форм элементов металла основы и компонентов электролита [1, 5, 6].

В зависимости от режима плазменного электролитического оксидирования и состава электролита можно получать керамические покрытия (антикоррозионные, антинакипные, противоизносные, биоактивные,

биоинертные, антифрикционные) с уникальными характеристиками и широким спектром практического применения [1, 2, 3].

Заключение

При изучение современной литературы и научных статей, следует что идет повсеместное исследование многими странами проблемы коррозии и формирование новых защитных покрытий. Следует отметить, что идет формирование не только новых защитных покрытий, но объединение нескольких методов формирования в единое покрытие – композиционное покрытие. Такие защитные покрытия могут не только защищать от коррозии, иметь высокие механические свойства, а некоторые даже приобретаю ледофобные свойства [8].

Список литературы

1. Гнеденков С.В., Синебрюхов С.Л., Сергиенко В.И. Композиционные многофункциональные покрытия на металлах и сплавах, формируемые плазменных электролитическим оксидированием // Владивосток: Дальнаука. 2013. 460 с.
2. Кузнецов Ю.А., Алимов В.Х. Исследование микротвердости покрытий, сформированных плазменно-электролитическим оксидированием (ФГБОУ ВПО ОрелГАУ, г.Орел, РФ)
3. Кузнецов Ю., Косенко А. и др. Влияние силикатного индекса электролита на процесс ПЭО сплавов алюминия. – Материалы Международного симпозиума «Наноматериалы для защиты промышленных и подземных конструкций» и XI Международной конференции «Физика твердого тела». – Усть-Каменогорск, Казахстан, июнь 2010. – С. 370-377.
4. Нагорнов Ю.С., Ясников И.С., Тюрков М.Н., Способы исследования поверхности методами атомно-силовой и электронной микроскопии. Тольятти: ТГУ, 2012. 58 с
5. Портнова О.С., Минаев А.Н. Плазменное электролитическое оксидирование, как метод формирования защитных покрытий на титане для элементов судового энергооборудования // Владивосток: ДВФУ. 2015.
6. Суминов И.В., Белкин П.Н., Эпельфельд А.В., Людин В.Б., Крит Б.Л. Плазменно-электролитическое модифицирование поверхности металлов и сплавов // М.: Техносфера. 2011. Т. 2, 512 с.
7. Dehnavi V., Luan B.L., Shoesmith D.W., Liu X.Y., Rohani S., Effect of duty cycle and applied current frequency on plasma electrolytic oxidation (PEO) coating growth behavior, Surf. Coat. Technol. 226 (2013) 100-107.
8. Egorkin V.S., Mashtalyar D.V., Gnedenkov A.S., Filonina V.S., Vyaliy I.E., Nadaraia K.V., Imshinetskiy I.M., Belov E.A., Izotov N.V., Sinebryukhov S.L., Gnedenkov S.V. Icephobic performance of combined fluorine-containing composite layers on al-mg-mn–si alloy surface. Polymers. 2021. 13(21), 3827.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДШИПНИКОВЫХ ОПОР ТУРБОКОМПРЕССОРОВ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ.

*Дальневосточный федеральный университет, Политехнический институт
(Школа), 690922, г. Владивосток*

*Научный руководитель – Грибниченко Матвей Валерьевич канд. техн. наук,
доцент*

Аннотация. В статье рассматриваются примеры наиболее эффективных конструкций турбокомпрессоров главных двигателей транспортных судов. Характеризуются турбокомпрессоры с расположением опор в центральной части вала для главных двигателей судов с повышенными требованиями к маневренности, таких как буксиры, различные портовые суда, а также, для всех видов дизель-генераторов.

Ключевые слова: турбокомпрессоры, наддув, эксплуатация СЭУ, судовая энергетическая установка, подшипники скольжения.

Введение

Все современные дизельные двигатели коммерческого и военно-морского флота оборудованы газотурбинным наддувом [2]. Применение наддува увеличивает коэффициент полезного действия, а также удельную мощность машины на единицу веса, что положительно сказывается на экономических и массогабаритных показателях двигателя [2,3,4]. Однако, при выборе судового дизеля имеет смысл принять во внимание конструкцию турбокомпрессора, так как конструктивное исполнение подшипниковых опор этого агрегата влияет на эффективность работы дизеля в различных режимах.

Турбокомпрессор – агрегат, состоящий из центробежного компрессора и радиальной или осевой газовой турбины, предназначенный для подачи в двигатель воздуха под давлением выше атмосферного [2,3,4].

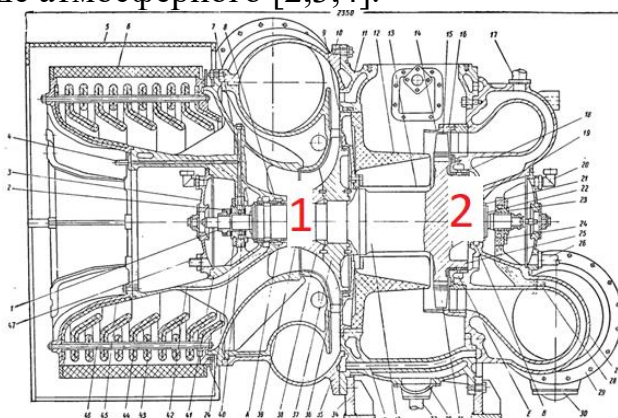


Рисунок 1 – Общий вид турбокомпрессора
1 – компрессорная часть; 2 – турбинная часть

В качестве опор для газотурбинных компрессоров используют гидродинамические подшипники. В гидродинамическом подшипнике при вращении вала на больших скоростях жидкость увлекается валом в пространство между поверхностями трения, образуемое масляным зазором, и таким образом осуществляется создание несущей способности. [2]

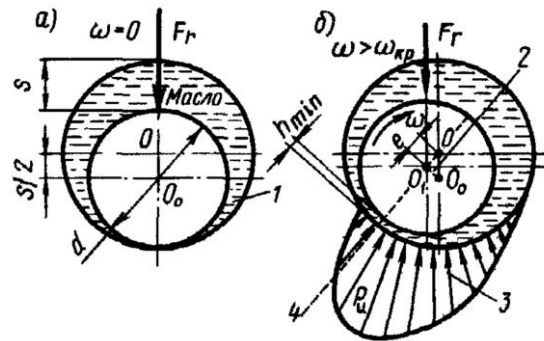


Рисунок 2 – Создание несущей способности в гидродинамическом подшипнике

С эксплуатационной точки зрения наиболее интересны следующие две характеристики гидродинамического подшипника – несущая способность и мощность трения, которая вызывает нагрев масла и подшипника в целом.

Виды конструкций турбокомпрессора по расположению подшипников

Большинство турбокомпрессоров, применяющихся на современных дизельных двигателях, можно разделить на две группы: турбокомпрессоры с подшипниками в центральной части вала (рис.3) и турбокомпрессоры с подшипниками, расположенными в крайних частях вала (рис.4) [1,5].

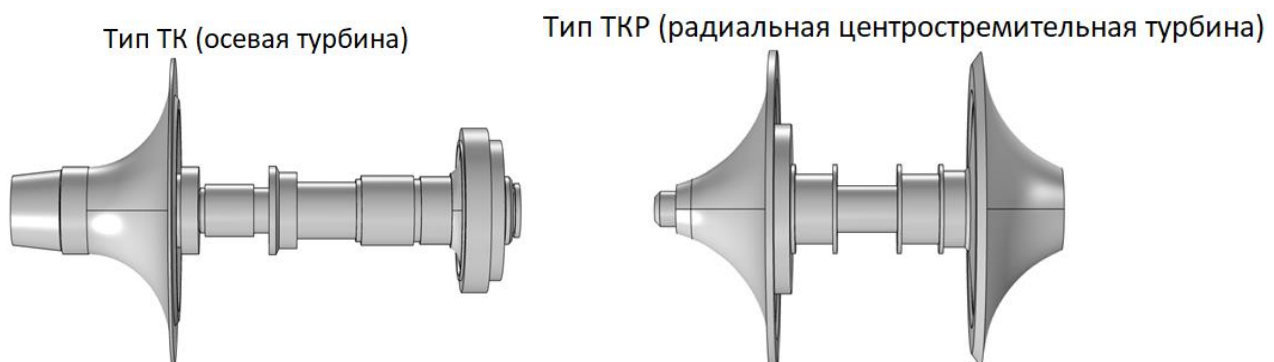


Рисунок 3 – Турбокомпрессоры с подшипниками в центральной части вала

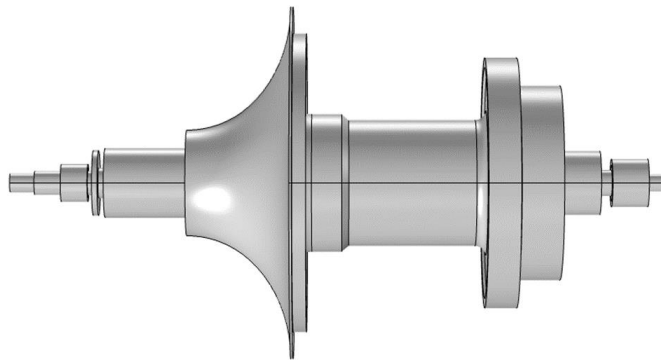


Рисунок 4 – Турбокомпрессор с подшипниками, расположенными в крайних частях вала.

Ниже приводятся результаты численных экспериментов, показывающих изменение относительного эксцентриситета и мощности трения при разгоне турбокомпрессора. Зелёные линии графиков относятся к подшипнику компрессора, синие – к подшипнику турбины.

Эксплуатационные особенности турбокомпрессоров с подшипниками в центральной части вала

Турбокомпрессоры с центральным расположением опор применяются в высоко и среднеоборотных дизелях. Это связано с тем, что при такой конструкции ротора не только достигается высокая компактность агрегата, но и подшипники обладают большей площадью по отношению к единице массы агрегата. Подшипники таких роторов обладают более стабильной характеристикой несущей способности в зависимости от частоты вращения ротора, что приводит к более устойчивому положению ротора по отношению к подшипникам при изменении нагрузки на дизель и частоты вращения турбокомпрессора. Так как среднеоборотные дизели часто используются как главные на судах с повышенными требованиями к маневренности [2,3], например, на буксирах и патрульных катерах, это качество является очень полезным.

Турбокомпрессор ТК35 (см. рис. 3, тип ТК, масса ротора 32 кг).

Как видно из рис.5, при изменении частоты вращения относительный эксцентриситет практически не изменяется во всём диапазоне частот вращения турбокомпрессора, что говорит о стабильности несущей способности во всём диапазоне режимов работы турбокомпрессора.

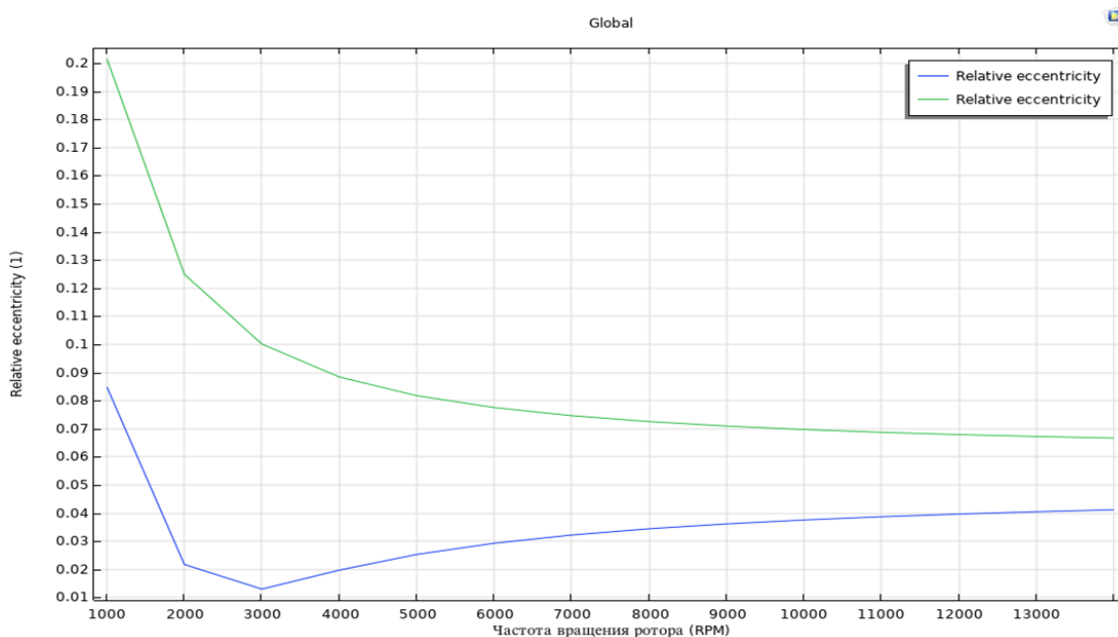


Рисунок 5 – Изменение относительного эксцентриситета в опорах в зависимости от частоты вращения ротора

На рис.6 показана зависимость мощности трения в подшипниках, на рис.7 – распределение температур по поверхности смазочного слоя. Как видно по графикам, мощность трения в данном роторе высока (достигает 3 кВт), а температуры масла могут превышать 100 °С. В связи с этим данные подшипники часто смазываются дорогим маловязким турбинным маслом, чтобы снизить температуры и потери на трение.

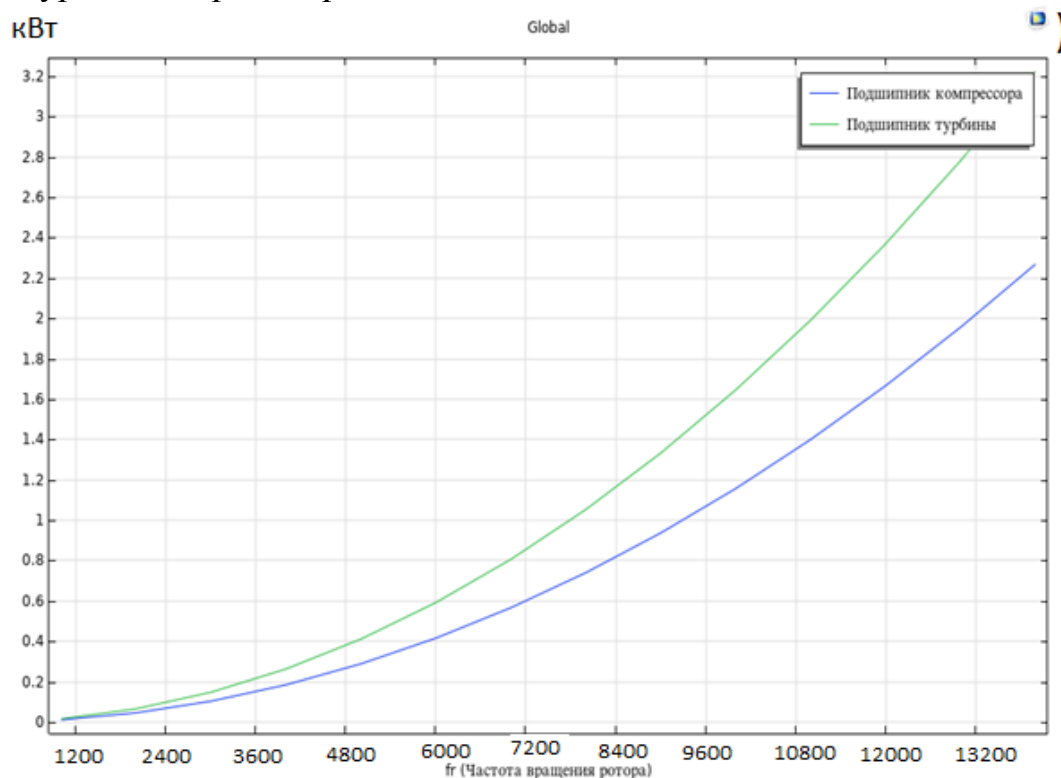


Рисунок 6 – Изменение мощности трения в опорах в зависимости от частоты вращения ротора

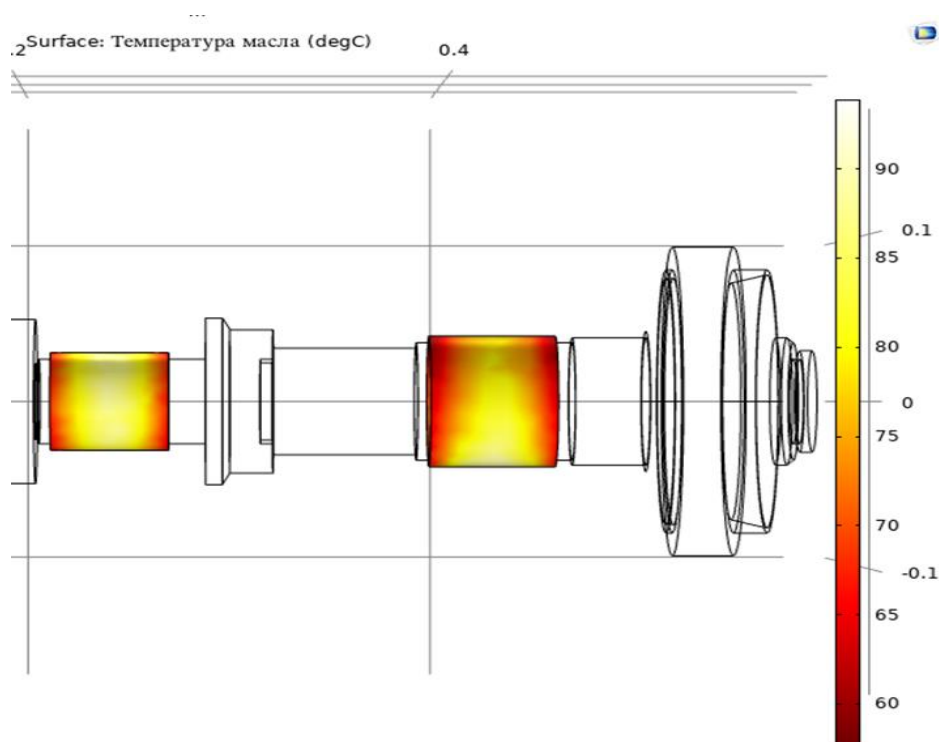


Рисунок 7 – Распределение температур в смазочном слое на максимальной скорости ротора

Эксплуатационные особенности турбокомпрессоров с подшипниками в крайних частях вала

Турбокомпрессоры с крайним расположением опор применяются в основном на крупных главных малооборотных дизелях [2,3,4]. Такие двигатели характеризуются высокой равномерностью нагрузки на двигатель в процессе эксплуатации.

Турбокомпрессор Броун Бовери VTR650 (см. рис.4, масса ротора 417 кг).

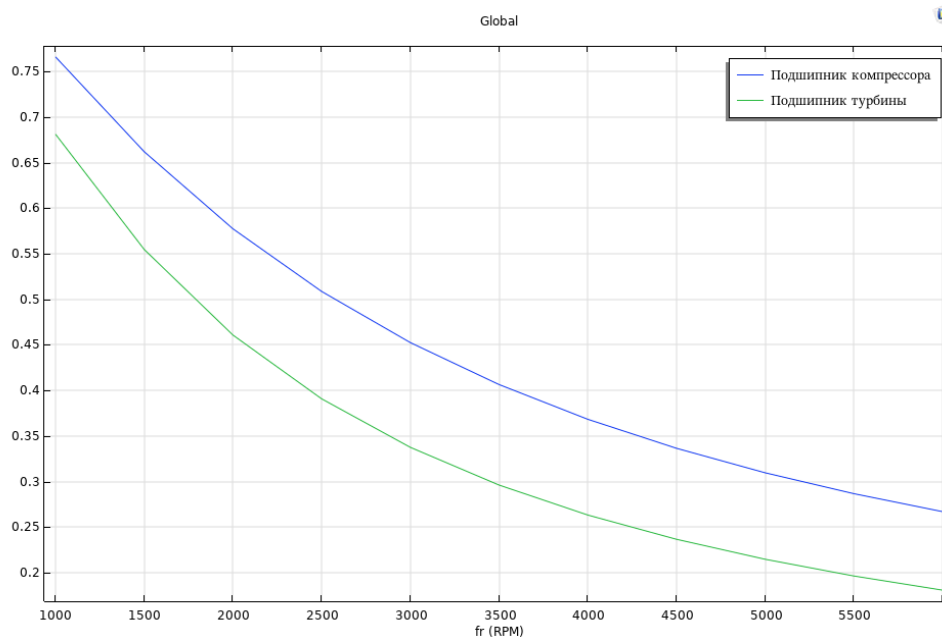


Рисунок 8 – Изменение относительного эксцентриситета в опорах в зависимости от частоты вращения ротора

График на рис. 8 показывает, что турбокомпрессоры с крайним расположением опор характеризуются сильным изменением относительного эксцентриситета в диапазоне рабочих скоростей. Это связано с тем, что при крупных размерах и массе ротора используются подшипники малого диаметра и длины. При сильных изменениях нагрузки такие роторы больше подвержены вибрации.

По графику на рис.9 видно, что такая конструкция подшипников позволяет добиться наименьших показателей потерь мощности на трение вследствие низких окружных скоростей. Так же по этой же причине становится возможным использование машинного масла циркуляционной системы дизеля, что упрощает и удешевляет систему смазки.

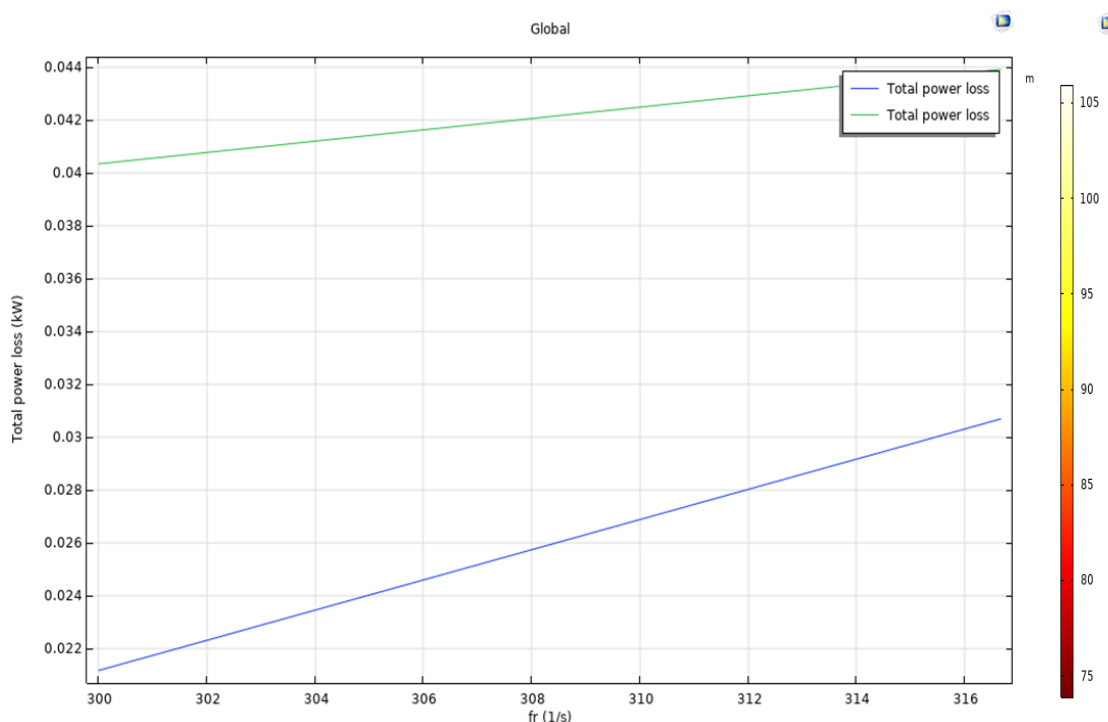


Рисунок 9 – Изменение относительного эксцентриситета в опорах в зависимости от частоты вращения ротора, распределение температур в смазочном слое на максимальной скорости ротора.

Заключение

Проведённый анализ позволяет сделать следующие выводы:

- 1 При выборе дизельного двигателя для выполнения тех или иных задач для достижения наибольшей эксплуатационной эффективности следует обратить внимание на конструкцию его турбокомпрессора.
- 2 Наиболее эффективной конструкцией является турбокомпрессор с крайним расположением опор. Однако он плохо переносит изменение режимов работы, что делает такой турбокомпрессор идеальным для главных двигателей большинства транспортных судов.

3 Турбокомпрессоры с расположением опор в центральной части вала наилучшим образом подходят для главных двигателей судов с повышенными требованиями к маневренности, таких как буксиры, различные портовые суда, а также, для всех видов дизель генераторов.

Список литературы

1. Конструктивные особенности турбокомпрессоров / 10.11.2021. URL: <https://mirmarine.net/svm/kompressory/365-turbokompressory>
- 2 Современное состояние и техническая эксплуатация турбонаддувочных агрегатов / Николаев Н.И., Савченко В.А. -СПб.: Судостроение, 2005. -114 с.
- 3 Эксплуатация судовых двигателей с газотурбинным наддувом / Кита В.Ф. - М.: Транспорт, 1969. -152 с.
- 4 Газотурбинный наддув мощных двухтактных судовых дизелей / Петровский Н.В. -Л.: Судостроение, 1970. -254 с.
- 5 Дизели морских судов. Атлас конструкций / Николаев Н.И., Андросов Б.И., Кравцов А.И., Коншин И.А. - М.: Транспорт, 1966. -276с.

Нитяговский Андрей Валерьевич

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКИХ ЧАСТОТ РОТОРОВ ТУРБОМАШИН НА ОПОРАХ С ГАЗОВОЙ СМАЗКОЙ

*Дальневосточный федеральный университет, Политехнический институт
(Школа), 690922, г. Владивосток*

*Научный руководитель – Грибниченко Матвей Валерьевич канд. техн. наук,
доцент*

Аннотация. В представленной работе приводится методика численного эксперимента по исследованию влияния конструктивных и режимных параметров турбомашин с подшипниками на газовой смазке на их динамические характеристики.

Ключевые слова: турбомашины, подшипники, газовая смазка, колебания

Введение

Применение подшипников с газовой смазкой позволяет повысить эффективность и надежность высокооборотных роторных машин, применяемых в различных областях промышленности в том числе и в судовой энергетике [1].

Одной из важных задач при проектировании турбогенераторов с подшипниками на газовой смазке является определение динамических характеристик системы ротор – подшипники. В настоящей работе рассмотрена математическая модель такой системы и составленная на ее основе программа расчета этих характеристик.

Математическая модель динамики ротора

Методика позволяет рассчитывать динамические характеристики ротора для любого числа опор n , участков l и сосредоточенных масс s . Расчётная дискретная схема турбогенератора представлена на рис.1.

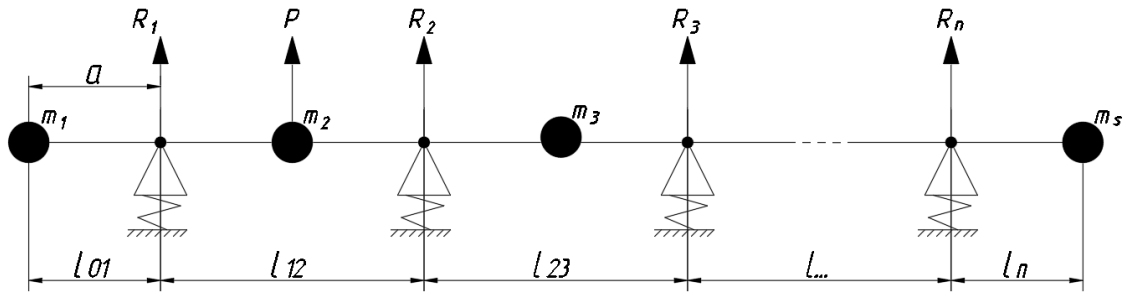


Рисунок 1 – Расчетная схема ротора, опирающегося на n опор

Для определения собственных частот и форм колебаний балки с s массами $m_1, m_2, \dots, m_s$ составляется система уравнений движения с помощью метода сил [2]:

$$\begin{aligned} y_1 &= -m_1 \cdot \ddot{y}_1 \cdot \delta_{11} - m_2 \cdot \ddot{y}_2 \cdot \delta_{12} - \dots - m_s \cdot \ddot{y}_s \cdot \delta_{1s}; \\ y_2 &= -m_1 \cdot \ddot{y}_1 \cdot \delta_{21} - m_2 \cdot \ddot{y}_2 \cdot \delta_{22} - \dots - m_s \cdot \ddot{y}_s \cdot \delta_{2s}; \\ &\dots \dots \dots \\ y_s &= -m_1 \cdot \ddot{y}_1 \cdot \delta_{s1} - m_2 \cdot \ddot{y}_2 \cdot \delta_{s2} - \dots - m_s \cdot \ddot{y}_s \cdot \delta_{ss}; \end{aligned} \quad (1)$$

где $y_1 \dots y_s$ - перемещения в точках приложения массы;

$m_1 \cdot \ddot{y}_1, m_2 \cdot \ddot{y}_2 \dots m_s \cdot \ddot{y}_s$ - силы инерции, действующие на систему,

$\delta_{11} \dots \delta_{ss} (\delta_{ij})$ - перемещения в точке приложения массы от воздействия единичной внешней силы P .

Решение системы уравнений (2.1.1) принимается в виде

$$y_i = A_i \cdot \sin(kt + \alpha); \quad (2)$$

Подставляя (2.) в (1.) получаем:

$$\begin{aligned} A_1 \cdot (m_1 \cdot \delta_{11} \cdot k^2 - 1) + A_2 \cdot m_2 \cdot \delta_{12} \cdot k^2 + \dots + A_n \cdot m_n \cdot \delta_{1n} \cdot k^2 &= 0 \\ A_1 \cdot m_1 \cdot \delta_{21} \cdot k^2 + A_2 \cdot (m_2 \cdot \delta_{22} \cdot k^2 - 1) + \dots + A_n \cdot m_n \cdot \delta_{2n} \cdot k^2 &= 0 \\ &\dots \dots \dots \\ A_1 \cdot m_1 \cdot \delta_{n1} \cdot k^2 + A_2 \cdot m_2 \cdot \delta_{n2} \cdot k^2 + \dots + A_n \cdot (m_n \cdot \delta_{nn} \cdot k^2 - 1) &= 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Найти решение системы уравнений (3) можно приравняв определитель системы (4) нулю, то есть необходимо найти такие значения k , при которых определитель матрицы будет равен 0.

$$\Delta(k^2) = \begin{vmatrix} (m_1 \delta_{11} k^2 - 1) & m_2 \delta_{12} \cdot k^2 & m_3 \delta_{13} k^2 & \dots & m_n \delta_{1s} k^2 \\ m_1 \delta_{21} k^2 & (m_2 \delta_{22} k^2 - 1) & m_3 \delta_{23} k^2 & \dots & m_7 \delta_{2s} k^2 \\ m_1 \delta_{31} k^2 & m_2 \delta_{32} k^2 & (m_3 \delta_{33} k^2 - 1) & \dots & m_7 \delta_{3s} k^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ m_1 \delta_{s1} k^2 & m_2 \delta_{s2} k^2 & m_3 \delta_{s3} k^2 & \dots & (m_s \delta_{ss} k^2 - 1) \end{vmatrix} = 0 \quad (2.1.4)$$

где $k = 2 \cdot \pi \cdot n_{вр}$

Результатом решения является n значений k^2 , определяющие n частот собственных колебаний.

На основании полученных результатов становится возможным определить и построить формы собственных частот колебаний ротора турбогенератора (рис 3) для каждого значения « k ».

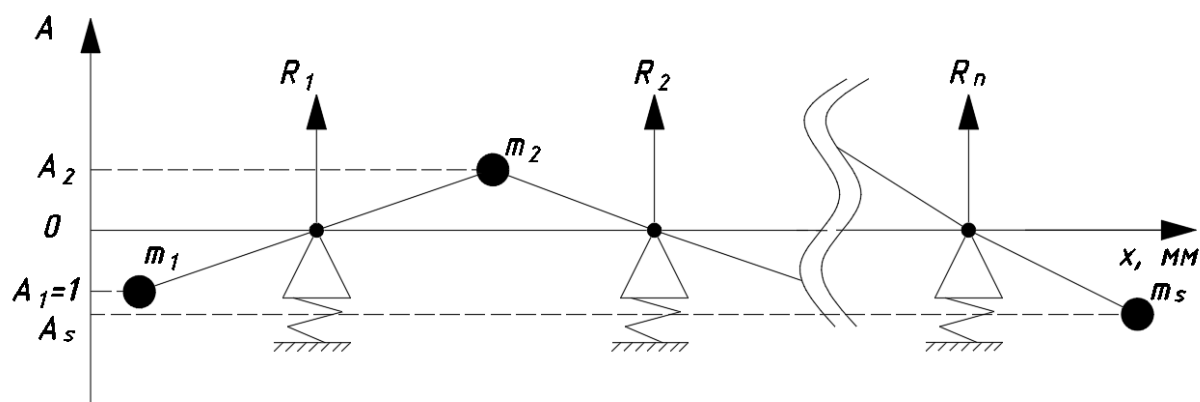


Рис. 3 – Амплитуды i -ой формы собственной частоты колебания турбогенератора

Программа расчета динамических характеристик ротора

На основании описанной выше математической модели создан программный код в среде программирования C++.

Программный код по расчету динамических характеристик ротора совмещен с программным кодом по расчету характеристик газовых подшипников. Это позволяет учитывать жесткость подшипников и при необходимости изменять их параметры до тех пор, пока они не будут удовлетворять рассчитанным характеристикам ротора. На рисунке 4 представлена блок-схема общего вида этой программы.

В блоке 2 в программу вводятся все параметры необходимые для расчета системы. Третий блок отвечает за составление матриц с параметрами дискретной модели ротора. В блоке 5 заключена часть программы, отвечающая за расчет параметров смазочного слоя подшипников. Блок 4 позволяет пропустить 5й блок в случае, если все необходимые параметры, необходимые для расчета динамики ротора, заданы. В блоке 6 заключена вторая часть: расчёт динамических характеристик ротора.

В ходе работы первой части программы одним из определяемых параметров является жесткость проектируемых опор. Использование этого параметра при расчёте динамических характеристик ротора (блок 6) является отличительной особенностью разрабатываемой программы и позволяет рассчитывать систему ротор-подшипники как единое целое. В блоке 7 производится сравнение полученных собственных частот колебаний системы с номинальными частотами вращения ротора. Если эти частоты не совпадают, программа считается завершенной. В случае, если данные частоты совпадают, такая частота является резонансной. В этом случае необходимо изменить характеристики подшипника и вернуться к расчету параметров смазочного слоя.

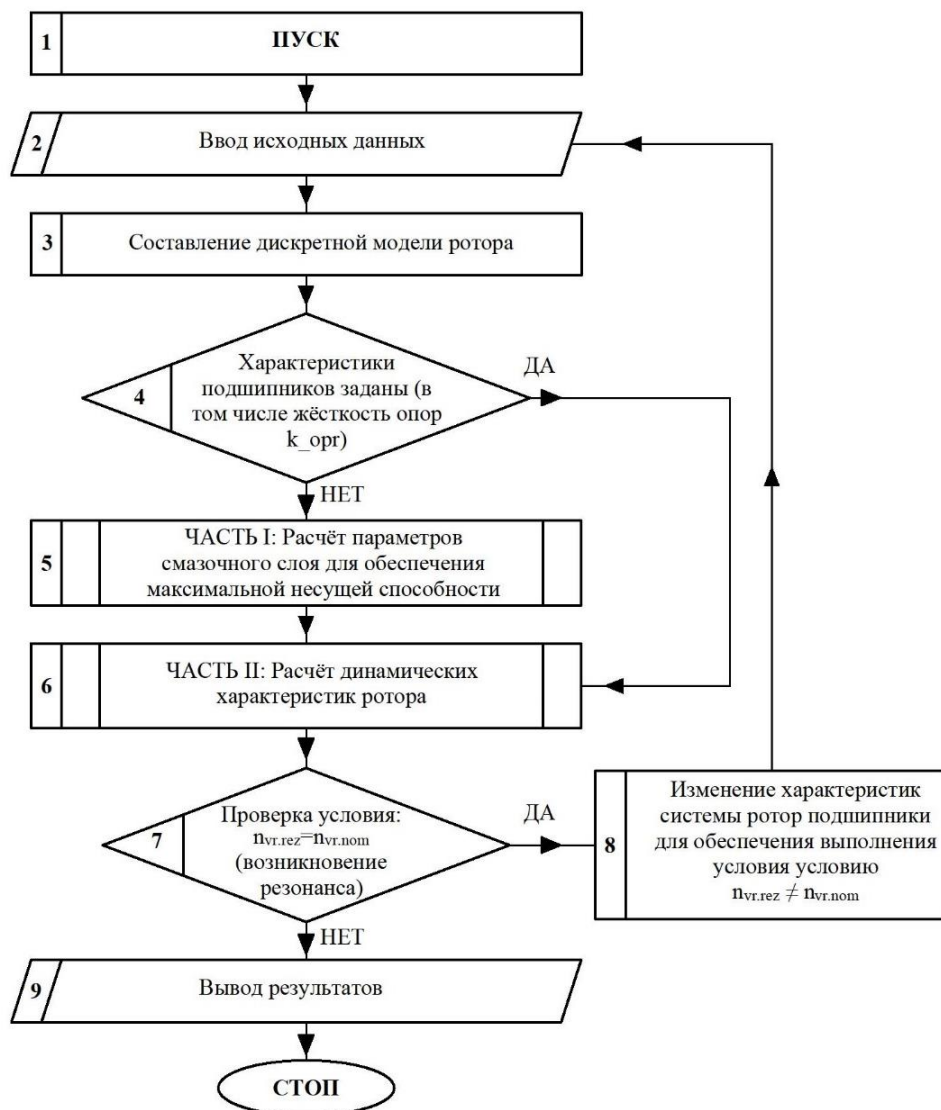


Рисунок 4 – Обобщённая блок-схема программы

Заключение

Разработанная программа расчета позволяет перейти к проведению численного эксперимента по исследованию влияния конструктивных и режимных параметров турбомашин с подшипниками на газовой смазке на их динамические характеристики, разработать рекомендации по проектированию и эксплуатации.

Итогом работы должна стать инженерная методика расчета опор для турбогенераторов с подшипниками на газовой смазке [3].

Список литературы

1. Самсонов, А.И. Подшипники с газовой смазкой для турбомашин: учебное пособие. – Владивосток : Изд-во ДВГТУ, 1996. – 112 с.
2. Лукьянов И.С. Прикладная механика материалов. Владивосток: Дальнаука, 2006. 381 с. ISBN 5-8044-0655-8.
3. Ищенко Т. А., Ищенко А. В., Нитяговский А. В., Грибиниченко М.В. Разработка инженерной методики расчета опор для турбогенераторов //

Данилов Александр Юрьевич¹, Чжан Сюань², Айыдов Дияр Нурыгдыевич²

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОПЫТА СТРОИТЕЛЬСТВА СООРУЖЕНИЙ ДВОЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

¹Дальневосточный федеральный университет, Политехнический институт
(Школа), 690922, г. Владивосток

²Белгородский государственный технический университет им. В.Г. Шухова,
г. Белгород, Россия

Научный руководитель – Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация. Статья посвящена изучению вопроса объединения различных сооружений, административных и спортивных учреждений, транспортных сооружений в крупные комплексы с подземной частью с целью переоборудования их в защитные сооружения гражданской обороны. При этом, многообразие объемно-планировочных и конструктивных решений этих сооружений вынуждает необходимость разработки определенной методики эксплуатации данных сооружений в угрожаемый период.

Ключевые слова: сооружения двойного назначения, подземные объекты, защитные сооружения, вместимость, убежище

Строительное пространство современных городских агломераций характеризуется стремительным развитием: по вертикали вверх — в высоту и вниз — под землю. В свете сегодняшних событий, учитывая усиление агрессивности и дальнейшее обострение международной напряженности можно ожидать расширение масштабов строительства сооружений двойного назначения [1].

Степень защиты, конструктивно-планировочные решения, требования к системам жизнеобеспечения защитных сооружений гражданской обороны и порядок их использования в мирное время определяются:

- нормами проектирования инженерно-технических мероприятий гражданской обороны (СНиП 2.01.51-90 Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны (ИТМ ГО);

- сводами правил СП 88.13330.2014. «Защитные сооружения гражданской обороны» и другими нормативными документами по проектированию жилых, общественных производственных и вспомогательных зданий и сооружений.

Объекты двойного назначения можно запроектировать в таких сооружениях как:

- склады;
- подземные автомобильные стоянки;
- спортивные комплексы;

- объекты культурно-бытового назначения;
- стрелковые тиры.

Строительство объектов двойного назначения обычно планируется:

- в подвалах;
- в цокольных этажах.

Причинами освоения подземного пространства можно считать:

- недостаток свободных городских земель для нового строительства;
- необходимость реконструкции (развития) транспортной системы, разведение транспортного и пешеходного движения на разных уровнях;
- развитие системы обслуживания;
- увеличение количества транспортных средств и потребность в площадях для их хранения;
- развитие инженерного оборудования города;
- развитие строительных технологий [2].

Таблица 1

Перевод помещений многофункциональных комплексов в режим работы убежища

Мирное время	Военное время
Телевизионные центры, узлы связи, пункты управления МЧС, ГО	Командные пункты, узлы связи
Заводы по выпуску специальной продукции (оптики, точных приборов и т.д.)	Заводы стратегического назначения по выпуску боевой техники и боеприпасов
Вокзалы, кинотеатры, супермаркеты, рестораны, кафе	Убежища различного типа и классности, мобилизационные пункты, госпитали
АЗС, ГЭС, ГЭС, трансформаторные подстанции	Источники, получения электроэнергии и ее распределители
Хранилища нефтепродуктов	Стратегические запасы нефтепродуктов
Склады промышленных товаров	Склады вещевого имущества, оружия и боеприпасов
Гаражи-стоянки автомашин, автопарки и автокомбинаты	Стоянки гусенично-тракторной боевой техники, убежища
Химические заводы и лаборатории	Заводы по выпуску компонентов ВВ, исследовательские лаборатории

Подземные сооружения двойного назначения должны соответствовать следующим критериям:

- экологическая безопасность;
- функциональное назначение;
- безопасность размещения;

- учет геологических и гидрогеологических условий места размещения;
- использование по двойному назначению при возникновении чрезвычайных ситуаций и военной угрозе;
- экономические показатели [3].

Главной особенностью сооружений такого плана есть возможность в короткие сроки свернуть проходящий в них технологический процесс и превратить их в бункера, которые готовы принять и укрыть людей во время угрозы извне. Или же во время предполагаемого возникновения ЧС природного, или техногенного характера [4].

На сегодняшний день в каждом большом городе России есть тысячи старых объектов, построенных с целью спасения граждан страны в минуты опасности. Но более половины из них нуждаются в серьезной реконструкции, и, кроме этого, большинство бункеров давно используются не по назначению, и в нужный момент не смогут быть использованы для защиты.

В связи с этим, строительство новых современных, и модернизация существующих защитных объектов крайне необходима. А современные проекты таких зданий подразумевают их быстровозводимость, а, кроме этого, бункеры строят лишь в самых густонаселенных районах городов [1].

Создание подземных multifunctional объектов способствует решению ряда задач градостроительного, экономического и социального плана и сочетается с определенным экономическим эффектом (рис.1). Целесообразность размещения различных объектов культурного спортивного и бытового назначения возникает при их комплексном решении с транспортными сооружениями и пешеходными переходами.



Рисунок 1 - Модель развития городского пространства

Однако кроме защиты требуется обеспечить возможность длительного пребывания людей в убежище (до прекращения пожаров, спада уровней радиации). Для этого сооружения помимо фильтровентиляции, снабжающей людей воздухом, должны иметь надежное электропитание, санитарно-

технические устройства (водопровод, канализацию, отопление), радио- и телефонную связь, а также запасы воды и продовольствия [2].

Строительство убежищ началось еще в 1930-х годах. Естественно, с того времени требования к убежищам неоднократно изменялись. Поэтому в практике эксплуатации можно встретить самые различные убежища как по планировочным и конструктивным решениям, так и по внутреннему их оборудованию и оснащению. Наиболее известным примером сооружений двойного назначения являются станции метрополитена, которые еще в годы Великой Отечественной войны спасли немало человеческих жизней.

Современные убежища характеризуются большой вместимостью (2000–5000 чел.). Это делает их более автономными и надежными, более удобными для эксплуатации в мирное время и более экономичными. Строительство убежищ вместимостью менее 150 чел. допускается только в исключительных случаях.

Устройство и внутреннее оборудование убежища во многом зависят от его вместимости, т. е. от максимального количества людей, которое можно укрыть в сооружении. Убежища большой вместимости имеют более сложное внутреннее оборудование по сравнению с сооружениями малой вместимости. Сложность внутреннего оборудования и инженерных сетей, оснащенность агрегатами, механизмами, приборами зависят также от назначения и характера использования помещений в мирное время [5].

Заключение

Основными защитными сооружениями гражданской обороны являются метрополитены. В отечественной строительной практике прослеживается тенденция к объединению торгово-бытовых предприятий, зрелищных, культурно-просветительных, административных и спортивных учреждений, транспортных сооружений в крупные комплексы с подземной частью. Такие комплексы располагают на основных транспортных магистралях, их пересечениях, в транспортных узлах, под крупными городскими площадями либо улицами.

При этом, многообразие объемно-планировочных и конструктивных решений этих сооружений вынуждает необходимость разработки определенной методики эксплуатации данных сооружений в угрожаемый период.

Список литературы

1. Каримуллин Т.А., Айдарова Г.Н. Безопасный город в экстремальном мире. Постановка проблемы. Модель // Известия КазГАСУ. 2011. №2 (16). С. 26-37
2. Федюк Р.С., Козлов П.Г., Мочалов А.В., Панарин И.И., Тимохин Р.А., Лисейцев Ю.Л. Повышение эффективности городских подземных сооружений в качестве объектов гражданской обороны // Вестник РУДН. Серия: Инженерные исследования. 2019. Т. 20. № 1. С. 28-36.
3. Абсаламов А.Э., Мухин В.И., Петров В.В., Яковишин Н.Д. Экспертная оценка размещения многофункциональных комплексов двойного назначения // Инженерный вестник Дона. 2019. № 7 (58). С. 25-38.

4. Безносик Е.А., Еремин А.П. Методика оценки возможности приспособления инженерных сооружений для укрытия населения при чрезвычайных ситуациях // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2017. №1. С. 87-93.

5. Макишин В.Н., Козлов П.Г., Федюк Р.С., Мочалов А.В., Панарин И.И. Технологическая эффективность использования городских подземных сооружений двойного назначения // Вестник ИШ ДВФУ. 2019. №1 (38). С.150-160

Галимов Артем Ринатович¹, Павленко Андрей Дмитриевич¹, Сяо Вэнсюй²

ПОВЫШЕНИЕ ЗАЩИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРОИТЕЛЬНЫХ ГРУНТОВ

¹Дальневосточный федеральный университет, Политехнический институт (Школа), 690922, г. Владивосток

²Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород

Научный руководитель – Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация. В статье рассматриваются методы усиления грунтов, позволяющие использовать для строительства дорог и защитных сооружений, а также и других видов деятельности земельные участки, имеющие заведомо низкие инженерно-геологические показатели (болота, насыпные грунты и прочие).

Ключевые слова: битумизация, грунт, грунтовое основание, защитные сооружения, метод усиления

В современном мире, насыщенном природными и техногенными опасностями, вопрос о защите населения от различных воздействий обретает особую актуальность. Ведь с течением времени огромными темпами совершенствуется и модернизируется оружие (в том числе и массового поражения), способное уничтожить не только отдельно стоящий дом, но и целый город. Противостояние России и стран НАТО («холодная война», которая так и не закончилась) сохраняет мировую военно-политическую обстановку довольно накалённой. Кроме того, постепенное изменение климата, к которому «приложил руку» человек, вызывает все увеличивающееся число природных катастроф. Согласно статистике, основная причина возникновения аварийных ситуаций при эксплуатации зданий и сооружений — это нарушение работы оснований и фундаментов. Основным этапом по избеганию от разрушающих последствий, является защита как гражданских объектов, так и военной инфраструктуры на ранних стадиях возведения сооружения. Именно поэтому необходимо изучение и получение новых способов повышения защитных качеств и характеристик грунта[1].

Исходя из основных знаний по улучшению прочностных качеств грунтов основания, типовые решения по улучшению характеристик отсутствуют, в отличие от усиления различных конструктивных элементов здания (стены, колонны, фундаменты).

К основным методам усиления грунтов относятся: физико-химические, механические (уплотнение) и конструктивные (табл.1).

Таблица 1

Основные методы усиления грунтов

Физико-химические	Механические	Конструктивные
Силикатизация	Поверхностное уплотнение	Грунтовые подушки
Цементация	Глубинное уплотнение	Шпунтированное ограждение
Смолизация		Армирование
Глинизация		Противофильтрационные завесы
Битумизация		
Термическая обработка		

Механические методы усиления грунтов

Механические методы усиления грунтов представляют собой различные варианты их уплотнения: поверхностное и глубинное [2].

Поверхностное уплотнение осуществляется при помощи грунтоуплотняющих машин, трамбовок, катков, вибраторов, способных уплотнять основание глубиной до 10 м. Данный метод, используют при необходимости выполнить уплотнение на глубину до 1,5–2 м.

Глубинное уплотнение - предварительное обжатие грунтов. Этот метод производится посредством нагружения временной насыпью слабого основания, насыщенного водой и примесями. По этой причине вследствие уплотнения из пор грунтового основания выдавливается вода. Также, используя способ понижения уровня грунтовых вод с их последующей откачкой через скважины или созданный дренаж, можно произвести обжатие.

Методы усиления грунтов конструктивными элементами

Грунтовые подушки - метод заключается в замене слабонесущего грунта, расположенного под фундаментом на малосжимаемый, в качестве которого используют песок, щебень, шлак, и его последующего уплотнения во избежание его осадки.

Шпунтовые ограждения - метод используется с целью предотвращения выпираания слабонесущего основания из-под фундамента. При устройстве данного метода по периметру фундамента на минимальном от него расстоянии монтируется ограждение из свайных конструкций. Сваи забиваются в слой плотного грунта, проходя насквозь через слабонесущий [3].

Армирование – способствует устранению просадок и позволяет повысить прочностные характеристики. Армирование подразумевает внедрение в грунт

дополнительных высокопрочных элементов в виде бетона, железобетона, грунтоцемента, цементно-песчаного раствора, которые обеспечат требуемые характеристики основания.

Противофильтрационные завесы - метод применяется для предотвращения фильтрации подземных вод через грунт основания. Способ производится путем заливки в подготовленные скважины тиксотропной суспензии, которая создается на основе бетонитовой глины, способной поглощать воду в больших количествах, а после загустевания создавать водонепроницаемый экран.

Рассмотрим наиболее современные и основные методы улучшения и усиления грунтов, которые являются основными в наши дни. Таковыми являются физико-химические методы улучшения прочностных параметров грунта (см. табл. 2).

Таблица 2

Способы химического закрепления грунтов и область их применения

Метод усиления грунта	Реакция среды закрепляющих реагентов	Вид грунта	Коэффициент фильтрации и грунтов, м/сут	Плотность раствора силиката натрия, применяемого для двухрастворной силикатизации, г/куб. см	Радиус закрепления грунта, м	Область применения	Экстремальные и средние значения прочности при одноосном сжатии, МПа
Двухрастворная силикатизация на основе силиката натрия и хлористого кальция	Щелочная	Пески разной крупности	5-80	1,38-1,44	0,3-1	В песках гравелистых, крупных и средней крупности	2,0-8,0
Газовая силикатизация на основе силиката натрия и углекислого газа	Щелочная	Пески разной крупности	0,5-20	1,35-1,38	0,3-1	В просадочных грунтах, обладающих емкостью поглощения не менее 10 мг-экв на 100 г сухого грунта и степенью влажности не более 0,7	0,5-3,5

Силикатизация, то есть инъецирование грунтов основания растворами жидкого стекла (водный щелочной раствор силикатов натрия $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ и калия $\text{K}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$). В предварительно пробуренные скважины через перфорированные трубы подается раствор под давлением 0,6 МПа.

Использование данного метода способствует повышению прочности песков различной крупности, насыпных грунтов. При силикатизации вокруг каждой скважины создается столб упрочненного основания диаметром до 2 м.

Цементация. Цементацию применяют при закреплении грунтов просадочного типа, водопроницаемых, трещиноватых скальных пород, лессов, крупного песка. Инъектирование грунтов производят водоцементным раствором с добавлением песка под давлением до 10 МПа. В результате цементации раствор заполняет поры грунта, при этом образуя новое высокопрочное основание [4].

Из анализа химического закрепления грунтов была выявлена линейная зависимость повышения прочностных характеристик в зависимости от плотности раствора силиката натрия. С увеличением плотности линейно увеличивались экстремальные и средние значения прочности при одноосном сжатии (см. рис. 1 и рис. 2).

Также было выявлено, что коэффициент грунта – разрыхления, в частности тип составляющих его частиц, обратно влияет на прочностные качества. То есть, с увеличением коэффициента разрыхления грунта снижается прочность [5].

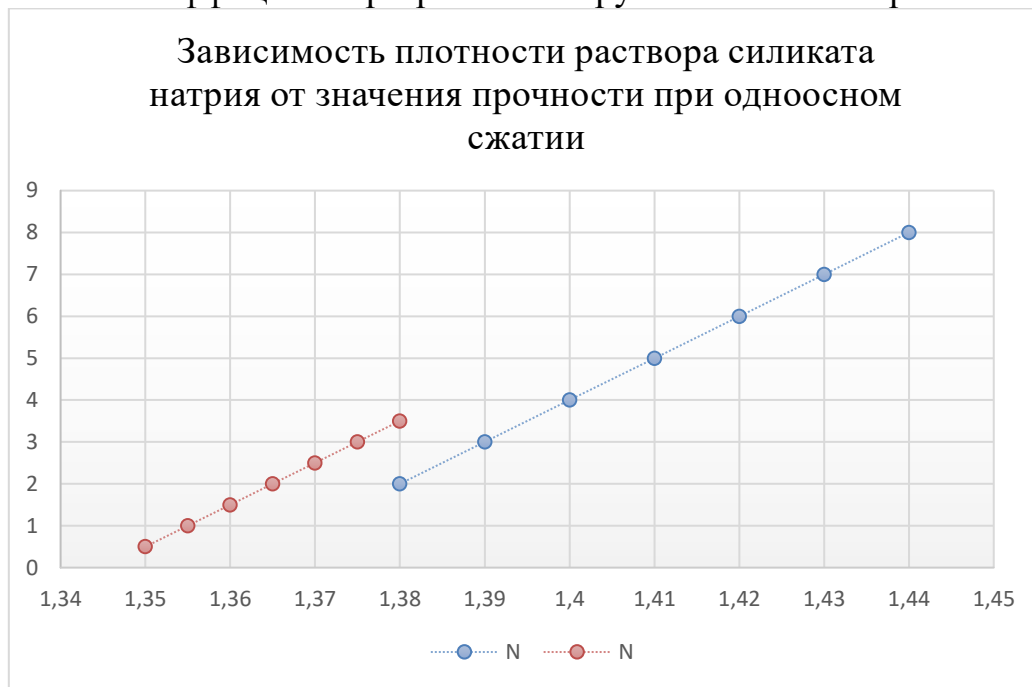


Рисунок 1 - График зависимости плотности раствора силиката натрия от значения прочности при одноосном сжатии

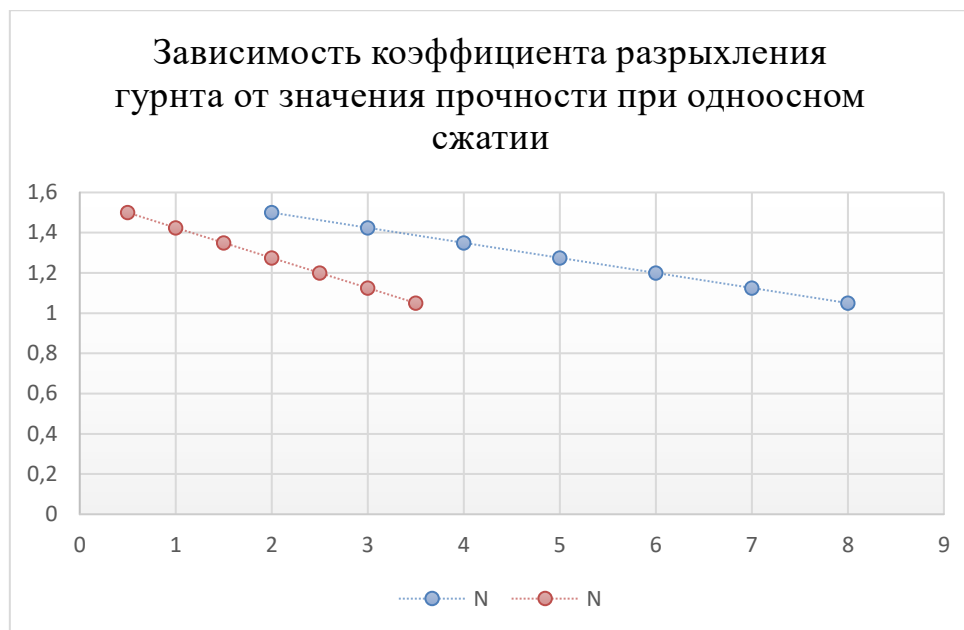


Рисунок 2 - График зависимости коэффициента разрыхления грунта от значения прочности при одноосном сжатии

Смолизация заключается в инъецировании в грунты основания синтетических смол с добавлением отвердителей. Данный метод целесообразно использовать для усиления пылеватых, мелких песков, супесей и суглинков. Выделяют вертикальный, горизонтальный и наклонный способы установки иньекторов.

Глинизация - нагнетание глинистой суспензии, производится для снижения фильтрующих свойств песчаного основания. При проникновении глинистых частиц в поры грунта происходит его тампонаж с созданием водоупорной зоны и заливание. Так как частицы глины могут выноситься потоком, поэтому глинизацию целесообразно использовать при небольшой скорости течения грунтовых вод.

Битумизация - способ снижения фильтрационных свойств грунта, применимый при высоких скоростях движения грунтовых вод. Разделяются методы холодной и горячей битумизации. В первом случае в пробуренные скважины подается битумная эмульсия, а во втором – расплавленный битум. Результатом обоих случаев является создание водонепроницаемой зоны вокруг иньектора [6].

Термический способ применяют для усиления грунтов, обладающих просадочными свойствами. Он заключается в сжигании топлива в предварительно пробуренной скважине. Для поддержания процесса горения топлива на глубине в скважину подается воздух. При температуре 400–800 °С происходит устранение просадочных свойств грунта, при этом каждая скважина способна произвести закрепление массива грунта диаметром до 2,5 м.

Заключение

Усиление грунтов позволяет использовать для строительства земельные участки, имеющие заведомо низкие инженерно-геологические показатели (болота, насыпные грунты и прочие) и других видов деятельности. Современные

высокотехнологичные способы повышения несущей способности грунтов оснований позволяют наиболее рационально подходить к их использованию для строительства различных сооружений и элементов дорог.

Список литературы

1. 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.
2. Гречко Д.С. Методы усиления фундаментов и оснований грунтов // В сборнике: Совершенствование методологии познания в целях развития науки. сборник статей Международной научно-практической конференции. 2018. С. 18-21.
3. Гурьянов К.В. Усиление оснований и фундаментов зданий методами струйной цементации грунтов // В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. 2018. С. 1229-1231.
4. Свод правил СП 45.13330.2017. Земляные сооружения, основания и фундаменты
5. Мурашова Е.Г., Архипов А.Е. Химические методы усиления грунтов // В сборнике: Архитектура, строительство, землеустройство и кадастры на Дальнем Востоке в XXI веке. Материалы Международной научно-практической конференции. 2017. С. 131-134.
6. Каганович Н.А. Усиление фундаментов методом струйной цементации грунтов // В сборнике: Наука сегодня: теоретические и практические аспекты. Материалы международной научно-практической конференции: в 2 частях. 2018. С. 45-47.

Козлов Павел Геннадьевич¹, Панарин Игорь Иванович¹, Леденцов Кирилл Евгеньевич¹, Рамазанов Рустам Габтилфаритович², Шарипов Ленар Рашидович²

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПУСТОТ (ПЕЩЕР) В ЦЕЛЯХ УКРЫТИЯ НАСЕЛЕНИЯ

¹*Дальневосточный федеральный университет, Военный учебный центр, 690922, г. Владивосток, Россия*

²*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород*

Аннотация. в статье приведены примеры некоторых изученных пещер Приморского края. Рассматривается возможность применения этих пещер в качестве защитных сооружений гражданской обороны для размещения в особый период запасов материальных средств и укрываемых.

Ключевые слова: водоснабжение, вместимость, защита населения, материальные средства, подземное пространство, пещера, убежище, укрываемые

Для освоения подземного пространства могут использоваться различные методы: приспособление природных полостей, строительство специальных подземных сооружений и реконструкция существующих объектов для использования их в новом качестве (повторное использование). Технически задача решается, например, проведением выработок по неустойчивым водоносным породам методом их предварительного упрочнения, а способы этого упрочнения могут быть различными: замораживание, цементация, химическое закрепление и т.п. [3, 4].

В настоящее время различают следующие виды подземных пространств:

- 1) естественные полости (пещеры);
- 2) выработки горнодобывающих предприятий, используемые в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых;
- 3) подземные выработки промышленных объектов и городской инфраструктуры;
- 4) засыпные сооружения, создаваемые в складках рельефа горной местности.

Пещера - это естественная подземная полость доступная для проникновения человека, имеющая не освещенные солнечным светом части и длину (глубину) больше, чем два других измерения [5]. Классификация горных выработок и пещер приведена в табл. 1.

Естественные подземные полости в современных условиях малопригодны для защиты населения. Условно пригодными для защиты населения следует признать горизонтальные вскрывающие выработки (штольни) горных предприятий, ведущих разработку месторождений в горной местности. Однако здесь решающим фактором является доступность населения к этим выработкам [3].

Таблица 1

Классификация пещер

№ п/п	Тип пещеры	Характеристики	Типы породы
1.	Карстовые	естественные шахты, колодцы, полости, имеющие четкие границы и возникающие в карстующихся породах	Известняк, мрамор, доломит,
-	карстовые пещеры в карбонатах*	- гипогенного типа (пещеры Карбонатитовая в Восточном Саяне);	мел, гипс и соль

№ п/п	Тип пещеры	Характеристики	Типы породы
		- эпигенного типа (полости Пещерного холма в Уганде)	
2.	Ледниковые	- образуемые в леднике в месте выхода внутриледниковых и подледниковых вод; - образуемые в ледниках в месте выхода расположенных под ледником подземных термальных вод; - дислокационные пещеры, которые образуются в результате перемещения покровных ледников по поверхности Земли	Ледниковые
3.	Вулканические	- образуемые при извержениях вулканов, когда поток лавы, остывая, покрывается твёрдой коркой, образуя лавовую трубку, внутри которой по-прежнему течёт расплавленная порода	Вулканические
4.	Эрозионные	- образуемые в результате действия поверхностных вод	Песчаники, граниты
5.	Тектонические	- образуемые в результате образования тектонических разломов	в любых породах

*Карстовые пещеры в карбонатах недолговечны и сроки их существования не превышают нескольких лет при благоприятных условиях [5].

Глубиной пещеры называют разность высот между входом (самым верхним из входов, если их несколько) и самой нижней точкой пещеры. максимальная глубина залегания ходов пещер под поверхностью может составлять не более 3000 метров: глубже любую пещеру раздавит вес вышележащих горных пород. Для карстовых пещер максимальная глубина залегания определяется базисом карстования (нижним пределом карстовых процессов, совпадающим с основанием толщи известняка), который может быть ниже базиса эрозии благодаря наличию сифонных каналов [1].

Самыми глубокими пещерами в настоящее время являются:

- пещера им. Веревкина (Абхазия) глубиной 2204 м;
- пещера Крубера-Воронья (Абхазия) глубиной 2196 м.

Самые протяжённые пещеры мира:

- пещера Мамонтова (США) длиной 676 км;
- пещера Сак-Актун (Мексика) длиной 372 км.

Обустройство природных и техногенных полостей состоит в выполнении строительных и монтажных работ по обеспечению функциональных, технических, экономических и других требований, заданных по условиям эксплуатации подземного объекта. Удалённость некоторых пещер от населённых пунктов и постоянный температурный режим позволяет использовать пещеры для обустройства баз и складов общего назначения предприятий ресурсного обеспечения, «Складов государственного резерва».

В Приморском крае имеется большое количество природных пещер, изученных специалистами, многие из них возможно использовать в интересах населения [8]. Приспособление природной полости для размещения в них складских помещений состоит в доведении их форм и размеров до проектных величин и последующем обустройстве в соответствии с функциональным назначением объекта.

Опись подземных пространств горных выработок и пещер на территории Приморского края представлена в табл. 2.

При определении геометрических параметров и вместимости подземного пространства горных выработок и пещер устанавливаются их местонахождение и географические координаты, длина или протяженность (L, м); глубина (H, м) – расстояние по вертикали от входа до самой нижней точки полости; площадь (S, кв. м) и объём (V, куб. м), средняя, максимальная и минимальная ширина (b, м) и высота (h, м).

Для крупных полостей горных выработок и пещер строятся графики распределения ширины и высоты, дающие более полное представление о них.

Таблица 2

Опись подземных пространств горных выработок и пещер на территории
Приморского края

№ п/п	Название и местонахождение пещеры	Протяжен- ность м	Глубина/ объём м/м ³	Основное помещение			
				Высота, м	Шири на, м	Длина, м	Площа дь, м ²
1	Бикинская-I, Пожарский р-н	72	-	-	-	-	-
2	Бикинская-II, Пожарский р-н	40-50	-	-	-	-	-
3	Спасская, Спасский р-н	2200	-	3-5	2-3	3-5	до 15
4	Приисковая, Яковлевский р-н	270	69	12	19	24	420
5	Синегорская, Яковлевский р-н	170	-/14600	15	32	30	460 треуго льной формы
6	Медвежья, Яковлевский р-н	62	14/-	-	-	-	-
7	Богатая фанза, Хасанский р-н	146	-	-	-	-	-
8	Николаевская, Дальнегорский р-н	960	17/4000	11	15	15	920 (4x230)
9	Новая (Новониколаевская), Дальнегорский р-н	112	-	3,8	6	108	650

10	Садовая, Дальнегорский р-н	192	12/1100	-	-	-	-
11	Дальнегорская, Дальнегорский р-н	103	37/-	4,5	6,3	94	590
12	Ледяная Малютка, Дальнегорский р-н	98	20/-	-	-	-	-
13	Холодильник (Полярная) , Дальнегорский р-н	37	-	-	-	-	-
14	Нежная, Дальнегорский р-н	95	ширина от 2,5 до 5 м	3,8	4,5	55	250
15	Сюрпризная, Дальнегорский р-н	53	-	-	-	-	-
16	Белый Парус, Дальнегорский р-н	89	15	-	-	-	-
17	Чертовы Ворота, Дальнегорский р-н	132	-/2500	12	8,5	33	280

Одним из первых условий пригодности использования горных выработок и пещер в качестве защитных сооружений является вместимость подземных помещений (полостей), минимальные размеры которых, для размещения укрываемых должны составлять: по высоте не менее 1,8 м, по ширине не менее 2 м, угол наклона не более 18°. Внутренний объём всей подземной полости должен быть не менее 1,5 м³ на одного укрываемого [6].

На основании вышеперечисленного, по годности к эксплуатации в особый период подземные полости (сооружения, помещения) можно классифицировать:

- пригодными к использованию в качестве защитного сооружения на особый период, если их вместимость составляет не менее 50 чел., или они позволяют разместить не менее 200 тонн материальных средств;

- ограниченно пригодными - если их вместимость составляет не менее 20 чел., или они позволяют разместить не менее 100 тонн материальных средств [7].

По вместимости: малой вместимости (150—400 чел.), средней вместимости (400—600 чел.) и большой вместимости (600—1500 чел.) [3].

Решение задачи

Используя методику «Расчет эффективности применения городских подземных сооружений в качестве защитных» [2] проведем оценку возможности применения пещер Приморского края в качестве защитных сооружений ГО и ЧС.

1. Пещера Бикинская-I - частично обводненная галерея, вытянутая вдоль поверхности вертикальной скалы. Длина пещеры 72 м. Глубина воды в озере достигает 2 м. Для размещения укрываемых непригодна. Возможно использовать в качестве источника водоснабжения.

2. Пещера Бикинская-II вытянута в том же направлении, что и Бикинская-I, и по дну ее протекает три соединяющихся внутри полости ручья. Длина

пещеры 40-50 м. Для размещения укрываемых непригодна. Возможно использовать в качестве источника водоснабжения.

3. Пещера Спасская - горизонтальная лабиринтная система, связанная с поверхностью двумя входами, расположенными на дне провальной воронки.

Пещера в пределах массива, состоит из залов и зальчиков, соединенных ходами 1,5 - 2 м. В местах пересечения галерей образовались залы. Ширина галерей от 1-3 м до 5 м, высота 2-3 м. Длина ходов превышает 2200 метров. Внутри имеются озера. Для размещения укрываемых непригодна. Возможно использовать в качестве источника водоснабжения.

4. Пещера Приисковая - большой зал, связанный с поверхностью провальной воронкой. Воронка выводит в самый крупный грот пещеры - Зал Гигантских Теней площадью около 400 кв.м. В плане зал имеет близкую к круглой форму, диаметром от 19 до 24 м. Высота свода достигает 12 м. Зал частично освещен за счет большого входного отверстия.

Длина пещеры 270 м, глубина 69 м. Находится в 8,5 км северо – восточнее поселка лесозаготовителей ЛЗП-3, на северном склоне горы с отметкой 522.0 м, по левому борту долины ключа Пещерного являющегося правым притоком ключа Приисковый.

Площадь помещения 420 м².

Полезная площадь 265 м².

На 1 укрываемого 0,4-0,6 м².

Возможно разместить 440 укрываемых.

По классификации относится к категории «Средней вместимости».

5. Пещера Синегорская - это обширный (32×30 м), высокий (до 15 м) зал треугольной формы с небольшими ответвлениями, связанный с поверхностью вертикальным колодезём, образовавшимся по тектонической трещине. Протяженность пещеры 170 м. Находится в 7,5 км на северо-восточнее, поселка ЛЗП-3, по левому борту долины ключа Приискового, в 1 км от его впадения в реку Малая Даубихеза.

Входной спиралеобразный колодезь пещеры на глубине 13 м выходит в своде небольшого зала диаметром 3 м. Из зала в северном и юго-западном направлениях отходят ходы. На север идет ход, понижающийся под углом 25 градусов, который через 9 м заканчивается тупиком. Ход, имеющий юго-западное направление понижается вначале под углом 30 градусов, и через 13 м крутизна его увеличивается до 60 градусов, образуя уступ в зал Глыбовый. Площадь зала - более 460 кв.м. Высота свода до 15 м. К залу непосредственно примыкают несколько ответвлений.

Площадь помещения 460 м².

Полезная площадь 290 м².

На 1 укрываемого 0,4-0,6 м².

Возможно разместить 480 укрываемых. По классификации относится к категории «Средней вместимости».

6. Пещера Медвежья образована по зияющей тектонической трещине, перекрытой местами глыбовыми пробками, разделившими полость на три яруса.

Длина 62 м, глубина 14 м. Для размещения укрываемых непригодна. Возможно использовать для хранения запасов материальных средств до 150 т. Ограниченно пригодная пещера.

7. Пещера Богатая фанза имеет сложное строение, в ней можно выделить два яруса, длина ее 146 м, имеется озеро. Для размещения укрываемых непригодна. Возможно использовать для хранения запасов материальных средств до 300 т. Пригодная пещера.

8. Пещера Николаевская это обширная полость (шириной до 15, высотой до 11 м), которая заканчивается галереей, выходящей к озеру диаметром до 6 м. Протяженность пещеры 960 м, глубина 17 м, объем 4000 м³.

Общая площадь 4-х помещений 920 м².

Полезная площадь 580 м².

На 1 укрываемого 0,4-0,6 м².

Возможно разместить 960 укрываемых. По классификации относится к категории «Большой вместимости».

9. Пещера Новая (Новониколаевская), - горизонтальная полость с превышением над дном долины 20-25 м. Вход в пещеру высотой до 1,2 м, длиной 4 м приводит в основную полость пещеры. Длина пещеры 112 м.

Площадь помещения 650 м².

Полезная площадь 410 м².

На 1 укрываемого 0,4-0,6 м².

Возможно разместить 680 укрываемых. По классификации относится к категории «Большой вместимости».

10. Пещера Садовая - широкая горизонтальная полость, осложненная двухметровым уступом, богатая натечными образованиями. Длина пещеры 192 м, глубина 12 м, объем 1100 м³.

Для размещения укрываемых непригодна. Возможно использовать для хранения запасов материальных средств до 300 т. Пригодная пещера.

11. Пещера Дальнегорская, выработана по двум тектоническим субвертикальным трещинам. Ее входной лаз расположен на 25 м выше находящейся под ним основной галереи. В месте пересечения трещин расположен крутой (60-80°) спуск в нижний ярус, образующий одну из стен небольшого (до 20 м²) зала, из которого идет нисходящая галерея длиной 75 м. Длина полости 103 м, глубина 37 м.

Площадь помещения 590 м².

Полезная площадь 370 м².

На 1 укрываемого 0,4-0,6 м².

Возможно разместить 620 укрываемых. По классификации относится к категории «Большой вместимости».

12. Пещера Ледяная Малютка. Вход в пещеру расположен на дне воронки, из которой под углом 25-30° спускается галерея, покрытая льдом. В ее своде расположен второй провальный вход. Длина пещеры 98 м, глубина 20 м.

Для размещения укрываемых непригодна. Возможно использовать в качестве источника водоснабжения.

13. Пещера Холодильник (Полярная) - небольшая (длина 37 м), нисходящая. В 18 м от ее входа начинается ледник, мощность которого достигает 9 м. Для размещения укрываемых непригодна. Возможно использовать для размещения запасов материальных средств (продовольствия) 160 -180 т. Ограниченно пригодная пещера.

14. Пещера Нежная - восходящая под углом 25-35° галерея, нижним концом соединенная с поверхностью. Ширина галереи от 2,5 до 5 м. Через 55 м галерея заканчивается завалом из гигантских глыб. Длина полости 95 м.

Площадь помещения 250 м².

Полезная площадь 155 м².

На 1 укрываемого 0,4-0,6 м².

Возможно разместить 260 укрываемых. По классификации относится к категории «Малой вместимости».

15. Пещера Сюрпризная - два слабонаклонных хода, идущих с разных концов гребня. Длина пещеры 53 м. Для размещения укрываемых непригодна. Возможно использовать в качестве источника водоснабжения.

16. Пещера Белый Парус - это система узких, извилистых, наклонных ходов, соединенных с поверхностью 4-метровым труднопроходимым вертикальным колодцем. Длина полости 89 м, глубина 15 м. Для размещения укрываемых непригодна. Возможно использовать для размещения запасов материальных средств 250-300 т. Пригодная пещера.

17. Пещера Чертовы Ворота. От входа вглубь массива идет широкая полость со сводчатым потолком и повышающимся (30-15°), постепенно выполаживающимся полом. От нее влево отходит другая восходящая галерея, заканчивающаяся залом с обвалившимся сводом. Длина пещеры 132 м, объем 2500 м³.

Площадь помещения 280 м².

Полезная площадь 176 м².

На 1 укрываемого 0,4-0,6 м².

Возможно разместить 290 укрываемых. По классификации относится к категории «Малой вместимости».

Заключение

Из семнадцати пещер, исследованных в настоящей статье:

- непригодными являются пять, которые целесообразно использовать в качестве источника водоснабжения;

- ограниченно пригодными – 2 пещеры, которые целесообразно использовать для размещения запасов материальных средств;

- пригодными – 10 пещер, семь из них целесообразно использовать для размещения укрываемых, а три пещеры - для размещения запасов материальных средств.

Из семи пещер, пригодных для размещения укрываемых:

- «малой вместимости» - 2, «средней вместимости» - 2, «большой вместимости» - 3.

Список литературы

1. Картозия Б.А., Корчак А.В., Лагуткин А.В. Некоторые научные, производственные, правовые и образовательные задачи строительной геотехнологии и освоения подземного пространства // Международный академический журнал Российской академии естественных наук. 2015. № 2. С. 148-164.
2. Коневец К.В., Федюк Р.С., Козлов П.Г., Макишин В.Н., Панарин И.И. Расчет эффективности применения городских подземных сооружений в качестве защитных / Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019666517, 11.12.2019.
3. Федюк Р.С., Козлов П.Г., Мочалов А.В., Панарин И.И., Тимохин Р.А., Лисейцев Ю.Л. Повышение эффективности городских подземных сооружений в качестве объектов гражданской обороны // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2019. Т. 20. № 1. С. 28-36.
4. Козлов П.Г. Использование подземных торговых центров в качестве защитных сооружений // В сборнике: Природоподобные технологии строительных композитов для защиты среды обитания человека. II Международный онлайн-конгресс, посвященный 30-летию кафедры Строительного материаловедения, изделий и конструкций. Белгород, 2019. С. 417-421.
5. Филиппов А.Г. Карбонатитовые пещеры России и других стран // Спелеология и спелестология. 2018. № 9. С. 13-22.
6. СНИП 2.01.54-84: Защитные сооружения гражданской обороны в подземных горных выработках
7. Нарышкин В.Г., Пчелкин В.И. Проблема отбора горных выработок и пещер для их использования в качестве защитных сооружений на особый период // Технологии гражданской безопасности, том 10, 2013, № 2 (36). С. 56-60.
8. Ивашинников Ю. К. Физическая география Дальнего Востока России. -Владивосток: Дальневосточный ун-т, 1999. -324 с.

¹Шульга Данил Александрович, ¹Меньшиков Никита Александрович,

¹Писецкий Никита Олегович, ²Чеботарев Вячеслав Геннадьевич,

²Молчанов Сергей Александрович

ПЕРЕОБОРУДОВАНИЕ ПОДЗЕМНЫХ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ В ЦЕЛЯХ УКРЫТИЯ НАСЕЛЕНИЯ

*¹Дальневосточный федеральный университет, Политехнический институт
(Школа), 690922, г. Владивосток*

*²Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.
Шухова, г. Белгород*

Научный руководитель – Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация. В статье рассматриваются примеры переоборудования подземного перехода в убежище для защиты населения от последствий ЧС природного и техногенного характеров. Предлагается необходимые мероприятия по переоборудованию.

Ключевые слова: убежище, вентиляция, электроснабжение, подземный пешеходный переход, защитные сооружения

Подземные пешеходные переходы имеют функциональное значение – пропуск пешеходов через оживленные автострасы и улицы, а дополнительно в них размещают магазины и торговые центры. В городах, где есть метрополитен, подземные переходы часто совмещены со входом на ближайшую к ним станцию метро. В крупных городах активно осваивается подземное пространства (метро, транспортные развязки, подземные переходы, подземные парковки), строительство которых, осуществляется двумя технологическими приёмами возведения, с полным или частичным прекращением движения [1].

Пешеходный переход-убежище

Согласно СП 88.13330.2014 Защитные сооружения гражданской обороны [2], убежища могут строиться как подземные переходы, возводимые на улицах с интенсивным движением и в других местах. Пешеходный переход-убежище, представленный на рис. 1, имеет четыре лестничных схода; у каждого лестничного спуска установлены защитно-герметические ворота, которые выдвигают из боковых ниш. Ограждающие конструкции выполнены из сборно-монолитного железобетона. Водоснабжение - от городского водопровода и от аварийных баков запаса воды.

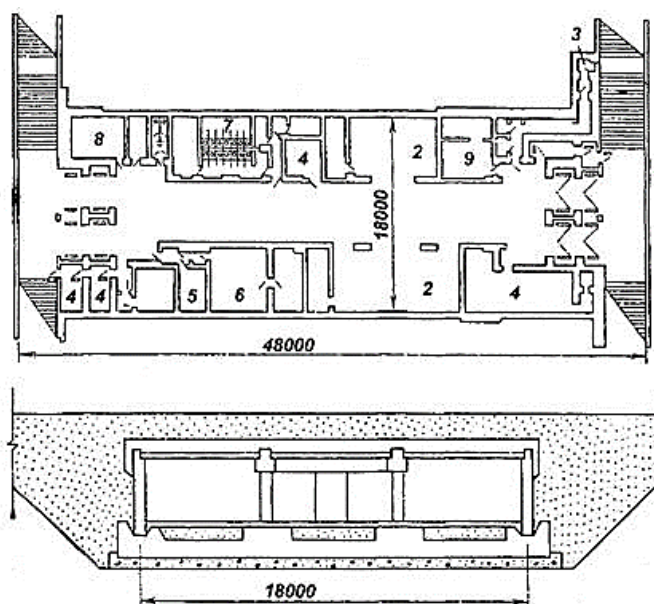


Рисунок 1. Подземный пешеходный переход-убежище:

- 1 - туннель перехода; 2 - помещения попутного обслуживания; 3 - аварийный выход; 4 - вспомогательные помещения; 5 - электрощитовая;
6 - дизельная электростанция; 7 - санузлы; 8 - насосная; 9 - вентиляционная камера

На примере подземного перехода (рис. 2) в районе кольца на ул. Толстого (г. Владивосток) рассмотрим технологические этапы переоборудования подземных пешеходных переходов в целях укрытия населения.



Рисунок 2. Подземный переход в районе кольца на ул. Толстого, г. Владивосток

Обеспечение герметичности помещения

В подземном переходе необходимо установить специально изготовленные защитные устройства входных проемов - стальные ворота. Имеется широкая номенклатура таких защитных устройств, позволяющая обеспечивать защиту входов в зависимости от степени защиты и характера использования сооружения по двойному назначению [3].

В качестве герметичных ворот принимаем ВУ-II-2. Ворота изображены на рис. 3.

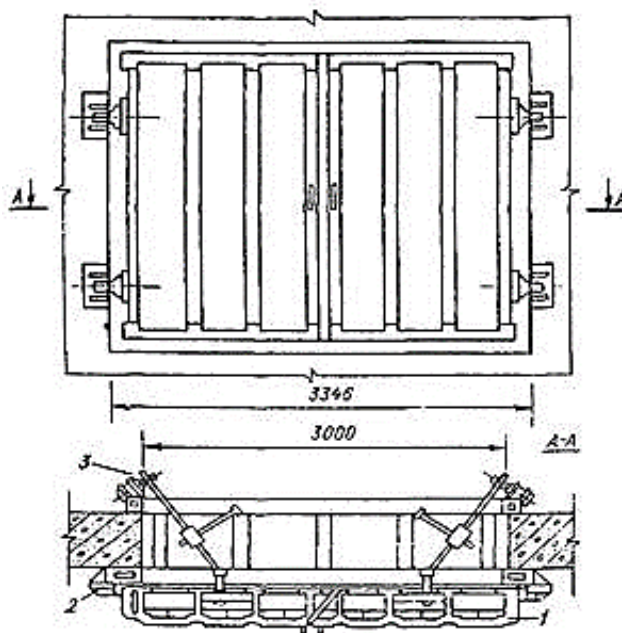


Рисунок 3. Защитно-герметические двустворчатые распашные ворота
1 - полотно; 2 - рама; 3 - запорное устройство

Обеспечение электропитания

В качестве источника электроснабжения предусмотрена дизельная электростанция мощностью 30 кВт и напряжением 230/400 В (рис. 4).

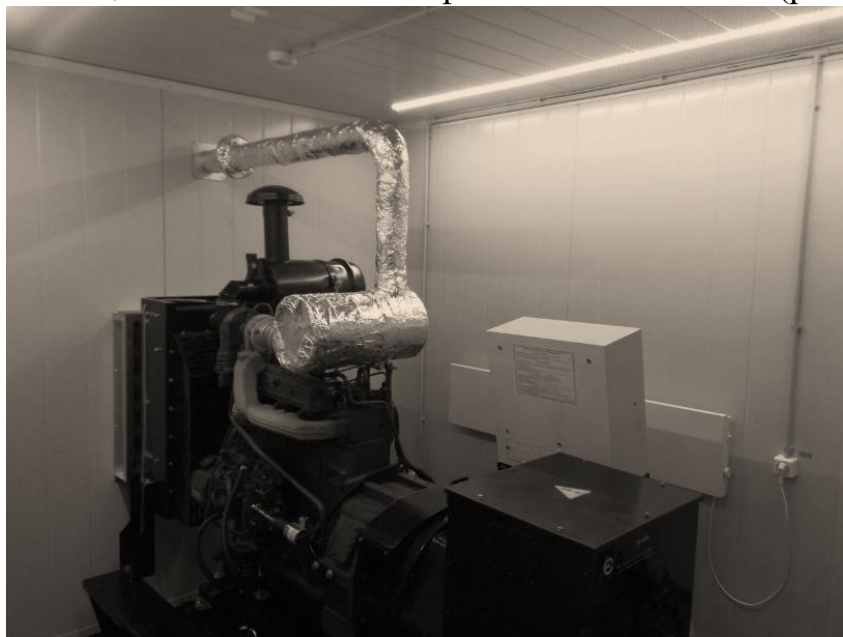


Рисунок 4. Дизельный генератор Азимут АД-30С-Т400-2РМ11 с АВР

Как правило, воздух, поступающий в помещение ДЭС с поверхности земли, по приточному воздуховоду, не очищается от отравляющих веществ. Поэтому после заполнения перехода-убежища и включения дизелей обслуживающий персонал должен находиться в отсеках или в другом помещении за пределами ДЭС. Для периодической проверки работы дизелей и другого оборудования, а также для устранения возникающих неисправностей обслуживающий персонал должен пользоваться защитной одеждой и противогазами [4].

Воздухоснабжение

Для подачи наружного воздуха предусмотрен отдельный воздухозабор, защищенный противовзрывным устройством. В некоторых случаях приток воздуха в помещение убежища осуществляется за счет разрежения, создаваемого вытяжной системой, которая состоит из вентилятора, воздуховодов и других устройств [5]. Система воздухоснабжения должна обеспечить людей в убежище необходимым количеством воздуха соответствующей температуры, влажности и газового состава в условиях, которыми характеризуется сложный очаг поражения. Для этих целей устанавливается фильтро-вентиляционный агрегат ФВА-49 (рис. 5).



Рисунок 5. Фильтровентиляционный агрегат ФВА-49

Фильтровентиляционные агрегаты ФВА-49 предназначены для вентиляции защитных сооружений 3-го и 4-го классов по режимам чистой вентиляции и фильтровентиляции.

Размещение укрываемых

Согласно нормам, площадь пола на одного человека составляет 0,4–0,6 м² (без учета вспомогательных помещений) в зависимости от ярусности нар. График зависимости числа укрываемых людей от площади подземного сооружения показан на рис. 6.

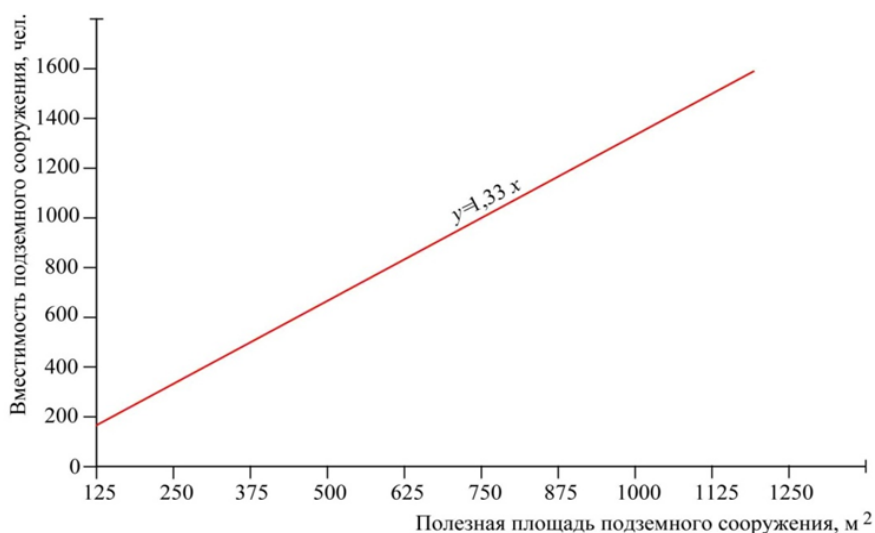


Рисунок 5. График зависимости числа укрываемых людей от площади подземного сооружения

Приведенная зависимость позволяет определять технологически эффективные параметры полезной вместимости подземных сооружений в случае их двойного использования.

Заключение

В соответствии с ГОСТ Р 42.4.03-2015 «Гражданская оборона. Защитные сооружения гражданской обороны. Классификация. Общие технические требования» классифицируем сооружение:

- малой вместимости – до 150 человек;
- заглубленное, отметка покрытия сооружения находится на уровне или ниже планировочной отметки земли;
- на отдельно стоящие, расположенные на свободных от застройки участках;
- на возводимое заблаговременно;
- на одноэтажное.

Список литературы

1. Макишин В.Н., Николайчук Д.Н. Принципы формирования подземных транспортных систем мегаполисов // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. № 12 (специальный выпуск 62). С. 39-43.
2. СП 88.13330.2014 Защитные сооружения гражданской обороны (Актуализированная редакция СНиП II-11-77*)
3. Козлов П.Г. Использование подземных торговых центров в качестве защитных сооружений // В сборнике: Природоподобные технологии строительных композитов для защиты среды обитания человека. II Международный онлайн-конгресс, посвященный 30-летию кафедры Строительного материаловедения, изделий и конструкций. Белгород, 2019. С. 417-421.
4. Коневец К.В., Федюк Р.С., Козлов П.Г., Макишин В.Н., Панарин И.И. Расчет эффективности применения городских подземных сооружений в качестве защитных / Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019666517, 11.12.2019.
5. Федюк Р.С., Козлов П.Г., Мочалов А.В., Панарин И.И., Тимохин Р.А., Лисейцев Ю.Л. Повышение эффективности городских подземных сооружений в качестве объектов гражданской обороны // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2019. Т. 20. № 1. С. 28-36.
6. ГОСТ Р 42.4.03-2015 Гражданская оборона. Защитные сооружения гражданской обороны. Классификация. Общие технические требования

**Меньшиков Никита Александрович, Шульга Данил Александрович,
Писецкий Никита Олегович**

ПЕРЕОБОРУДОВАНИЕ ПОДЗЕМНОЙ ПАРКОВКИ В ЦЕЛЯХ УКРЫТИЯ НАСЕЛЕНИЯ

*Дальневосточный федеральный университет, Политехнический
институт (Школа), 690922, г. Владивосток
Научный руководитель – Козлов Павел Геннадьевич*

Аннотация. В статье рассмотрено переоборудование существующей подземной парковки в сооружение двойного назначения для нужд гражданской обороны.

Ключевые слова: убежище, подземная парковка, защитные сооружения

В мирное время должны возводиться убежища только на объектах организаций, отнесенных к категории особой важности по ГО. Специальное строительство особо вместительных убежищ ГО в населенных пунктах для защиты больших масс людей признано нецелесообразным, исходя из практики их использования в ЧС мирного времени при авариях на ХОО. Важным условием обеспечения надежности защиты укрываемых, в убежищах является применение оборудования, специально предназначенного для этих целей [1].

Основными видами внутреннего инженерно-технического оборудования убежищ являются:

1. Защитные и защитно-герметические устройства и изделия.
2. Фильтровентиляционные агрегаты, фильтры, воздухопроводы и оборудование систем сжатого воздуха.
3. Оборудование, устройства и изделия для систем водоснабжения.
4. Оборудование, устройства и изделия для систем канализации.
5. Дизель-электрические агрегаты и оборудование дизельных электростанций.
6. Помещения (нары) для размещения укрываемых.
7. Санитарные узлы.
8. Вспомогательные помещения под продовольствие, медицинское имущество, приборы связи, материалы, инструмент и инвентарь.

Порядок переоборудования подземной автопарковки

Имеется подземная одноэтажная парковка, входящая в проект семнадцатизэтажного жилого дома [2]; необходимо провести переоборудование её в сооружение гражданской обороны двойного назначения.

Основные характеристики имеющегося сооружения:

- объём подземной части-12 613,8 м³;
- площадь подземного этажа с автостоянкой и техническими помещениями — 2 869,7 м²;
- площадь подземной автостоянки — 2 101,8 м².

Размещение помещений подземной части:

- тамбур-шлюзы;
- встроенно-пристроенная автостоянка;
- электрощитовая автостоянки;
- венткамеры;
- насосная АТП;
- узлы управления отоплением;
- помещение уборочной техники;
- водомерный узел;
- лифтовые холлы;
- индивидуальный тепловой пункт (ИТП) с насосной;
- помещение охраны автостоянки с санузелом.

Вертикальная связь осуществляется лифтами грузоподъемностью 1000 кг и лестницами. Выходы из подземной части осуществляются по рампе и лестницам, непосредственно наружу обособленным от выходов из надземных этажей. План парковки представлен на рисунке 1, технические характеристики в таблицах 1 и 2.

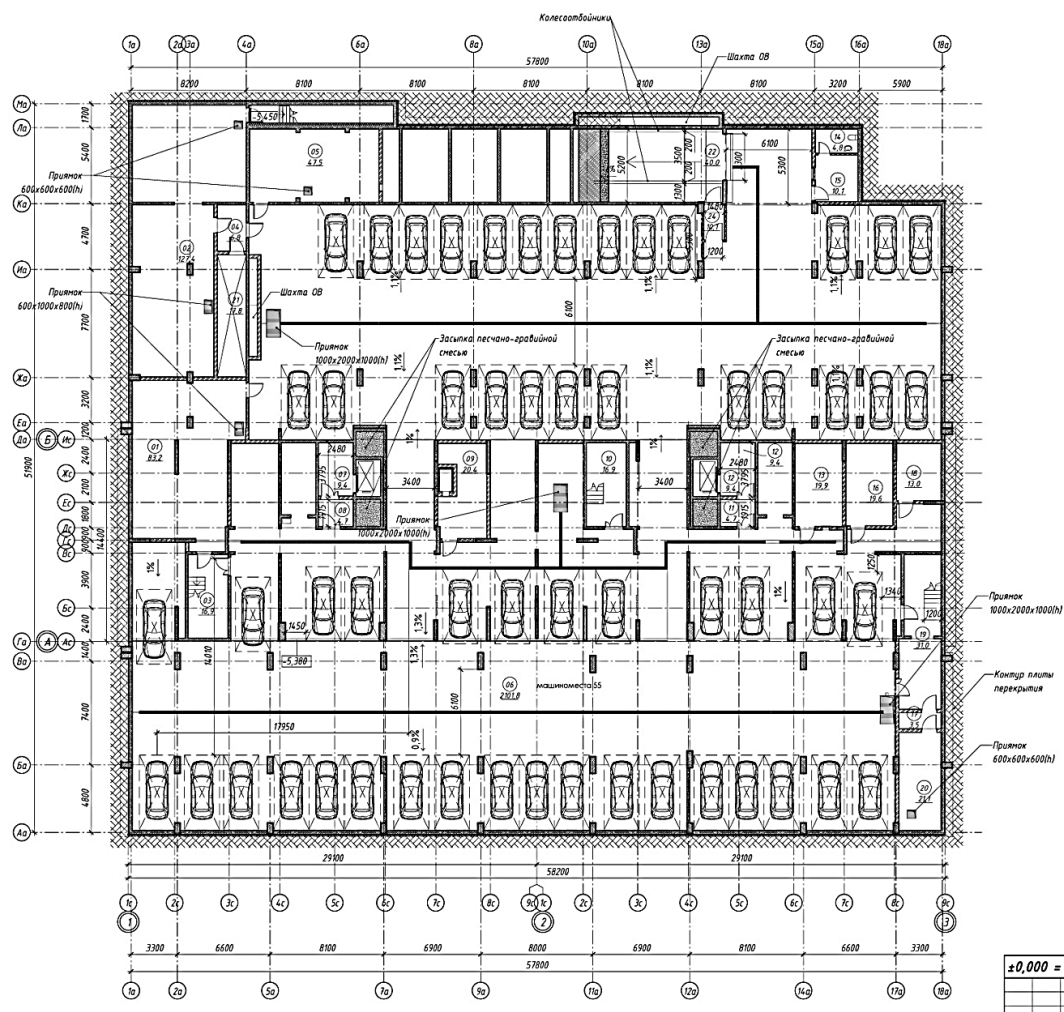


Рисунок 1. План автостоянки

Таблица 1

Экспликация помещений

Номер	Наименование	Площадь, м ²	Категория помещений
01	Насосная АТП (автоматизированный тепловой пункт)	83,2	А
02	Насосная ИТП (индивидуальный тепловой пункт)	127,4	А
03	Лестничная клетка	16,9	-
04	Тамбур-шлюз	6,8	-
05	Венткамера автостоянки	47,5	А
06	Помещение автостоянки	2101,8	В2
07	Лифтовой холл (тамбур-шлюз)	9,4	-
08	Тамбур-шлюз	4,7	-
09	Венткамера автостоянки	20,4	А
10	Лестничная клетка	16,9	-
11	Тамбур-шлюз	4,7	-
12	Лифтовой холл (тамбур-шлюз)	9,4	-
13	Венткамера автостоянки	19,9	А
14	Санузел помещения охраны	4,8	-
15	Помещение охраны	10,1	-
16	Электрощитовая автостоянки	19,6	В3
17	Тамбур-шлюз	3,5	-
18	Помещение уборочной техники	13,0	В3
19	Лестничная клетка	31,0	-
20	Водомерный узел	21,1	А
21	Помещение узла учета тепла	17,8	-
24	Тамбур-шлюз	10,1	-
22	Рампа (подземная часть)	40,0	В2
ИТОГО:		2640,0	
Общая площадь этажа:		2869,7	

Таблица 2

Условные обозначения

	Монолитные ж/б конструкции
	Минераловатный утеплитель
	Экструдированный пенополистирол
	Кирпич полнотелый
	Уплотненный грунт
	Засыпка сухой песко-гравийной смесью
	Дренажная решетка
01	Номер помещения
51,0	Площадь помещения

Используя методику программы «Расчет эффективности применения городских подземных сооружений в качестве защитных» [3], рассмотрим возможные варианты установки защитного и вспомогательного оборудования для последующего размещения укрываемых.

Установка защитно-герметичных ворот и дверей

В убежищах применяют различные типы специально изготавливаемых защитных устройств входных проемов - дверей, ставней, ворот. Имеется широкая номенклатура таких защитных устройств, позволяющая обеспечивать защиту входов в зависимости от степени защиты и характера использования сооружения по двойному назначению.

В качестве герметичных дверей принимаем ДУ-III-2, в качестве герметичных ворот принимаем ВУ-II-2 [4]. Дверь и ворота показаны на рис. 2 и 3.

Гермодвери используются для обустройства убежищ гражданской обороны. Они обеспечивают защиту от воздействия ударной волны, а также препятствуют проникновению отравляющих веществ в убежище. Основные элементы изготавливаются из листового проката и профиля, проходящего обработку на специальном оборудовании. Поставляются в готовом к монтажу виде, собранными, вместе с монтажными схемами и чертежами, техническим паспортом. Основное применение: установка в убежищах и ряде помещений специального назначения.



Рисунок 2. Защитно-герметическая дверь ДУ-III-2



Рисунок 3. Защитно-герметические двустворчатые распашные ворота ВУ-II-2
1 - полотно; 2 - рама; 3 - запорное устройство

Оборудование помещения фильтровентиляционными агрегатами и воздуховодами

Воздухоснабжение убежищ осуществляется за счет наружного воздуха при условии его предварительной очистки. Система воздухоснабжения не только подает в убежище необходимое количество воздуха, но и защищает от попадания внутрь сооружения радиоактивной пыли, отравляющих веществ, бактериальных средств, дыма и окиси углерода при пожарах [5].

В зависимости от конкретных условий и требований специальные устройства в системе воздухоснабжения выполняют и дополнительные функции, например, подогревают или охлаждают воздух, осушают или увлажняют его.

Система воздухообмена, как правило, работает по двум режимам: чистой вентиляции (первый режим) и фильтровентиляции (второй режим). Если убежище расположено в пожароопасном районе или в районе возможной загазованности аварийно химически опасными веществами, дополнительно предусматривают режим изоляции с регенерацией внутреннего воздуха (третий режим)

Исходя из количества укрываемых принимаем что для очистки воздуха необходимо установить 2 устройства РУ 300 (рис.4).

Таблица 3

Технические характеристики РУ-300

Показатель	Значение
Номинальный расход, м ³ /час	400±40
Аэродинамическое сопротивление, Па (мм. вод. ст.), не более	735 (75)
Диаметр присоединительных трубопроводов, мм	150
Тепловыделение от устройства, КДж/час (ккал/час)	84000 (20000)
Масса патрона, кг, не более	50
Масса устройства, кг, не более	915



Рисунок 4. Регенеративная установка РУ-300

Установка систем водоснабжения

Водоснабжение убежищ осуществляется так: основное – водопроводная сеть расход воды 2 л/час и суточный 25 л/сут на 1 укрываемого; резервное – артезианские скважины или колодцы; аварийное – запас питьевой воды не менее 2 л/сут на 1 укрываемого (рис. 5).



Рисунок 5. Вертикальный бак запаса питьевой воды



Рисунок 6. Сухие емкости для запаса питьевой воды

Емкости для аварийного запаса питьевой воды устраиваются, как правило проточными (рис. 6). Для снабжения водой воздухоохладителей и ДЭС предусматриваются резервуары для технических целей, работающие автономно от других систем.

Оборудование систем канализации

В убежищах предусматривается устройство санитарных узлов с отводом сточных вод в наружную канализационную сеть по самостоятельным выпускам самотеком или путем перекачки с установкой задвижек внутри убежища. В помещении санитарного узла размещается аварийный резервуар для сбора стоков из расчета 2 л/сут. на каждого укрываемого. С целью сбора сухих отходов предусматриваются места для размещения бумажных мешков или пакетов из расчета 1 л/сут. на каждого укрываемого. При использовании санитарных узлов только в период пребывания укрываемых аварийный и приемный резервуары, как правило, совмещают, и вместе со станцией перекачки размещают в пределах убежища.

Рассчитать возможности дизель-электрических агрегатов и оборудование дизельных электростанций

Электроснабжение переоборудованной парковки будет осуществляется - от городских сетей, но необходимо оборудовать аварийное электроснабжение- от собственной дизельной электростанции.

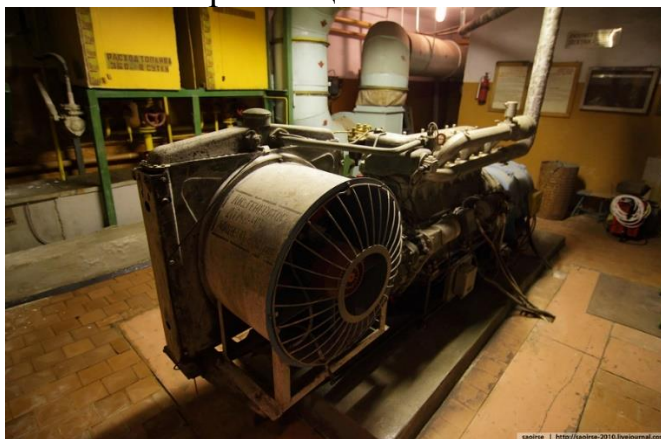


Рисунок 7. Дизельный электроагрегат АД-50-Т/400В

Для этой цели необходимо разместить в защищенных помещениях убежища, с герметическими дверями и проветриваемым тамбуром дизельный генератор АМПЕРОС АД 50-Т400 В. Состав помещений для дизельной электростанции и их размеры зависят от мощности дизелей, типа оборудования, принятой системы охлаждения и запасов топлива.

Расчёт площади помещений (нары) для размещения укрываемых

В соответствии с СП 88.13330.2014 [6], на одного укрываемого при требуется 0,6 м² площади пола и 1,5 м³ объема помещения. На 500 человек потребуется 300 м² площади пола и 750 м³ объема помещения.



Рисунок 7. Дизельный электроагрегат АД-50-Т/400В

Коэффициент использования площади одноэтажной подземной парковки определяется необходимостью обеспечения соблюдения требований пожарной безопасности к проветриванию подземного пространства и обеспечению запасных выходов [7]. Его предлагается определять по формуле:

$$k_{п.с} = (S_{п.с} - S_{т})/S_{п.с},$$

где $S_{п.с}$ – общая площадь подземного сооружения в пределах этажа, м²;

$S_{т}$ – суммарная площадь технологических камер и вспомогательных служб в соответствии с проектом и требованиями техники безопасности, м².

Переоборудование санитарных узлов

Следуя рекомендациям СП 88.13330.2014 [6] необходимо увеличить площадь С/У до 8м³ и установить следующее оборудование, которое приведено в таблице 4.

Таблица 4

Спецификация оборудования санузла

Вид санитарного прибора	Количество
Напольная чаша (унитаз) в туалетах для женщин	7
Напольная чаша (унитаз) и писсуар (0,6 м лоткового писсуара) в туалетах для мужчин (два прибора)	3
Умывальники при санитарных узлах (не менее одного на санитарный узел)	3

Расчет площади для вспомогательных помещений

Число помещений для хранения продовольствия (рис. 8) принимают из расчета - одно помещение на 600 укрываемых. Согласно СП 88.13330.2014 [6] при числе укрываемых до 150 чел. площадь помещения для хранения продовольствия должна быть 6 м². На каждые 100 укрываемых сверх 150 чел. площадь помещения увеличивают на 2 м. На 500 человек необходимо 12 м². Помещения оборудуют стеллажами заводского или индивидуального изготовления. Высота стеллажей должна составлять не более 2 м, при этом минимальное расстояние от верхней полки стеллажа до выступающих частей потолка должна быть не менее 0,5 м.



Рисунок 8. Оборудование продовольственного склада

Заключение

В соответствии с ГОСТ Р 42.4.03-2015 [8] классифицируем переоборудованную парковку:

- по защищенности от средств поражения – обеспечивающее защиту от фугасного действия обычных средств поражения, поражения обломками строительных конструкций и обрушения конструкций вышерасположенных этажей зданий;
- по защищенности от внешнего радиоактивного излучения - не защищенная;
- по продолжительности функционирования - обеспечивающее функционирование в течение двух суток;
- по вместимости - средней вместимости - 150-600 человек;
- по вертикальной посадке - заглубленное;
- по месту расположения - встроенное, расположенное в подвальных, полуподвальных (цокольных) этажах здания;
- по времени возведения - возводимое заблаговременно;
- по этажности – одноэтажное.

Список литературы

1. Шевченко А. В. Стратегия реализации концепции радиационной, химической и биологической защиты населения (часть третья) // Технологии гражданской безопасности, 2016. Т. 13. № 4 (50). С. 90-96.
2. Проектная документация. Жилой 17-ти этажный дом г. Москва.
3. Коневец К.В., Федюк Р.С., Козлов П.Г., Макишин В.Н., Панарин И.И. Расчет эффективности применения городских подземных сооружений в

качестве защитных / Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019666517, 11.12.2019.

4. Кириллов Г.Н. Защитные сооружения гражданской обороны (устройство и эксплуатация): Учебно-методическое пособие - Москва, 2004. – 246 с.

5. Тонких Г.П., Макарьин А.И., Сосунов И.В., Посохов Н.Н., Козача В.М. Совершенствование средств коллективной защиты населения в современных условиях // Технологии гражданской безопасности, 2016. Т. 13. № 4 (50). С. 68-76.

6. СП 88.13330.2014 Защитные сооружения гражданской обороны. (Актуализированная редакция СНиП II-11-77*).

7. Козлов П.Г. Использование подземных торговых центров в качестве защитных сооружений // Природоподобные технологии строительных композитов для защиты среды обитания человека. II Международный онлайн-конгресс, посвященный 30-летию кафедры Строительного материаловедения, изделий и конструкций. Белгород, 2019. С. 417-421.

8. ГОСТ Р 42.4.03-2015 Гражданская оборона. Защитные сооружения гражданской обороны. Классификация. Общие технические требования.

Андреищев М.А.

ВИДЫ МАСКИРОВОЧНОГО ОКРАШИВАНИЯ ТЕХНИКИ И СТАЦИОНАРНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Дальневосточный федеральный университет, Политехнический
институт (Школа), 690922, г. Владивосток*

*Научный руководитель – Федюк Роман Сергеевич, канд. технич. наук,
доцент*

Аннотация. Маскировка является неотъемлемым элементом организации военной деятельности, главная цель которого – введение противника в заблуждение относительно наличия и расположения войск, объектов военной инфраструктуры и планов командования. Военная техника и стационарные объекты являются первостепенными целями противника, поэтому их защита, в том числе посредством маскировки, необходима и актуальна. Маскировочное окрашивание техники и стационарных объектов подразделяется на три вида: защитное, имитирующее и деформирующее окрашивание. В статье рассмотрены эти виды, возможность и эффективность их применения.

Ключевые слова: маскировка, военная техника, окрашивание.

Введение

Военная наука сделала огромный шаг в своем развитии. Совершенствование вооружения привело к тому, что массивные укрепления перестали являться надежной защитой. Такие сооружения не могут

препятствовать воздействию поражающих факторов оружия противника, вследствие высокой огневой мощи данного оружия: артиллерийские орудия, ракетные комплексы, бомбардировщики [1].

Строительство достаточно укрепленных сооружений, способных выдерживать прямые удары противника, повсеместно является экономически невозможным. Наиболее рациональным решением стало применение маскировочных мероприятий для введения противника в заблуждение относительно наличия и расположения техники и различных военных объектов.

Если цель четко видна, она может быть быстро уничтожена прицельным огнем артиллерии; если же известен лишь район ее расположения, артиллерия вынуждена переходить от прицельного обстрела к обстрелу площади. Если цель не только не видна артиллерийскому наблюдателю, но и не известно ее месторасположение, то стрельба по площади не даст никакого результата [2].

Основная часть

Маскировка (фр. masquer – делать незаметным, невидимым для кого-либо) – вид обеспечения боевых действий и повседневной деятельности войск, комплекс мероприятий, направленных на введение противника в заблуждение [3].

Мероприятия по маскировке выполняются для личного состава, вооружения и военной техники, объектов военной инфраструктуры. При этом, существует множество различных технических средств маскировки, такие как маскировочные комплекты, краски, маски, макеты образцов военной техники, имитаторы физических полей данной техники и другие.

Маскировочное окрашивание является основным и наиболее распространенным способом уменьшения заметности техники и сооружений, а также повышения правдоподобия макетов техники и ложных сооружений [4].

В отечественной теоретической базе [4], [5], [7] существует несколько видов окрашивания техники и стационарных объектов: защитное окрашивание, имитирующее и деформирующее.

Защитной окраской называется одноцветная окраска, наиболее близкая по цвету к преобладающему фону местности. Защитная окраска применяется для окрашивания вооружения, боевой, специальной и транспортной техники, а также сооружений, расположенных на однообразных по цвету фонах местности. Защитную окраску могут иметь обмундирование, снаряжение, боевая техника, инженерные боеприпасы и другое военное имущество. Цвет защитной окраски может быть: зеленовато-коричневым – для фонов растительности и обнажённого грунта; жёлто-серым – для пустынно-степных фонов; белым – для снежных фонов [4].

Таким образом, защитная окраска является наиболее простой в исполнении и достаточно эффективной, что и объясняет повсеместное применение маскировки данного типа.

Подражательная (имитирующая окраска) – многоцветная окраска, изображающая на окрашиваемой поверхности цветовой рисунок окружающего фона или разрушенного объекта [5].

Данный вид окрашивания применяется исключительно для стационарных объектов: пунктов управления, наблюдательных пунктов, огневых сооружений, аэродромов, складов, в отдельных случаях и движущихся объектов, находящихся длительное время на одном месте. Имитирующая окраска осуществляется по эскизу, составленному согласно данным рекогносцировки или аэроснимка.

Такая маскировка является трудоемкой, особенно если затрагиваются крупные объекты с большой площадью покраски. В этом случае привлекаются инженерно-маскировочные подразделения [6].

Несмотря на значительные минусы, имитирующая окраска в своей области применения лучше других видов справляется с задачей введения противника в заблуждение, что является наиболее решающим показателем при маскировке важных военных объектов и сооружений.

Деформирующей окраской называется многоцветная окраска пятнами различной формы, сходными по цвету с основными пятнами фона местности. Деформирующая окраска применяется для маскировки вооружения, боевой, специальной и транспортной техники при действиях войск на разнообразных по цвету фонах местности [7].

Она искажает внешний вид техники вследствие слияния отдельных пятен окраски с фоном местности, затрудняя тем самым её обнаружение средствами разведки противника. Деформирующая окраска состоит из основного (защитного) цвета и одного-двух контрастных по отношению к нему дополнительных цветов: - для растительных фонов основным цветом может быть зеленовато-коричневый, а дополнительными – светло-зелёный, жёлто-серый, светло-серый, тёмно-серый, коричневый; - для пустынных фонов при основном жёлто-сером цвете дополнительными могут быть светло-серый, тёмно-серый и зеленовато-коричневый; - для снежных фонов основным цветом является белый, дополнительными – зеленовато-коричневый, тёмно-серый и светло-серый. Основной цвет деформирующей окраски должен занимать по площади: - при трёхцветной окраске 45–55%; - при двухцветной окраске в бесснежные периоды года 55–70%; - при двухцветной окраске для снежных фонов 70–80% [4].

Транспортные средства с нанесенной деформирующей окраской хорошо сочетаются с фоном и лучше скрываются от оптических датчиков чем окрашенные в сплошной приглушенный цвет. Окрашенное в узор оборудование усиливает защиту от обнаружения, уменьшая формы, тени и цветовые подписи. Данная окраска также помогает избежать обнаружения за счет уменьшения уровня отражения в видимой и инфракрасной частях спектра электромагнитного спектра. Результатом является техника или оборудование, которое лучше сочетается с фоном при визуальной разведке противника. Наибольшая эффективность достигается в статичных позициях, а в движении такой вид окраски нарушает прицеливание противника [8].

В зарубежной литературе также подчеркивается значимость нарушения кубической формы транспортных средств с помощью деформирующих пятен,

так как противник видит технику под углом. При наблюдении с земли видны фронтальная и боковая стороны, а при наблюдении с воздуха – верхняя, боковая и фронтальная.

В дополнение к двух(трех)-цветной окраске нижняя (ходовая) часть техники подвергается нанесению белой или светло – серой краски. Светлая краска хорошо отражает свет, так что данная операция позволяет осветлить и уменьшить тени, отбрасываемые техникой. Такой прием называется «контршейдинг» [9]

Отечественные деятели сходятся во мнении, что деформирующая окраска эффективнее защитной (рис. 1), она труднее поддается дешифрованию на пёстрых тонах и обеспечивает меньшую вероятность обнаружения и опознавания маскируемых объектов [5].

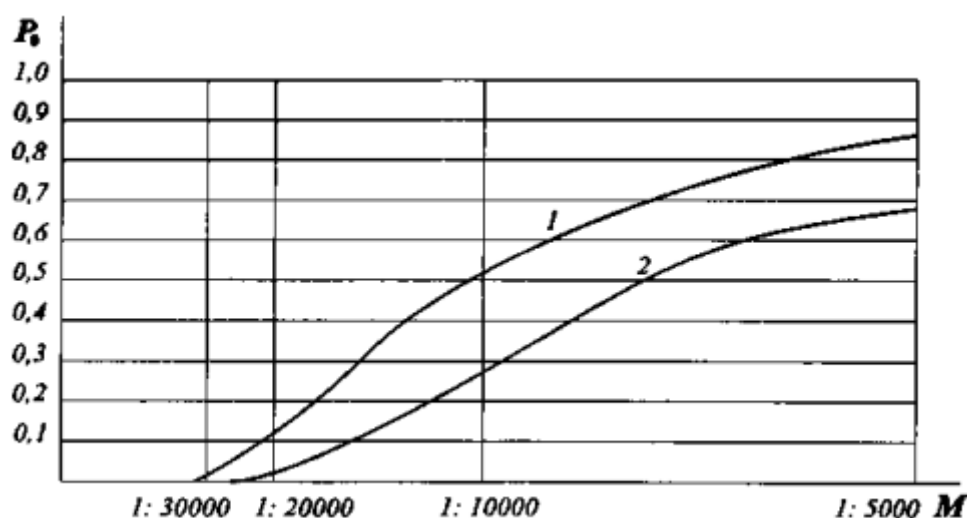


Рисунок 1 - Вероятность обнаружения техники с защитной (1) и деформирующей (2) окраской при дешифровании аэрофотоснимков

Отдельно стоит отметить применение деформирующей маскировки на флоте. В условиях постоянного движения и ровной линии горизонта скрыть корабль от противника не представляется возможным. Тогда задачей маскировки становится ввести в заблуждение противника относительно типа корабля, его размеров, скорости и направления движения.

Во времена Первой мировой войны британский морской художник и военно-морской призывник Норман Уилкинсон был первым, кто нарисовал военно-морские корабли смелыми абстрактными узорами, называемыми «Ослеплением». Эти полосы и точки разделяли линии кораблей, что затрудняло их интерпретацию. Образец узора каждого корабля был уникальным, чтобы не делать классы кораблей мгновенно узнаваемыми противником.

Данный прием утратил актуальность в связи с повсеместным введением радаров, однако такое нестандартное решение было очень эффективным и популярным в британских и американских войсках вплоть до Второй мировой войны, а также поднимало дух экипажа [10].

Изображение корабля с деформирующей окраской представлено на рисунке 2.

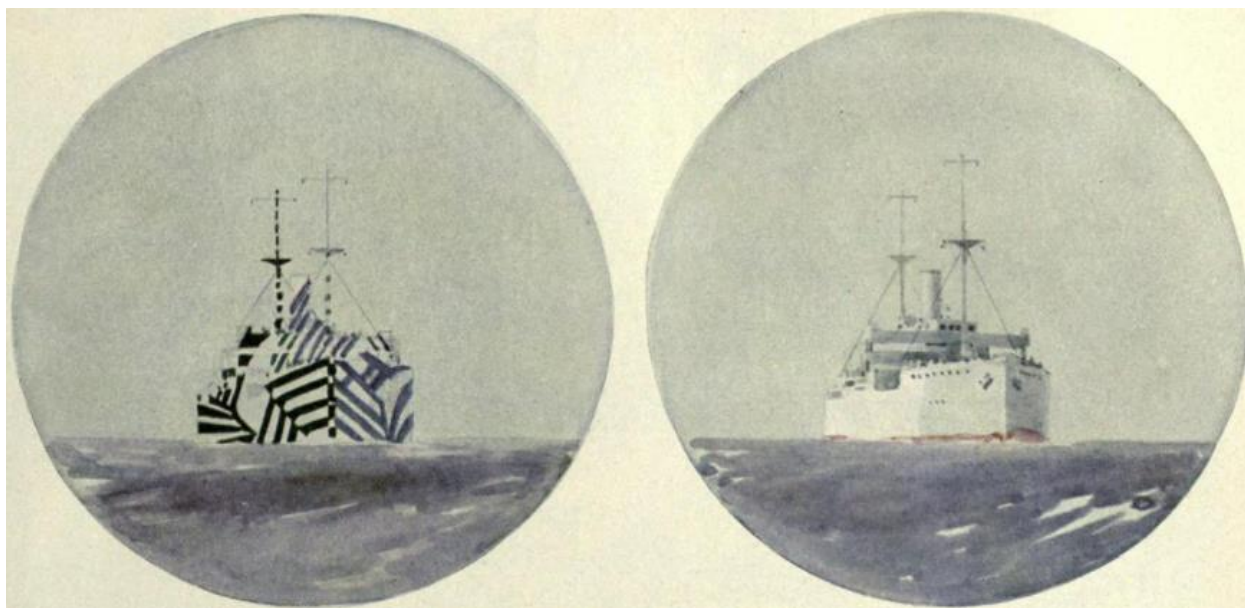


Рисунок 2 – Вид через перископ подводной лодки: слева – окрас «Ослепление»; справа – обычный окрас корабля

Заключение

Анализируя труды отечественных и иностранных авторов, наблюдается схожесть в применяемых технологиях маскировки, несмотря на то что за рубежом не выделяют аналогичной классификации.

Каждый из рассмотренных видов маскировки является оптимальным для определенных условий и объектов. Тем не менее, наилучшего результата можно добиться только комбинированием различных видов и средств маскировки.

Стоит так же отметить, что до сих пор существует потребность в увеличении показателей эффективности, универсальности маскировки; уменьшении затрачиваемого количества экономических и трудовых ресурсов. Таким образом, проведение дальнейших исследований в области маскировки, а именно разработка инновационных материалов маскировки, видов и методов окрашивания техники и стационарных объектов, является актуальной задачей военного дела.

Список литературы

1. Беляев А. М., Черныш А. Я. и др. Военная наука // Большая российская энциклопедия. Том 5. Москва, 2006, стр. 521–525
2. Бобров К. В., Иконников Я. Л. и др. Маскировка. Москва: Военное издательство комиссариата обороны Союза ССР, 1941 – 423 с.
3. Фисенко А. Н., Самойленко В. В. Роль и место маскировки в обеспечении живучести базирования авиации / Воздушно-космические силы. Теория и практика – 2017.
4. Королев А. Ю., Королева А. А., Яковлев А. Д. Маскировка вооружения, техники и объектов. – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 155 с.
5. Федюк Р. С, Козлов П. Г. и др. Основы маскировки: учебное пособие. – Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2017. – 176 с.

6. Puzikova, N.P., Uvarova, E.V., Filyaev, I.M. et al. Principles of an approach for coloring military camouflage. *Fibre Chem* 40, 155–159 (2008).

7. СП 264.1325800.2016 Световая маскировка населенных пунктов и объектов народного хозяйства.

8. Camouflage, concealment, and decoys / Army Tactics, Techniques, and Procedures No. 3-34.39/Marine Corps Reference Publication 3-17.6A / Department of the Army, Washington, DC – 2010.

9. Corps of Engineers Field Manual, Camouflage of Vehicles / War Department, Washington 25, D. C. – 1944.

10. Caitlin Hu. The Art and Science of Military Camouflage / Works That Work, No.7.

¹Игнатова Марина Сергеевна ¹Лысикова Нина Владимировна ¹Аль Мокдад Амджад ¹Игнатов Евгений Николаевич, ²Ильинский Юрий Юрьевич

ЗАЩИТНЫЕ БИОЦИДНЫЕ РАСТВОРЫ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ ЗДАНИЙ

¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

*Инженерно-строительный институт
УПКВК*

*Кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций
ул. Костюкова, 46, г. Белгород, 308012*

*²Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток
Научный руководитель - Загороднюк Лилия Хасановна,
доктор технических наук, профессор.*

Аннотация. Биологическая деструкция древесины – одна из наиболее распространенных причин преждевременного выхода деревянных изделий из эксплуатации. От 30 до 60% древесины подвергается отрицательному воздействию дереворазрушающих микроорганизмов, грибов, насекомых (личинок) и водорослей. Биологический процесс разрушения деревянных конструкций можно предотвратить путем их обработки биоцидными растворами. Большое разнообразие микроорганизмов биологического разрушения, широкий диапазон технологических и экологических требований к средствам химической защиты древесины приводят к огромному разнообразию рецептур биоцидных препаратов. В настоящее время вырос интерес к поиску и изучению свойств новых биоцидов для древесины во всем мире. Это связано с существенным ужесточением требований к безопасности защитных средств, а также с многочисленными исследованиями, связанными с влиянием биоцидных растворов на здоровье человека и окружающую среду.

Ключевые слова: биологическая деструкция, биоцидные растворы, древесина, биоповреждения, биокоррозия, вымываемость, фунгицидные свойства.

Деревянные конструкции и сооружения служат многие десятки лет. Они экологически чисты, радиопрозрачны, химически стойки, не оказывают негативных воздействий на биологическую активность человека. Но если не учесть отрицательные эксплуатационные качества древесины (высокая влажность, закупорка влаги, увлажнение из-за отсутствия надежного ее проветривания и просушивания) в проекте, при возведении и эксплуатации деревянных зданий и сооружений, а также не принять меры по исключению условий, способствующих развитию дереворазрушающих грибов и разрушению древесины, они могут быстро выйти из строя [1].

Наиболее опасными врагами древесины являются влага, тепло, грибы, насекомые и огонь, от которых ее необходимо надежно защищать. При использовании древесины в конструкциях, эксплуатируя деревянные сооружения необходимо исключить еще в проекте или во время строительства, эксплуатации зданий и сооружений благоприятные условия для развития дереворазрушающих грибов. Для этого древесину обрабатывают биоцидными растворами, чтобы защитить от разрушения при возможных в будущем неблагоприятных для нее условиях. Это увеличит срок службы деревянных конструкций и сооружений и снизит затраты на ремонт [2].

Защита древесины от гниения может проводиться несколькими методами: поверхностной обработкой, пропиткой, диффузным методом, а также химическим консервированием, основанным на введении в древесину, т. е. в полости клеточных оболочек и самих клеток.

Биоцидные растворы должны обладать высокой токсичностью против дереворазрушающих грибов, они должны быть нелетучими, не вымываемыми из пропитанной древесины, должны легко проникать на достаточную глубину, допускать последующую обработку древесины. Но в то же время, обладать малой токсичностью и безопасностью для человека.

Современным жестким экологическим требованиям отвечают: борсодержащие вещества, карбаматы, неорганические соединения меди, нафтенаты и цитраты меди, модифицированные креазотные масла, не содержащие в своем составе сульфамиды, четвертичные аммониевые соединения металлов, изотиозолон. Бурсодержащие неорганические фунгициды, к которым относятся борная кислота, бораты цинка октаборат натрия, тетраборат натрия, используются для защиты древесины внутри помещений. Они защищают от повреждения дереворазрушающими грибами и насекомыми и снижают горючесть древесины. Бораты применяются в виде водных растворов. Они имеют низкую токсичность для человека. Недостаток их в легкой вымываемости из древесины и невысокой эффективности к плесневым грибам. Неорганические бораты, защищают древесину вне помещений, в их состав входят фиксативов (поливиниловый спирт) и водоотталкивающие

добавки, снижающие вымываемость. Лучшим веществом, обладающим фунгицидными свойствами, является дидецилдиметиламмоний тетрафлуороборат, имеющий высокую эффективность к грибам и низкую вымываемость.

Наиболее эффективным представителем класса фунгицидных карбонатов является йодопропинилбутилкарбамат. Применяется в виде растворов в органических растворителях (ацетон, ксилен) и водных эмульсий. Имеет широкий спектр действия и эффективен против самых различных групп грибов, но наибольшую эффективность он показывает при защите сырой древесины от поражения плесневыми и дереворазрушающими грибами. Умеренно токсичен.

Четвертичные аммониевые соединения используются для защиты древесины в течение последних 40 лет. Они показывают максимальную эффективность по отношению к дереворазрушающим и плесневым грибам и значительно меньшую – по отношению к грибам дереворазрушающим. Они растворимы в воде и способны смешиваться со спиртом. В древесине они фиксируются путем ионной реакции с карбонильными группами лигнина и гемицеллюлоз. Не рекомендуется их использовать для защиты сортиментов, которые будут эксплуатироваться с грунтом, т.к. обладают низкой стабильностью, быстрой фиксацией вблизи от поверхности древесины и способностью повышать ее водопоглощение. Основная область применения их обработка древесины, эксплуатируемой как внутри, так и вне помещений, но без контакта с грунтом. Поэтому используются комбинированные защитные средства, в состав которых входят медь и борсодержащие вещества, триазолы. Наиболее известными фунгицидными сульфамидами являются дихлофлуанид и толилфлуанид. Сульфамиды наиболее эффективны при защите от плесневых и дереворазрушающих грибов, но в высоких концентрациях способны достаточно активно ингибировать и рост грибов дереворазрушающих. Сульфамиды применяют в виде органических растворов и водных эмульсий. Чаще всего они используются в качестве добавок для защитно-декоративных покрытий, предназначенных для защиты конструктивных деревянных элементов, не контактирующих с почвой.

Еще одним классом органических фунгицидов, получивших широчайшее распространение в составе современных биоцидов, являются триазолы. К ним относятся, например, пропиконазол, тебуконазол, азаконазол. Триазолы стабильны в окружающей среде и малотоксичны для человека. Их применяют в виде растворов и водных эмульсий. Эти вещества ингибируют рост всех типов деревоповреждающих грибов, но в качестве самостоятельных не обладают достаточной эффективностью против базидиомицетов. Ингибирующий эффект триазолов по отношению к базидиомицетам может быть существенно повышен путем введения в состав антиоксидантов или хелаторов металлов. Примером натурального антиоксиданта является кофеин, который и сам обладает фунгицидными свойствами благодаря способности вызывать изменения в структуре клеточных стенок грибов. Комбинированные составы на основе пропиконазола с кофеином имеют ярко выраженный синергетический эффект и

способны эффективно ингибировать развитие базидиальных дереворазрушающих грибов.

Для консервирования древесины в наиболее тяжелых условиях эксплуатации широко используются металл-азольные комплексы. Препараты, состоящие из пропиконазола или тебуконазола в сочетании с ацетатом меди, имеют более высокую ингибирующую способность по сравнению с исходными компонентами по отдельности.

Несмотря на то, что вещества группы триазолов наименее опасны для окружающей среды, их широкое применение ограничивается возможностью снижения защитных свойств, ввиду биодеструкции в процессе эксплуатации пропитанной древесины. Это связано со способностью отдельных разновидностей протеобактерий разлагать некоторые органические фунгицидные соединения (пропиконазол и хлороталонил).

Консерванты на основе меди являются лучшими среди средств, предназначенных для долгосрочной защиты древесины в процессе ее эксплуатации. Высокая эффективность медьсодержащих защитных средств против грибов древесины известна давно, однако в последние десятилетия связаны с пересмотром традиционных рецептов.

В последние годы большое внимание уделяется исследованиям возможностей использования нанотехнологий в сфере защитной обработки древесины. В настоящее время изучаются противогрибковые свойства композиций на основе наночастиц серебра, алюминия, меди, цинка. Экспериментально доказано, что фунгицидные свойства нанобиоцидов со средним размером частиц 100–200 нм существенно отличаются от свойств соответствующих металлов. Такие средства легко проникают в древесину через поры клеточных стенок, что позволяет обеспечить сквозную пропитку, а также высокую равномерность распределения по объему сортамента. Особенно перспективным выглядит применение составов на основе микрочастиц меди размером от 10 до 700 нм. Карбонат меди фиксируется в древесине, образуя октагедральный комплекс с шестью атомами кислорода и атомом меди в центре. При этом происходит окисление ионами меди Cu^{2+} структурных элементов как целлюлозы и гемицеллюлоз, так и лигнина. В результате медь оказывается устойчиво связанной со всеми компонентами древесины. Микрочастицы получают химическим делением либо путем тонкого механического измельчения и используют в виде водных дисперсий. Таким образом, отпадает необходимость в применении аммиака (аммония), который в традиционных медных консервантах используется для образования растворимых медных комплексов. В результате у древесины, пропитанной биоцидными растворами, отсутствует характерный аммиачный запах, снижается ее коррозионная агрессивность, уменьшается вымываемость меди в процессе эксплуатации. Помимо биоцидов на основе микрочастиц, особого внимания заслуживают натуральные фунгициды, в частности хитозан и эфирные масла. Ежегодный объем выработки хитозана живыми организмами оценивается в $(100\text{--}200)10^9$, а использование этого сырья не превышает 1%. Хитозан эффективен и экологичен,

однако его применение ограничивается легкой вымываемостью из древесины. Заключение. Ужесточение требований к экологической безопасности средств химической защиты древесины оказало существенное влияние на рынок биоцидов и послужило толчком для поиска новых высокоэффективных и безопасных биоцидов и композиций.

Список литературы

1. Гридчин А.М., Ю.М. Баженов, В.С. Лесовик, Л.Х. Загороднюк, А.С. Пушкаренко, А.В. Васильченко Строительные материалы для эксплуатации в экстремальных условиях. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. - 595 с.
2. Микробиологическое разрушение материалов: учебное пособие / В.Т. Ерофеев [и др.]; под редакцией В.Т. Ерофеева и В.Ф. Смирнова. - М.: Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2008. – 128 с.

Савкин Игорь Сергеевич

КРЕПОСТЬ ВЛАДИВОСТОКСКАЯ – ВЛАДЕЙ ВОСТОКОМ

*Дальневосточный федеральный университет, Политехнический институт
(Школа), 690922, г. Владивосток*

Научный руководитель – Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация. В статье раскрываются этапы возведения оборонительных сооружений Владивостокской крепости. Показано значение Владивостокской крепости для защиты восточных рубежей России.

Ключевые слова: крепость, оборона, укрепления, минная рота

Владивостокская крепость – это уникальное фортификационное сооружение для долговременных оборонительных событий, оно было построено в конце XIX—начале XX веков во Владивостоке и его окрестностях. Эта морская фортовая крепость была самой укрепленной из крепостей своего времени несмотря на то, что строительство её не было завершено по причине начавшихся Первой Мировой войны и Октябрьской революции.

Крепостное сооружение строилось с учётом всех достижений фортификационной науки того времени. Оно прекрасно вписаны в пересеченный рельеф местности, что значительно увеличивает их оборонительные возможности.

Строительство шло в гористой труднодоступной местности, впервые в практике фортификационных работ были широкомасштабно использованы подвесные канатные дороги. Благодаря им, а также применению компрессоров, бетономешалок, электростанций и прочей новейшей механизации того времени, были достигнуты высокие темпы строительного производства.

К Первой мировой войне это была одна из немногих крепостей, которая имела надежную оборону со стороны суши. В ней были учтены все недостатки,

повлекшие падение Порт-Артура в 1904 году. В то время крепость имела около пятидесяти береговых батарей, способных противостоять самым мощным кораблям противника, шестнадцать фортов, десятки береговых капониров и полукапониров, множество опорных пунктов и сухопутных батарей.

Владивосток был официально объявлен крепостью 4-го разряда 30 августа 1884 года. Укреплению города и осознанию его важности как опорного пункта флота на Дальнем Востоке России способствовала довольно сложная военно-политическая обстановка в мире. Это и резко ухудшившиеся русско-турецкие отношения, попытки США и Великобритании взять под контроль район залива Петра Великого, и значительное укрепление влияния «владычицы морей» в соседнем Китае.



Рисунок 1 - Форт 4

Оборонительные сооружения, которые создавались вокруг Владивостока десятилетиями для защиты города от атак с суши и с моря, так ни разу и не стали участниками серьезных боевых столкновений с противником (рис. 1 – 4). Однако их роль в укреплении российского влияния в этом регионе трудно переоценить. Именно мощь владивостокских укреплений одним своим присутствием сдерживала потенциального агрессора, который просто не решался напасть на «крепость» Владивосток.



Рисунок 2- Сухопутные батареи

На первом этапе своего развития Владивостокская крепость сталкивалась с двумя основными проблемами: удаленностью от остальной империи и как следствие трудностями с доставкой строительных материалов и квалифицированной рабочей силы. Второй проблемой, которая висела над крепостью на протяжении практически всего ее существования, было недофинансирование работ.



Рисунок 3 -Форт Русский



Рисунок 4 -Владивосток, вид на восточную часть города, 1894 год

Уже в следующем году здесь началось строительство бетонных укреплений. При этом к строительным работам привлекались иностранные наемные рабочие из числа китайцев и корейцев. Любопытно отметить, что первым потенциальным противником новой российской крепости считался нередкий для этих мест туман (в таких условиях батареи на сопках просто не видели, куда стрелять). Помимо тумана в потенциальные враги был зачислен могущественный британский флот, а также многочисленная армия Китая. Японию как серьезного противника России в тот период военные просто не рассматривали.

Весной 1893 года во Владивосток на пароходе «Москва» прибыла первая «минная рота» - военная часть, предназначенная для постановки подводных морских мин. Гарнизон крепости к тому моменту, составляли всего три пехотных батальона - два в самом городе и один на острове Русском. Основной задачей крепости уже тогда была защита русского флота, укрывшегося в бухте Золотой Рог от атак с моря и суши. Систему обороны крепости составляли три основных элемента. Во-первых, расположенные на островах и во Владивостоке береговые батареи, которые должны были не допустить обстрела бухты со стороны моря. Во-вторых, прикрытые данными батареями подводные минные заграждения. В-третьих, целая цепь сухопутных укреплений, которые пересекали полуостров Муравьева-Амурского и защищали флот от атаки и обстрела со стороны суши.

В период с 1910 по 1916 год крепость была кардинальным образом усилена по проекту, который был разработан коллективом военных инженеров под руководством инженер-генерала А. П. Вернандера. При этом план модернизации Владивостокской крепости стоил огромных денег - более 230 миллионов рублей или более 10 процентов от ежегодной суммы всех доходов Российской империи.

В то же время сразу после войны удалось выделить только 10 миллионов рублей, а за последующие 10 лет еще 98 миллионов рублей золотом.

Опорный пункт имеет в плане форму близкую к ромбу со стороной 130 м. По периметру укрепления насыпан стрелковый вал высотой 2 – 3 м. В северо-восточном и юго-восточном углах укрепления в составе вала располагаются площадки для легкой выкатной артиллерии – барбетты. Пространство, ограниченное валом, является внутренним двориком опорного пункта. На нем располагаются убежище для артиллерии с пороховым погребом – в восточной части и казарма – в западной части (рис. 5).

Оба сооружения одноэтажные, бетонные с толщиной стен и покрытия 1 м. Покрытие сооружений сводчатое. С восточной стороны оба сооружения обсыпаны землей. Обсыпка убежища пушек переходит в стрелковый вал. Убежище для артиллерии имеет в своем составе два не сообщающихся друг с другом каземата для пушек, широкие входы в которые закрывались броневыми воротами (утрачены). Между этими казематами располагались два небольших пороховых погреба, так же не сообщающиеся друг с другом.

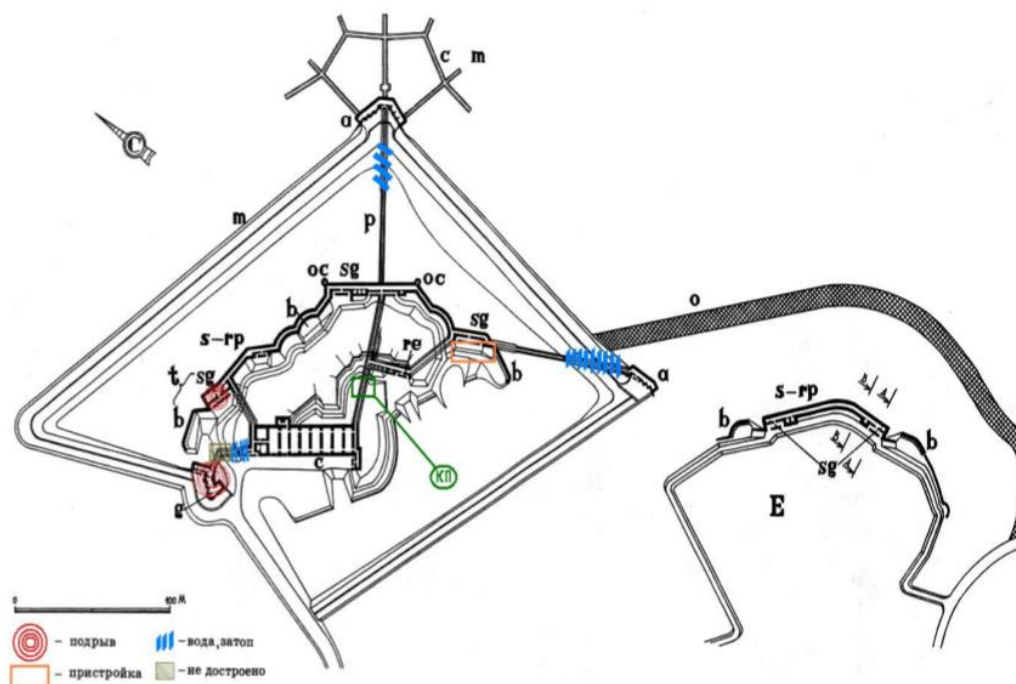


Рисунок 5 Современное состояние Форта № 5

Входы в пороховые погреба защищены прямым сквозником и закрывались броневыми дверями. Из северного каземата для артиллерийских установок в северо-восточном направлении отходит подземный ход (потерна) к капониру для

фланкирования рва. Фасад убежища увенчан горизонтально расчлененным карнизом.

Помещение казармы представляет собой длинный коридор с небольшим изломом в центре шириной 3 м. Входы в казарму и окна арочной формы закрывались соответственно броневыми дверьми и броневыми ставнями. На фасаде казармы имеются простые архитектурные детали – карнизы и наличники на окнах. Ближе к центральной части фасада расположены три бойницы, прикрывающие входы.

Отсутствие финансирования длительное время мешало начать постройку наиболее мощных укреплений. Вместо запланированных 4 миллионов рублей в год на строительство выделялось в лучшем случае 2 миллиона рублей. В тот момент царское правительство увлеклось проектом освоения арендованного Порт-Артура, который считался более перспективной базой для русского флота на Тихом океане, чем Владивосток. Поэтому последний финансировался по остаточному принципу. Сказывалась и нехватка русских строителей, что заставляло массово привлекать к работам китайцев. В свою очередь, это очень плохо сказывалось на секретности. Разведки Китая и Японии отлично знали о расположении владивостокских укреплений.

При всех своих недостатках недостроенная крепость сыграла свою роль, японцы даже не думали о высадке на юге Приморья. При этом в годы войны гарнизон крепости был увеличен сразу в 5 раз, также вокруг Владивостока было возведено большое количество полевых укреплений. После завершения войны, в которой Россия потеряла Порт-Артур, Владивосток стал не только единственной крепостью и военно-морской базой страны на Тихом океане, но и единственным оборудованным портом России, расположенным на Дальнем Востоке, что сразу же увеличило важность города (рис. 6).

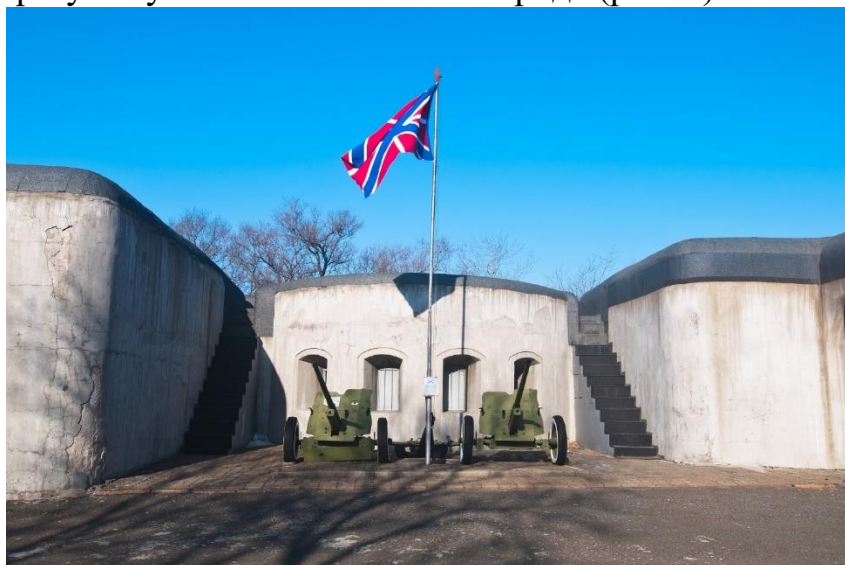


Рисунок 6 – Государственный музей-заповедник - Владивостокская крепость

Заключение

Из ценных элементов среды объекта культурного наследия можно отметить сохранившуюся историческую планировочную структуру. Планировочная структура всего комплекса Владивостокской крепости -

важнейший элемент оборонительного комплекса. На протяжении всего периода создания оборонительной системы одновременно происходило создание дорожной сети, необходимой для строительства и дальнейшей жизнедеятельности оборонных объектов

14 октября 1996 года во Владивостоке на территории крепостной батареи Безымянная был открыт музей «Владивостокская крепость», посвящённый истории Владивостокской крепости. Форт №7 сдаётся в аренду и превращён в музей. Батарея «Петропавловская мортирная» сдана в аренду казакам Уссурийского казачьего войска. И, хотя, некоторые части владивостокской крепости сданы для реставрации, в удовлетворительном состоянии находится лишь несколько объектов.

Список литературы

1. Наставление по военно-инженерному делу для ВС РФ : [утверждено Начальником инженерных войск Вооружённых Сил Российской Федерации]. – М. : Воениздат, 2016. – 468 с.
2. Войсковые фортификационные сооружения. – М. : Воениздат, 1984. – 720 с.
3. Козлов П.Г. Основы фортификации : учеб. пособие / Козлов П.Г., Федюк Р.С., Мочалов А.В., Тимохин А.М., Муталибов З.А., Кудряшов С.Р., Шальнев В.М., Панарин И.И.; Дальневосточный федеральный ун-т. – Владивосток: учебное электронное издание УВЦ ДВФУ, 2018. – 286 с.
4. Козлов П.Г. Военная история. Часть 1. История развития и становления Вооружённых Сил Российской Федерации: учеб. пособие/ Козлов П.Г., Федюк Р.С., Муталибов З.А., Мочалов А.В., Тимохин А.М., Шальнев В.М., Кудряшов С.Р.; Дальневосточный федеральный ун-т. – Владивосток: электронное издание УВЦ ДВФУ, 2017. – 215 с.

Процкий Александр Анатольевич

ВЛИЯНИЕ ПУСТЫНИ НА ФОРТИФИКАЦИЮ И МАСКИРОВКУ

*Дальневосточный федеральный университет, Политехнический институт
(Школа), 690922, г. Владивосток
Научный руководитель – Козлов Павел Геннадьевич*

Аннотация. Цель работы состоит в изучении специфического характера пустынных грунтов и местных строительных материалов, истощенность которых затрудняет возведение фортификационных, сооружений, а также оказывает влияние на их устойчивость и защитные свойства.

Ключевые слова: пустыня, пески, фортификационное сооружение, маскировка

Особенности физико-географических условий обороны в пустыне

К пустыням относят географические районы с крайне засушливым континентальным климатом, бедные растительным покровом. По составу грунтов различают песчаные, глинистые и каменистые пустыни, а также лёссовые и солончаковые. Песчаные пустыни представляют собой равнины, покрытые слоем сыпучего песка. Пески могут быть закрепленными, полужакрепленными и сыпучими (оголенными). К закрепленным пескам относятся такие, поверхность которых покрыта дерном более чем на 50%, к полужакрепленным -- на 25--50%, а к оголенным -- менее 25%. В песчаных пустынях распространены заросли саксаула, песчаной акации и другой кустарниковой растительности. Рельеф, закрепленных песков часто представляет собой песчаные гряды, разделенные между собой понижениями шириной от 40 до 200 м, а иногда и более. Высота гряд 10--30 м, а длина 2--3 км. Наиболее распространенной формой оголенных песков являются барханы. Высота их от 3 до 15 м. Ряд барханов образует барханные цепи высотой до 100 м, а длиной до 5 км. Отстоят они одна от другой на 1,5 -- 2 км. В песчаных пустынях встречаются солончаки -- площади с засоленными глинистыми и супесчаными грунтами, а также такыры -- ровные горизонтальные впадины с глинистым грунтом.

Специфический характер грунтов и отсутствие местных строительных материалов затрудняют возведение фортификационных сооружений, а также оказывают влияние на их устойчивость и защитные свойства. В песчаных пустынях вследствие неустойчивости откосов выемок значительно снижается устойчивость открытых фортификационных сооружений, а из-за слабого сопротивления обсыпки прониканию и взрыву снарядов и мин уменьшаются защитные свойства закрытых фортификационных сооружений. Несвязные пески снижают эффективность применения инженерных машин. В глинистых и каменистых пустынях затрудняется производство земляных работ и возникает необходимость в применении специальных средств и подрывных зарядов.

Перемещение барханных песков вызывает засыпание или оголение фортификационных сооружений и минных полей, что требует выделения дополнительных сил и средств для их восстановления.

Открытый, равнинный характер пустынной местности представляет угрозу значительного поражения войск в случае применения ядерного оружия. Ударная волна ядерного взрыва, не встречая крупных естественных препятствий, распространяется здесь на большое расстояние. Разреженный приземный слой воздуха летом вызывает уменьшение избыточного давления во фронте ударной волны и увеличивает скорость ее распространения. Поэтому зона поражения ударной волной в пустынях может быть больше, чем на холмистой или горной местности. Поражающее действие светового излучения в условиях сильной запыленности воздуха в пустыне значительно уменьшается.

При наземном ядерном взрыве в пустынных районах с мелкопесчаными и лёссовыми грунтами образуется громадное облако радиоактивной пыли, что ведет к увеличению площади радиоактивного заражения местности по следу

движения этого облака. Кроме того, на солончаковых грунтах, содержащих большое количество солей натрия, кальция, калия и других элементов с радиоактивными изотопами, значительно увеличиваются уровень и продолжительность радиоактивного заражения грунтов.

Защита войск от оружия массового поражения в пустынях является сложной задачей из-за почти полного отсутствия естественных укрытий, трудности маскировки, крайне ограниченного количества источников воды с малым их дебитом и высокой температуры. Из природных объектов для укрытия войск могут быть использованы межгрядовые понижения, сухие русла, скалистые и крутые обрывы, а также другие неровности местности.

Фортификационное оборудование местности

Фортификационное оборудование местности осуществляется с учетом построения обороны, типа пустыни, времени года, наличия времени и готовых конструкций фортификационных сооружений промышленного изготовления. Наибольшее развитие оно получает на важнейших направлениях. Наиболее полно оборудуются позиции, прикрывающие оазисы, населенные пункты, узлы дорог, крупные источники воды и другие жизненно важные районы и объекты. На второстепенных направлениях, как правило, оборудуются отдельные районы обороны батальонов и опорные пункты рот и взводов. В глубине обороны оборудуются также позиции и огневые рубежи для отражения возможных ударов противника во фланг и тыл обороняющихся войск, а также для борьбы с воздушными десантами противника. Характер фортификационного оборудования местности во многом зависит от типа пустыни. Так, например, в глинистых и каменистых (щебнистых) пустынях основу позиций, как и в обычных условиях, составляют ротные опорные пункты, объединяемые в батальонные районы обороны. В них возводятся фортификационные сооружения с полным или частичным (в каменистых пустынях) заглублением в грунт. В песчаных пустынях позиции полностью оборудуются только на важнейших направлениях: на второстепенных же создаются обычно отдельные ротные и взводные опорные пункты. В них возводятся, как правило, фортификационные сооружения заглубленного типа.

При подготовке опорных пунктов к круговой обороне в них создаются запасы воды, боеприпасов и продовольствия. В промежутках между опорными пунктами устраиваются позиции засад. На труднодоступных участках местности возводятся сооружения для подразделений, осуществляющих наблюдение и патрулирование.

В качестве конструкций промышленного изготовления при оборудовании позиций, рубежей и районов применяются земленосные мешки, криволинейные армированные оболочки, элементы волнистой стали, тканекаркасные конструкции, полиэтиленовые пленки, рулонные материалы и металлические каркасы, готовые комплекты сооружений и т. п. Могут также использоваться и местные материалы: саксаул, черкез, кандым, гребенщик, камыш, тростник и другая кустарниковая растительность. В глинистых пустынях и в районах

такыров песчаных пустынь изготавливаются и используются саманные блоки и кирпич-сырец.

Крутости фортификационных сооружений открытого типа в сыпучих и слабозакрепленных песках укрепляются земленосными мешками с песком, камышовыми плетнями, саманными блоками или фашинами из гребенщика и мелкого кустарника. В ряде случаев для этой цели применяется также полиэтиленовая пленка.

Сооружения открытого типа для предотвращения заноса их песком оборудуются козырьками, покрытиями и различными проницаемыми и непроницаемыми экранами, устанавливаемыми перед сооружениями с наветренной стороны. Предусматривается защита от заноса песком амбразур, входов и воздухозаборов.

Для повышения защиты боевой техники, от нейтронного и высокоточного оружия может применяться устройство над открытыми фортификационными сооружениями специальных перекрытий или обкладывание танков и других бронированных машин земленосными мешками с грунтом.

Сооружения закрытого типа в песчаных пустынях обычно возводятся с применением прямых и криволинейных мешков с грунтом, металлических каркасов и полиэтиленовых пленок, легких каркасно-тканевых сооружений (типа ЛКТС). При применении мешков с грунтом входы и боковые стены устраиваются из прямых земленосных мешков, а своды и торцовые стены -- из криволинейных мешков. Входы в сооружения перекрываются криволинейными земленосными мешками.

Крутости фортификационных сооружений открытого типа в сыпучих и слабозакрепленных песках укрепляются земленосными мешками с песком, камышовыми плетнями саманными блоками или фашинами из гребенщика и мелкого кустарника. В ряде случаев для этой цели применяется также полиэтиленовая пленка.

Металлические каркасы обтягиваются двухслойной полиэтиленовой пленкой или брезентом и засыпаются песком. В зависимости от конструкции они могут обкладываться земленосными мешками.

При устройстве убежищ в качестве остова сооружения целесообразнее всего применять комплекты типа ЛКТС. Они наиболее удобны для транспортирования и установки.

В глинистых и суглинистых грунтах часто устраиваются укрытия для личного состава способом подкопа, а также подземные сооружения, подготавливаемые взрывным способом путем образования взрывом камуфлетов (камуфлетный способ возведения подземных сооружений). Такие укрытия обеспечивают более высокую защиту войск от современных средств поражения.

В иностранной печати отмечается целесообразность применения войсками блочных транспортабельных укрытий, устанавливаемых в котлованы. Собирая их из отдельных блоков, можно получать сооружения различной конфигурации и назначения. Материал конструкций может быть различным. Так, например, в армии США применяется двухслойная конструкция из синтетических

материалов с алюминиевыми сотами внутри, которые наряду с приданием жесткости стенке играют роль экрана от ЭМИ ядерного взрыва. Во Франции проводятся работы над материалом для блочных укрытий из алюминия и фибerglassа с теплоизоляционной прокладкой между ними. В целях повышения защитных свойств закрытых фортификационных сооружений от проникающей радиации в песчаных и глинистых пустынях целесообразно увеличивать их защитную грунтовую толщу, а в каменистых пустынях - применять при возможности противорадиационные экраны и конструкции остовов, имеющих слой водородсодержащих материалов.

Наряду с устройством фортификационных сооружений для защиты войск и объектов по возможности используются защитные свойства местности: межбарханные впадины, межгрядовые понижения, сухие русла, крутые обрывы, а также другие неровности.

Потребность большого количества конструкций промышленного изготовления и транспорта для их доставки войскам требует применения мобильных установок для создания элементов фортификационных сооружений в полевых условиях, в том числе на основе местных материалов, например, керамических конструкций в глинистых пустынях. По данным зарубежной печати, в начале 80-х годов в ФРГ разработана такая установка, позволяющая возводить полусферические укрытия из усиленного изопрена. Она перевозится на стандартном армейском автомобиле и позволяет изготовить 30 сооружений на одном запасе компонентов.

При фортификационном оборудовании местности в пустыне значительно возрастают объемы земляных работ из-за увеличения заложения откосов при отрывке котлованов и необходимости окапывать всю боевую технику и транспортные машины вследствие открытого характера местности. Поэтому особое внимание необходимо уделять широкому применению средств самоокапывания гусеничных и колесных машин.

Инженерные машины применяются, как правило, только в глубине обороны, на удалении 8--10 км и более от переднего края, в районах, где нет (барханных песков, каменистых грунтов, топких солончаков и плотных такыров. При применении на меньшем удалении от переднего края необходимо выполнять мероприятия по скрытию и защите их от воздействия противника.

Траншейные машины вначале используются для отрывки траншей на позициях, занимаемых войсками, а затем в промежутках между ними. При отрывке траншей и ходов сообщения в сухих грунтах ширина их поверху получается больше, а глубина меньше расчетной, так как грунт осыпается на дно. Производительность траншейных машин снижается в среднем на 25--30%. Траншеи и ходы сообщения отрываются по возможности при движении траншейных машин против ветра, чтобы облако пыли, образующееся при их работе, не мешало водителям.

Хорошо зарекомендовали себя бульдозеры при отрывке окопов для танков и САУ и укрытий для транспортных средств. Экскаваторы обычно применяются

для отрывки котлованов при оборудовании убежищ, в основном на пунктах управления и медицинских пунктах.

При применении инженерных машин в пустынях большое внимание уделяется вопросам технического обеспечения. Техническое обслуживание проводится чаще, из-за жары и пыли оно значительно усложняется, а продолжительность его увеличивается на 50%, главным образом за счет очистки узлов и агрегатов от пыли. Ремонтно-эвакуационные подразделения используются рассредоточенно (по группам машин и отдельным машинам) и обеспечиваются необходимыми средствами для выполнения текущих ремонтов всех видов техники в полевых условиях. Состав выделяемых на каждое направление ремонтных и эвакуационных средств определяется в соответствии с количеством и марками инженерных машин и выполняемыми ими задачами. Техническое обслуживание и ремонт производятся с соблюдением мер по защите техники от пыли и песка в укрытиях и палатках.

Маскировка

Открытая пустынная местность обладает минимальными маскирующими свойствами. На монотонно серой пустынной равнине с редкой пропыленной растительностью хорошо выделяются стартовые и огневые позиции, боевая и транспортная техника и следы от ее передвижения. Сильно демаскирует стартовые (огневые) позиции и перемещение машин пыль, поднимающаяся при пуске ракет, выстрелах орудий и на марше. В тихую погоду облака пыли долго стоят над стартовыми позициями и дорогами, привлекая внимание разведки противника. Поэтому маскировка войск в пустынях имеет особо важное значение.

Для маскировки от наземного наблюдения противника войска могут использовать понижения рельефа, а также заросли саксаула и других кустарников. Ограниченное число естественных масок в пустынях восполняется широким использованием табельных маскировочных средств. Все машины, боевая техника и вооружение обычно окрашиваются специальной маскировочной краской под господствующие цвета местности. Широко используются искусственные маскировочные средства. При использовании их в пустынях необходимо учитывать, что сильные ветры могут быстро нарушить систему маскировки.

Техника, фортификационные сооружения и пункты водоснабжения маскируются табельными комплектами, как правило, маскировочными комплектами МКТ и универсальными бескаркасными масками типа "Шатер".

По данным зарубежной печати, для защиты от радиолокационных, тепловизионных средств разведки и разведывательно-ударных комплексов применяются специальные маскировочные сети, которые могут рассеивать радиолокационное излучение или быть радиопрозрачными и имеют малый коэффициент теплового излучения. В частности, для защиты теплоизлучающих объектов предлагается применять теплозащитный тент, вентилятор с вытяжной трубой и маскировочную сеть. Тент состоит из двух слоев металлизированной ткани, между которыми имеется прослойка из легкого материала. Для скрытия

наиболее важных объектов могут применяться горизонтальные маски большой площади и аэрозольные завесы для противодействия радиолокационным и оптико-электронным средствам разведки и наведения противника.

Маскировочное окрашивание применяется для скрытия боевых и транспортных машин, а иногда и инженерных сооружений. Наиболее широко в пустынях применяется защитная окраска. В случае, применения имитирующей или деформирующей окраски половина всей окрашиваемой поверхности каждой единицы техники должна иметь серо-песочный цвет, соответствующий фону местности.

Для окраски техники чаще всего применяются масляные (густотертые) краски песочного цвета, растворимые в скипидаре и бензине. Закрепителем для них служит олифа. Окрашивание производится с помощью краскомета или краскораспылителя. Перед окраской поверхность очищается от масла, грязи, пыли и ржавчины. При маскировочном окрашивании в пустынях применяются краски, стойкие к воздействию солнечных лучей. По сообщениям зарубежной печати, в США разработаны краски, ослабляющие излучение объектов в ближней к инфракрасной области электромагнитных волн. Они значительно уменьшают вероятность обнаружения объектов средствами, чувствительными к инфракрасному излучению, и эффективность применения противником ракет с инфракрасными головками самонаведения.

В целях противодействия новым высокоэффективным системам оружия в армиях стран НАТО предусматривается также применение дымовых боеприпасов, дымовых генераторов и термодымовой аппаратуры. При этом рекомендуется применять эти средства с учетом воздействия на дымовые завесы вихревых и восходящих воздушных потоков, характерных для равнинной пустынной местности.

Особое внимание уделяется применению комплексных систем маскировки объектов. Так, например, подобная система американского танка серии М60 включает маскировочное окрашивание, сеть с каркасом для ее крепления, дымовые гранатометы, термодымовую аппаратуру и тепло-рассеивающий экран двигателя. Считается, что с совершенствованием средств поражения необходима надежная защита укрываемых объектов от средств разведки и, наведения, работающих в различных диапазонах электромагнитных волн.

Для скрытия работы инженерных машин при возведении сооружений на просматриваемой противником местности могут устраиваться вертикальные маски и маски-помехи из радиолокационных отражателей.

В отдельных случаях применяется маскировка сооружений под пятна обнаженного грунта с одновременным распятнением местности (созданием на ней пятен путем срезания верхнего слоя грунта). Окопы и укрытия, возводятся непосредственно на пятнах и маскируются под них. Брустверы и обсыпка сооружений не скрываются, однако им придается неправильная форма, искажающая характерный вид сооружения. Пятна также должны иметь очертания неправильной формы, для этого срезание грунта техникой производится в различных направлениях и с неравномерным заглублением

рабочего органа. За час танк с БТУ может устроить пять-шесть пятен площадью 250--400 м² каждое. Для маскировки мотострелковой (танковой) роты в районе расположения ориентировочно требуется устроить не менее 12 пятен в занимаемом ею районе и до 20 пятен в одном-двух других местах.

Список литературы

1. Влияние пустынной местности на боевые действия войск [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lastday.club/takticheskie-svojstva-pustyni/>
2. Наставление по военно-инженерному делу для ВС РФ : [утверждено Начальником инженерных войск Вооруженных Сил Российской Федерации]. – М. : Воениздат, 2016. – 468 с.
3. Учебник сержанта инженерных войск : [утверждено начальником инженерных войск Вооруженных Сил Российской Федерации]. – М. : Воениздат, 2016. – 378 с.
4. Войсковые фортификационные сооружения. – М. : Воениздат, 1984. – 720 с.
5. Козлов П.Г. Основы фортификации : учеб. пособие / Козлов П.Г., Федюк Р.С., Мочалов А.В., Тимохин А.М., Муталибов З.А., Кудряшов С.Р., Шальнев В.М., Панарин И.И.; Дальневосточный федеральный ун-т. – Владивосток: учебное электронное издание УВЦ ДВФУ, 2018. – 286 с.
6. Руководство по инженерным средствам и приемам маскировки сухопутных войск. Ч. I. – М. : Воениздат, 1985. – 263 с.
7. Основы маскировки: учеб. пособие / Р.С. Федюк, П.Г. Козлов, А.В. Мочалов, А.М. Тимохин, В.М. Шальнев, З.А. Муталибов, С.Р. Кудряшов, И.И. Панарин. – Владивосток : Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2017. – 176 с.

Савкин Игорь Сергеевич

ВОРОШИЛОВСКАЯ БАТАРЕЯ – СИМВОЛ БОЕВОЙ МОЩИ РОССИИ НА ТИХОМ ОКЕАНЕ

*Дальневосточный федеральный университет, Политехнический институт
(Школа), 690922, г. Владивосток
Научный руководитель – Козлов Павел Геннадьевич*

Аннотация. В статье рассказывается о способе защиты государственных границ, который основывается на системе опорных пунктов — крепостей, укрепленных районов, линий обороны. Вторая мировая война показала, что позиционная оборона на суше, как правило, приводит к поражению. А вот в отношении морских портов дело обстоит иначе: их оборона должна быть именно такой — жесткой и нестигаемой.

Ключевые слова: батарея, фортификационное сооружение, оборона, крепость

«Ворошиловская батарея» — фортификационное сооружение, расположенное на острове Русском, некогда воплощала собой боевую мощь России на Тихом океане, ныне является частью Военно-исторического музея ТОФ. Построенная в 1934 году, батарея была главным оплотом Владивостокской крепости, покрывающей акваторию залива Петра Великого. В 2024 году батарея готовится отметить 90-летний юбилей.



Рисунок 7 - «Ворошиловская батарея» сегодня.

Ни один век защита государственных границ основывалась на системе опорных пунктов — крепостей, укрепленных районов, линий обороны. Но Вторая мировая война показала, что позиционная оборона на суше, как правило, приводит к поражению. А вот в отношении морских портов дело обстоит иначе: их оборона должна быть именно такой — жесткой и нестигаемой.

После Первой мировой в Европе было построено множество укрепленных районов и линий обороны. Во Франции — линия Мажино, в Германии — линия Зигфрида против Франции и линия Пантера-Вотан против весьма агрессивной в то время Польши. Своими «линиями Мажино» для защиты от опасных соседей обзавелись едва ли не все европейские страны, включая не воевавшую с начала XIX века Швейцарию.

«Ворошиловская батарея» по праву можно назвать одним из самых уникальных фортификационных сооружений в мире. Решение о её строительстве было принято весной 1931 года в ходе решения Реввоенсовета СССР об усилении обороны Владивостока. История построения орудий берёт своё начало в 1880 году, когда во город с Балтики прибыла Тихоокеанская эскадра под командованием вице-адмирала Лесовского.

Появление эскадры в российских дальневосточных водах было вызвано дальнейшим обострением отношений с Китаем и Великобританией. В Сингапуре готовилась к военным действиям английская эскадра, а в провинции Хэйлунцзян концентрировалось огромное войско императрицы Цыси, назревал военный конфликт.

В такой обстановке Владивосток, где уже к тому времени скопились материальные ценности на сумму 10 млн. руб., нуждался в стойкой защите. Поэтому на кораблях эскадры в город были доставлены новейшие по тем временам береговые орудия 9-ти и 11-дюймового калибра, которые были установлены на уже готовых береговых укреплениях. Осмотревшись на месте, адмирал Лесовский тут же высказал здравую мысль о включении о. Русского в систему обороны Владивостока. Буквально через год на расположенном прямо напротив входа в бухту Золотой Рог узком перешейке Русского острова появилось укрепление, вооруженное береговой артиллерией.

На протяжении 80-х гг. XIX в. на подступах к Владивостоку продолжалось интенсивное оборонительное строительство, а вся гладкоствольная артиллерия была заменена на нарезную. К 1888 году - после постройки Новосильцевской и Ларионовской батарей на острове Русском и еще двух на полуострове Назимова - береговая оборона Владивостока была вынесена на линию Скрыплевского рейда.

В условиях сложной международной обстановки весной 1931 года руководством молодой Советской республики было принято решение об усилении береговой обороны Владивостока. С этой целью нарком обороны К. Ворошилов лично участвовал в выборе места для размещения башенной артиллерийской батареи 305-мм орудий на острове Русском. «Высота» была выбрана на юге острова, рядом с бухтой Новик.

В течение последующих двух лет удалось выполнить большую часть скальных, бетонных и подземных работ. Орудия для батареи были сняты с линкора «Полтава» и доработаны на Обуховском заводе. Орудийные стволы и детали башен переправлялись на остров баржами, а далее до места установки - по специально построенной железной дороге. В феврале-апреле 1934 года был закончен монтаж обеих башен батареи, которой присвоили имя К. Ворошилова.

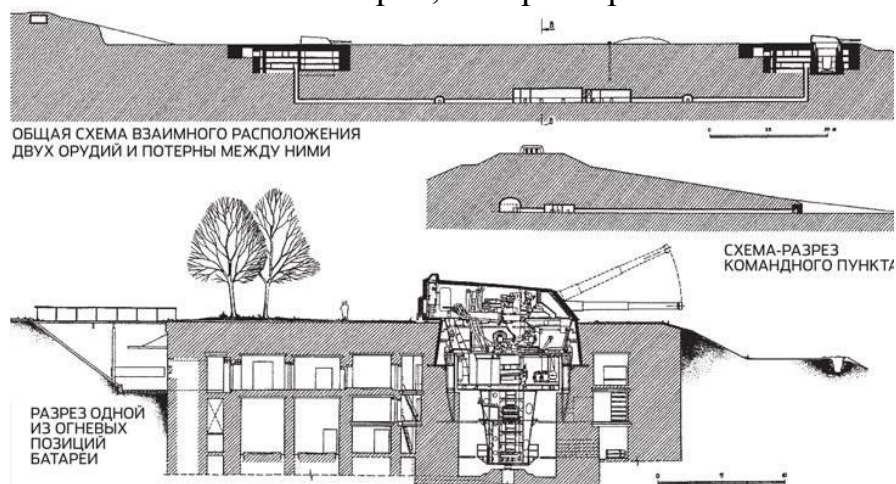


Рисунок 8 - Разрез батареи

Впечатляет объём проведенных работ и тактико-технические данные орудий. Под каждой башней расположены на трех этажах подземные склады боеприпасов, жилые и технические помещения. Толщина бетонного свода составляет 3,5 метра и рассчитана на прямое попадание авиабомбы весом в 1

тонну. Башни соединяются между собой потерней глубокого заложения длиной 250 м.

Помимо небывалой скорости постройки, батарея поражает воображение своим уникальным устройством, в котором, кажется, предусмотрено абсолютно все. Батарея имеет крайне удачное расположение-ее совсем не видно с моря, поэтому в случае боевых действий отвечать на огонь неприятелям пришлось бы вслепую.



Рисунок 9 Устройство батареи

Орудия батареи были способны прицельно поражать цели на расстоянии 35 км, при скорострельности в 1,5 выстрела в минуту для одного орудия. Одновременно могли быть задействованы: одно, два, три или все шесть орудий. Бронебойные снаряды весом чуть меньше полтонны могли пробивать броню в 350 мм. Боевой расчет одной башни составлял 75 человек, а в целом батарею обслуживали 399 человек.



Рисунок 10 - Пульта управления Ворошиловской батареи.

Стрелка указывает на разновидность используемого в данный момент заряда, тип корабля-цели, а также вид тревоги (боевая, воздушная, химическая, атомная или опасность с суши).

Сопка, на которой расположена батарея, не господствует над местностью — таким образом, вспышки выстрелов с моря не видны, и засечь батарею невозможно. С самолета корректировать огонь кораблей по батарее тоже затруднительно из-за пересеченной местности. Кроме того, военные инженеры придумали еще одну хитрость. В разных точках недалеко от батареи в колодцах помещались заряды взрывчатки, провода от которых были протянуты на командный пункт. В случае обстрела противником эти заряды поочередно должны были взрываться, имитируя разрывы вражеских снарядов и вводя авиакорректировщика в заблуждение.

Существовал и ещё один маскировочный фактор. Из-за близости к бухте Новик огневая позиция батареи часто скрывалась в тумане, а её командный пункт находился выше, и с него прекрасно были видны подступы к городу с моря.

Сегодня, проходя по этажам батареи, можно понять, какую грозную силу она представляла более полувека тому назад. Всё в ней сделано добротно и функционально, с большим запасом прочности. Поражает и точность стрельбы орудий. В 1992 году были проведены показательные стрельбы, во время которых с третьего выстрела была уничтожена бочка диаметром в 2 метра с расстояния в 6 морских миль.



Рисунок 11 - Батарея, вид с высоты птичьего полёта

Заключение

Несомненно, что Ворошиловская батарея является уникальным фортификационным сооружением, настоящим чудом военной техники. В 1997 году батарея была снята с вооружения и на следующий год стала филиалом музея Тихоокеанского флота.

В ходе реформирования Вооруженных Сил Российской Федерации в 1997 году батарея как боевая единица была расформирована. Судьба «Ворошиловской батареи», можно сказать, сложилась более удачно, чем у большинства подобных

сооружений по всей нашей стране, которые превратились в груды металла или попросту уничтожены. Последним командиром батареи был подполковник Шабот Георгий Эдуардович. Ему было суждено пережить расцвет Ворошиловской батареи и ее расформирование. А еще стать свидетелем варварского разграбления в конце 1990 годов. Именно благодаря настойчивости подполковника Шабота в 1998 году было решено включить Ворошиловскую батарею в состав музея истории Тихоокеанского флота.

Список литературы

1. Н.Аюшин, В.Калинин, С.Воробьев. Крепость Владивосток, 2001.
2. В.И.Калинин, Ю.В.Иванов, Н.В.Гаврилкин «Ворошиловская батарея. Башни линкора "Полтава" в береговой обороне».
3. Козлов П.Г. Основы фортификации : учеб. пособие / Козлов П.Г., Федюк Р.С., Мочалов А.В., Тимохин А.М., Муталибов З.А., Кудряшов С.Р., Шальнев В.М., Панарин И.И.; Дальневосточный федеральный ун-т. – Владивосток: учебное электронное издание УВЦ ДВФУ, 2018. – 286 с.
4. Королев, А.Ю. Маскировка вооружения, техники и объектов : учебное пособие / А.Ю. Королев, А.А. Королева, А.Д. Яковлев. – СПб. : Университет ИТМО, 2015. – 155 с.
5. Руководство по инженерным средствам и приемам маскировки сухопутных войск. Ч. I. – М. : Воениздат, 1985. – 263 с.
6. Основы маскировки: учеб. пособие / Р.С. Федюк, П.Г. Козлов, А.В. Мочалов, А.М. Тимохин, В.М. Шальнев, З.А. Мутали-бов, С.Р. Кудряшов, И.И. Панарин. – Владивосток : Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2017. – 176 с.
7. Козлов П.Г. Военная история. Часть 1. История развития и становления Вооруженных Сил Российской Федерации: учеб. пособие/ Козлов П.Г., Федюк Р.С., Муталибов З.А., Мочалов А.В., Тимохин А.М., Шальнев В.М., Кудряшов С.Р.; Дальневосточный федеральный ун-т. – Владивосток: электронное издание УВЦ ДВФУ, 2017. – 215 с.

Исаева Екатерина Сергеевна

ВЛИЯНИЕ МИКРОЧАСТИЦ СТЕКЛЯННЫХ ОТХОДОВ НА ПРОИЗВОДСТВО САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток, Россия

Аннотация. Бетон является одним из наиболее распространенных строительных материалов, используемых для возведения гражданских и промышленных зданий. Применение микрочастиц стеклянных отходов в качестве вяжущего материала в бетонных смесях не только является одним из приоритетных направлений развития строительной отрасли, но также поможет решить проблему размещения стекольных отходов, которая сейчас вышла на

первое место по своей значимости. Использование самоуплотняющегося бетона в строительстве обеспечит не только долговечность возводимой конструкции, но и создает комфортную среду жизнедеятельности. Таким образом исследование влияние микрочастиц стеклянных отходов в качестве вяжущего материала на механические и прочностные свойства бетонных смесей окажет положительное влияние как на экологическую обстановку, так и на развитие отрасли в целом.

Ключевые слова: самоуплотняющийся бетон, стекло, минеральные добавки, наполнитель.

Использование вторсырья в строительстве является одним из наиболее актуальных вариантов из-за большого расхода материалов, относительно низких требований к качеству и обширности строительных площадок. Основные области применения включают частичную замену заполнителя в асфальтобетоне, в качестве мелкого заполнителя в несвязном базовом слое и гравийной обратной засыпке дренажных систем [1], [2]. Из-за строгих экологических норм, затрат на переработку отходов и ограниченного количества мест для захоронения в последние годы все большее значение приобретает разработка новых и экономически эффективных методов обращения с отходами. Повторное использование и переработка отходов являются одними из экологических приоритетов современного общества. Бетон – наиболее широко используемый строительный материал, для создания которого необходимы природные минеральные ресурсы. Производство бетона потребляет большое количество энергии и является одним из крупнейших источников выбросов CO₂. Соответственно, существует острая потребность в минимизации количества цемента, используемого в бетонной промышленности.

Самоуплотняющийся бетон (СУБ) был впервые разработан в Японии в конце 1980-х годов [3]. За последние десятилетия СУБ как высокоэффективный бетон нового поколения являлся значительным прогрессом в бетонной промышленности и, следовательно, стал предметом обширных исследований. Уникальные свойства СУБ дают ему значительные конструктивные, экономические и инженерные преимущества [4], [5], [6]. Изменения состава смеси или размещения материала могут привести к изменению пористой структуры и, следовательно, проницаемости материала. В СУБ более высокое содержание мелких частиц, чем в обычном бетоне, а отсутствие уплотнения снижает риски, присущие процессу, как из-за чрезмерной, так и из-за недостаточной вибрации [7]. Чтобы избежать отделения крупных частиц в СУБ, используются добавки или наполнители, повышающие вязкость. Добавка для увеличения вязкости часто используется при заливке бетона под водой и в туннелях. Минеральные добавки, такие как летучая зола, стеклянный наполнитель, известняковый порошок, микрокремнезем или кварцевые наполнители, могут использоваться в смеси для повышения вязкости СУБ [8]. Использование минеральных добавок в бетон или цемент — одно из основных направлений развития технологии бетона. Минеральные добавки позволяют улучшить свойства бетона, особенно в аспекте устойчивости к агрессивному

воздействию окружающей среды, а также получить значительный экономический эффект [9].

Помимо значительного влияния на свойства затвердевшего бетона, введение минеральных добавок в бетон также оказывает значительное влияние на его свойства в свежем виде. Использование таких порошков обеспечивает большую когезионную способность за счет улучшения гранулометрического состава и уплотнения частиц. Более того, их высокая пуццолановая активность приводит к дальнейшему улучшению уплотнения частиц, которое достигается за счет пуццолановых продуктов [10].

Стекло широко используется в нашей жизни в промышленных изделиях. В 1960-х годах были предприняты первые попытки использовать дробленое стекло в качестве замены заполнителя. Однако эти попытки не увенчались успехом из-за сильной реакции между щелочью в цементе и химически активным кремнеземом в стекле, а именно ASR [11]. В этом явлении аморфный диоксид кремния в стекле подвержен воздействию щелочной среды и будет деполимеризоваться с образованием мономера $\text{Si}(\text{OH})_4$, который в дальнейшем может реагировать со щелочами, такими как Na^+ , K^+ и Ca^{2+} , с образованием геля ASR, который может поглощать воду и набухать внутри микроструктуры бетона, что приводит к внутреннему напряжению. Когда внутреннее напряжение превышает прочность бетона, могут возникнуть серьезные трещины и повреждения [12].

По мере того, как экономические и экологические последствия захоронения отходов возрастают, растет и стимул к повторному использованию стеклобоя. Бетонная промышленность является одним из потенциальных способов повторного использования миллионов тонн стеклобоя в год либо в качестве заполнителя, либо в качестве дополнительного вяжущего материала [13].

Джейн, Дж. А., и Нейталат, Н. изучали перенос хлоридов в бетонах, модифицированных летучей золой и стеклянным порошком [14]. Испытания на быструю проницаемость для хлоридов, нестационарную миграцию (NSSM) и проводимость в стационарном состоянии проводят на простых и модифицированных бетонах. Результаты показали, что бетоны, модифицированные стеклянным порошком, демонстрируют аналогичные или более низкие значения RCP по сравнению с бетонами, модифицированными летучей золой, с тем же уровнем замены цемента, тогда как стационарная проводимость ниже для смесей, модифицированных летучей золой. Они сообщили, что коэффициенты NSSM ниже для бетонов, модифицированных летучей золой, даже если начальная проводимость аналогична таковой для простых бетонов или бетонов, модифицированных стеклопорошком.

Исследование Карпентера и Крамера показали, что порошкообразный стеклянный порошок был эффективен в уменьшении расширения ASR в ускоренных испытаниях строительного бруска, подобно эффектам летучей золы, микрокремнезема и шлака [15].

Лю М. исследовал эффект включения отходов стекла в качестве заменителя цемента и песка в СУБ [16]. Он обнаружил, что включение отходов стекла в качестве заменителя цемента и песка в СУБ снижает прочность на сжатие. Однако он заявил, что с точки зрения прочности стекло может быть подходящим кандидатом для добавления в СУБ. Федерико, Л.М., и Чидиак, С.Э. рассмотрели эффект отхода стекла как замены цемента в обычном бетоне и сообщили, что при замене цемента отходами стекла от 10 до 20 % достигается наивысшая прочность [18].

Количество проведенных исследований отечественными и зарубежными авторами показывает актуальность изучения микрочастиц стеклянных отходов в самоуплотняющихся бетонных смесях. Из этого исследования можно сделать вывод, что использование микрочастиц стеклянных отходов в качестве заменителя цемента улучшает характеристики ASR, усадки при высыхании и удобоукладываемости, в то время как поведение в отвержденном состоянии увеличивается до 20 % замены. Микрочастицы в диапазоне 0–20 % могут заменить цемент в бетонной смеси. Экономичный СУБ может быть получен с достаточной прочностью, как у обычного бетона. Основываясь на материалах, использованных в этом исследовании, результаты показали, что использование микрочастиц в качестве части содержимого пасты при производстве SCC положительно влияет на состав смеси.

Улучшение технических и объемных свойств бетонных смесей, содержащих микрочастицы в качестве цемента, указывает на то, что микрочастицы могут быть с успехом использованы в качестве вяжущего материала СУБ, однако необходимы дополнительные экспериментальные результаты для микросвойств этого типа бетона.

Список литературы

1. Афшун, И., Шарифи, Ю. (2014). Молотый медный шлак как дополнительный вяжущий материал и его влияние на свежие свойства самоуплотняющегося бетона. Журнал IES, часть А: Гражданское и структурное проектирование, 7 (4), С. 229–242.
2. Альп, И., Девечи, Х., и Сунгун, Х. (2008). Использование отходов флотации медных шлаков в качестве сырья в производстве цемента. Журнал опасных материалов, С. 159, 390–395.
3. Окамура, Х., и Оучи, М. (2003). Самоуплотняющийся бетон. Журнал передовых технологий бетона, 1 (1), С. 5–15.
4. Уйсал, М. (2012). Самоуплотняющийся бетон с добавками-наполнителями: характеристики при высоких температурах. Строительство и строительные материалы, 26 стр., 701–706.
5. Махмуд, Э., Ибрагим, А., Эль-Чабиб, Х., и Патибандла, В.К. (2013). Самоуплотняющийся бетон, содержащий большое количество летучей золы, шлака и переработанного асфальтового покрытия. Международный журнал бетонных конструкций и материалов, 7 (2), 155–163.

6. Лотфи, А., Хоссейн, КМА, и Лашеми, М. (2015). Легкий самоуплотняющийся бетон с керамзитобетонными заполнителями: Моделирование и оптимизация. *Международный журнал бетонных конструкций и материалов*, 9 (2), 185–206.
7. Валькуэндеа, М., Парра, К., Марко, Э., Гарридо, А., Мартинес, Э., и Кановес, Дж. (2012). Влияние известнякового наполнителя и модифицирующей вязкости добавки на пористую структуру самоуплотняющихся бетонов. *Строительство и строительные материалы*, 28 стр., 122–128.
8. Бингол, А. Ф., и Тохумку, И. (2013). Влияние различных режимов отверждения на свойства прочности на сжатие самоуплотняющегося бетона, содержащего летучую золу и микрокремнезем. *Материалы и дизайн*, 51, 12–18.
9. Поникевский, Т., и Голашевский, Дж. (2014). Влияние летучей золы с высоким содержанием кальция на свойства свежего и затвердевшего самоуплотняющегося бетона, и высокоэффективного самоуплотняющегося бетона. *Журнал более чистого производства*, 72, 212–221.
10. Сфикас, И.П., Бадояннис, Э.Г., и Трезос, К.Г. (2014). Реология и механические характеристики самоуплотняющихся бетонных смесей, содержащих метакеолин. *Строительство и строительные материалы*, 64 стр., 121–129.
11. Чжу, Х.И., Чен, В., Чжоу, В., и Байарс, Э.А. (2009). Характеристики расширения стеклянных заполнителей при различных испытаниях на реакционную способность щелочь-кремнезем. *Материалы и конструкции*, 42 (4), 485–494.
12. Ду, Х., и Тан, К. Х. (2013). Использование отходов стекла в качестве песка в строительном растворе: Часть II — Реакция щелочи и кремнезема и методы смягчения последствий. *Цементно-бетонные композиты*, 35, 118–126.
13. Мирзахоссейни, М., и Райдинг, К.А. (2014). Влияние температуры отверждения и типа стекла на пуццолановую реакционную способность стеклянного порошка. *Исследования цемента и бетона*, 58, 103–111.
14. Джейн, Дж. А., и Нейталат, Н. (2010). Перенос хлоридов в бетонах, модифицированных летучей золой и стеклянным порошком – влияние методов испытаний на микроструктуру. *Цементные и бетонные композиты*, 32, 148–156.
15. Карпенер, А.Дж., и Крамер, С.М. (1999). Снижение ASR в бетоне дорожного покрытия, который включает высокореактивный мелкий заполнитель (стр. 60–67). *Протокол транспортных исследований 1668, документ № 99-1087*.
16. Лю, М. (2011). Включение матового стекла в самоуплотняющийся бетон. *Строительство и строительные материалы*, 25, 919–925.
17. Федерико, Л.М., и Чидиак, С.Э. (2009). Стеклянные отходы как дополнительный вяжущий материал в бетоне — критический обзор методов обработки. *Цементные и бетонные композиты*, 31, 606–610.
18. Шао Ю., Лефорт Т., Морас С. и Родригес Д. (1999). Исследования бетона, содержащего измельченные отходы стекла. *Исследования бетона и цемента*, 30 (1), 91–100.

¹Свинцова Тамара Владимировна, ¹Кириченко Дмитрий Евгеньевич, ¹Аль Мамури Саад Кхалил Шадид, ¹Ал-Хайяви Ясир Нассер Хуссейн, ¹Ахмед Ахмед Анис Ахмед, ²Ильинский Юрий Юрьевич

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ВЯЖУЩИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ СТРОИТЕЛЬНОГО ЛОМА

¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Инженерно-строительный институт
Кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций
ул. Костюкова, 46, г. Белгород, 308012

²Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток
Научный руководитель - Загороднюк Лилия Хасановна,
доктор технических наук, профессор.

Аннотация. В настоящее время актуальной задачей является использование отходов промышленности при производстве новых строительных материалов и изделий. В данной работе рассматривается производство композиционного вяжущего с использованием отходов строительного лома.

Ключевые слова: композиционное вяжущее, бетонный лом, строительный лом, строительные отходы, экология.

В результате природных и техногенных аномалий, военных конфликтов и решений проблем реновации, на планете Земля образовалось большое скопление фрагментов разрушенных зданий и сооружений. В результате складирования отходов промышленности происходит загрязнение окружающей среды [1].

Старые здания разрушаются, в результате вышеперечисленных факторов, следовательно, требуется реконструкция или постройка новых сооружений, а также утилизация отслуживших объектов. Часто для этого используют строительные материалы, получаемые из природного сырья, а это не только повышает стоимость материала, но и ведет к истощению природных ресурсов. Стоит отметить, что утилизация старых объектов строительства также является дорогостоящим мероприятием. Решение данной проблемы основано на использовании отходов строительного лома в получении новых материалов [2].

Практика показала, что использование бетонного лома, как заполнителя для изготовления бетонных изделий, положительно влияет на прочность получаемого материала. Это доказывает эффективность использования отходов разрушенных зданий и сооружений, в качестве заполнителя [3-5]. Такой способ приведет к снижению себестоимости получаемых объектов строительства, а также поможет снизить количество отходов, что окажет положительное влияние на окружающую среду.

Тонкомолотые фрагменты разрушенных зданий, а именно – бетонный лом, является хорошим альтернативным минеральным наполнителем для портландцемента.

В отличие от традиционных тонкодисперсных минеральных добавок, измельченный бетонный лом имеет большее физико-химическое сродство с цементной матрицей. В результате включения такого наполнителя в состав материала, повышаются физико-механические свойства бетона [6].

Новая ветвь науки – геоника. Ее основной задачей является развитие материаловедения, основываясь на знаниях, которые получают в результате изучения природных процессов. Идея развития основывается на все большем внедрении «зеленого строительства». Теоретически было предложено эффективное использование разрушенных зданий. На данный момент начата практическая реализация идеи.

Еще было предложено использование бетонного лома для получения бесцементных вяжущих, данная задача является малоизученной, но основываясь на проделанные работы, по использованию бетонного лома, нельзя отрицать его эффективность в этом направлении.

На данный момент было исследовано влияние использования бетонного лома в качестве крупного и мелкого заполнителей [1, 7–8]. В ходе исследований было получено, что оптимальным содержанием наполнителя является 22% при 150 минутной активации и содержания органических примесей в количестве – 0,5%. В результате стандартная консистенция композиционного вяжущего уменьшилась 4,1%. Авторы исследований предложили эффективное использование таких вяжущих при производстве самоуплотняющихся смесей.

Основываясь на полученных результатах [1, 7–8] известно, что композиционное вяжущее, полученное в вибрационной мельнице с использованием бетонного лома, удовлетворяет требованиям нормативных документов по физико-механическим свойствам и срокам схватывания. Следовательно, такое вяжущее можно применять для получения строительных изделий и конструкций. Использование отходов строительного лома позволит ускорить процесс нового строительства, а также реконструкции. А самое главное, если будут использоваться отходы, то на нашей планете уменьшаться территории, предназначенные для отходов.

Известен способ приготовления высокопрочного мелкозернистого бетона с использованием техногенного материала – бетонного лома. Результатом изобретения является получение надежной и долговечной конструкции, устойчивой к климатическим и эксплуатационным воздействиям. Такие технические характеристики были получены в результате того, что этот высокопрочный мелкозернистый бетон на основе композиционного вяжущего с использованием отходов строительного лома включает в состав портландцемент, активную добавку, заполнитель и воду. Отличительным фактором является используемая активная добавка - порошковый модификатор, который состоит из смеси глиноземистого цемента, микрокремнезема, тонкомолотого бетонного лома с удельной поверхностью $500 \text{ м}^2/\text{кг}$, кристаллического кварца с удельной поверхностью $500 \text{ м}^2/\text{кг}$, известняка с удельной поверхностью $500 \text{ м}^2/\text{кг}$ и пластифицирующей добавки Melflux 2651F. в качестве заполнителя

используются техногенные материалы - бетонный лом фракции 0,315-2,5 мм и отсев дробления кварцитопесчаника фракции 0,315-1,25 [9].

Список литературы

1. Лесовик Р.В. Композиционные вяжущие на основе бетонного лома [Текст] / Р.В. Лесовик, А.А.А. Ахмед, С.К.Ш. Аль Мамури, Т. С. Гунченко // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2020. - №7. – С. 8–18.
2. Аль-Бу-Али У. С. Оценка отходов от сноса разрушенных зданий и сооружений в Ираке [Текст] / У. С. Аль-Бу-Али, Р.В. Лесовик, А. Д. Толстой, А.А.А. Ахмед // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2020. – Т. 10, №1. – С. 24–31.
3. Лесовик В.С, Загороднюк Л.Х., Чернышева Н. В., Глаголева Е. С., Кучерова А. С., Дребезгова М. Ю., Канева Е.В. Современные технологии и факторы, содержащие их // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2016. №12. С. 22–30.
4. Эффективное использование отходов бетонного лома в качестве заполнителя в производстве бетонных и железобетонных изделий. Кафедра технологии вяжущих материалов и бетонов МГАКХИС. М. А. Фахратов, В.И. Сохряков, Е. А. Калмыкова, А. А. Белов, www.ids55.ru/ais/articles/2010-05.../806-2012-08-10-09-19/html
5. Дворкин, Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности, учебно-справочное пособие /Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – С. 5–7.
6. Муртазаев С-А.Ю., Исмаилова З. Х. Использование местных техногенных отходов в мелкозернистых бетонах // Строительные материалы. 2008. №3. С. 57–58.
7. Карпиков Е.Г., Лукутцова Н. П., Соболева Г. Н., Головин С. Н., Череникова Ю. С. Влияние микронаполнителей из природного воллостонита на свойства мелкозернистого бетона // Строительные материалы и изделия. 2019. Том 2. №6. С. 20–28.
8. Jeong-II C., Keum-II S., Jin-Kyu S., Bang Y. L/ Composite properties of high-strength polyethylene fiber-reinforced cement and cementless composites // Composite Structures. 2016. Vol. 138. Pp. 116-121.
9. Патент № 2738882 Российская Федерация, МКП C04B 28/04 (2006.01), C04B2111/20 (2020.08). Высокопрочный мелкозернистый бетон на основе композиционного вяжущего с использованием техногенного материала: № 2020125219: заявл. 29.07.2020, опубл. 17.12.2020 / Лесовик В. С., Толстой А. Д., Лесовик Р. В., А.А.А. Ахмед, Подгорный Д.С., А. А. Хамидович, Аль-Бу-Али Уатик Саед Джасаам; заявитель БГТУ. – 5 с.
10. Хадисов, В. Х., Сайдумов, М. С. Легкие бетоны с использованием керамического боя и производственного брака // Проблемы инновационного биосферно-совместного социально-экономического развития строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах: материалы 3-й междунар. науч. -практ. конф. (9–10 апреля 2013 г., г. Брянск) в 2-х томах. Т.1/ Брян. гос.

инженер. -технол. акад.: ред. кол.: А.В. Алексейцев, Н. П. Лукутцов, В.С. Янченко, М. А. Сеньющенков – Брянск, 2013. – С. 184–194.

11. Хадисов, В. Х., Сайдумов, М. С., Апкаров, Ш. И. Получение легких бетонов на основе использования керамического боя и брака // Молодежь, наука, инновации. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции. Том 2. – Грозный: ГГНТУ, 2013. – С. 307–311.

Коренков Вадим Николаевич

СПОСОБЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И УСТАНОВКИ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ МАСОК

*Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток, Россия
Научный руководитель - Федюк Роман Сергеевич, к.т.н., доцент*

Аннотация: Маскировка является неотъемлемым элементом организации военной деятельности, главная цель которого – введение противника в заблуждение относительно наличия и расположения войск, объектов военной инфраструктуры и планов командования. Военная техника и стационарные объекты являются первостепенными целями противника, поэтому их защита, в том числе посредством радиолокационных масок, необходима и актуальна. В статье рассмотрены эти виды, возможность и эффективность их применения.

Ключевые слова: маскировка, военная техника, радиолокационные маски.

В связи с появлением новых средств разведки и наведения средств поражения на цели роль маскировки в современном бою резко возрастает.

Маскировка представляет собой комплекс мероприятий, направленных на скрытие от противника войск и объектов на введение его в заблуждение относительно наличия, расположения, состава, действий и намерений своих войск.

Основными способами маскировки являются скрытие, имитация, демонстративные действия и дезинформация. Сущность маскировки состоит в основном в том, чтобы скрыть демаскирующие признаки действительных объектов и воспроизвести их демаскирующие признаки при имитации войск и создании ложных объектов.

Искусственные маски представляют собой экраны, устанавливаемые между противником и скрываемым объектом. Они устанавливаются в тех случаях, когда объект располагается или на открытом месте, или в естественной маске, скрывающие свойства которой недостаточны.

Радиолокационные маски предназначены для создания помех РЛС (станции) противника и имитации различной техники, сооружений, местных предметов (ориентиров).

Радиолокационные маски подразделяются:

- радиолокационные отражатели (угловые, дипольные и др.);

- радиорассеивающие и радиопоглощающие покрытия.

Для изготовления радиолокационных масок обычно применяют специальные устройства и материалы, которые либо интенсивно отражают радиоволны, либо хорошо поглощают их.

Принцип действия радиопоглощающих материалов основан на поглощении и интерференции радиоволн. При этом, они должны иметь малое значение коэффициента отражения. Поглощающие покрытия в виде пен, обмазок или гибких листов могут быть однослойными и многослойными.

Радиорассеивающие покрытия изготавливаются путем склеивания радиопрозрачных пленок, между которыми располагается тонкий слой электропроводного материала, например, углеродное волокно. За счет различной ориентации пленочной поверхности покрытия обеспечивается диффузное рассеивание падающей электромагнитной энергии.

В войсковых условиях радиорассеивающие материалы могут быть получены путем обработки радиопрозрачных маскировочных покрытий или простых синтетических пленок ферритовыми материалами (графит, дипольные отражатели, углеродные волокна и др.).

Тепловые маскировочные свойства материала в основном определяются его способностью экранировать (не пропускать через свою толщину) инфракрасное (тепловое) излучение от нагретого элемента объекта. Эта экранирующая способность материала в основном зависит от: толщины материала и его теплопроводности.

Основными характеристиками, по которым осуществляется подбор материалов теплозащитных покрытий, являются: удельный расход материала на единицу поверхности (кг/м²), предельная температура применения, стойкость к атмосферным воздействиям, технологичность, долговечность, стоимость и др.

Теплозащитные покрытия могут изготавливаться также и из местных материалов в виде грунтовых обмазок, грунтовых присыпок, экранов из лесоматериала, матов из различной растительности (веток деревьев, камыша и т.п.). Характеристики некоторых типов теплоизоляционных материалов, выпускаемых промышленностью, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики теплоизоляционных материалов

Наименование	Температура применения, °С	Объемная масса, кг/м ³	Теплопроводность, ккал*м ² *ч*°С	Сырье
Базальтовое волокно	-60...+60	110	0,03	Базальт
Минеральная вата	-60...+600	50...100	0,04...0,9	Силикаты горных пород
Стекловолокно	-60...+500	30...40	0,04	Кварцевый песок, известняк, сода
Асбест	До 500	350...400	0,06...0,08	Асбест
Вспученный перлит	До 900	300	0,06...0,07	Обсидиан

Стеклотекстолит	-40...+60	1900	0,08	Синтетические смолы
-----------------	-----------	------	------	---------------------

Наиболее широко для радиолокационной маскировки используют радиорассеивающие покрытия и уголкового отражатели типа ОМУ, «Угол», «Пирамида», «Сфера».

Уголкового отражатель ОМУ предназначен для воспроизведения радиолокационных демаскирующих признаков макетов техники.

Пневматический отражатель «Сфера ПР» - применяется при имитации наплавных мостов и паромных переправ.

Уголкового отражатель «Пирамида» - предназначен для имитации металлических и железобетонных мостов, плотин, дамб. Он может устанавливаться как на воде, так и на суше.

Для изготовления граней отражателя используются дефицитные при ведении военных действий материалы (алюминий и его сплавы, сталь и т.п.), стоимость которых значительна по сравнению с другими материалами, например, древесными материалами. Отражатели изготавливаются промышленным способом, для чего требуются специальное металлорежущее и металлообрабатывающее оборудование (станки, штампы и др.) и инструмент, особо подготовленный рабочий персонал, техническая документация и т.д.

Вместе с этим, в особых условиях (в условиях ограниченных ресурсов сил и средств во время ведения военных действий) выпуск указанных отражателей на промышленных предприятиях может быть ограничен или затруднен, в то время как потребность в отражателях, используемых для противодействия системам разведки и наведения управляемого оружия, в качестве ложных целей и т.п., будет весьма значительна.

Радиолокационная защита ВВС США осуществляется следующими способами:

- автономные ложные воздушные цели (АЛВЦ);
- противорадиолокационные ракеты.

АЛВЦ применяются для кроме решения задачи отвлечения на себя сил ПВО противника предназначены для постановки различного вида помех: радиолокационных, ИК и комплексных.

АЛВЦ представляет собой небольшую ракету, отображение которой на экране РЛС аналогично отметке атакующего самолета, что позволяет отвлечь РЛС на сопровождение АЛВЦ и дополнительно вскрыть точное местоположение этой РЛС и ее рабочие параметры.

Помимо средств постановки помех, к средствам РЭБ индивидуальной защиты самолётов можно отнести противорадиолокационные ракеты, являющиеся разновидностью самонаводящегося на радиоизлучение оружия. Основным преимуществом этих управляемых ракет с пассивными головками самонаведения по сравнению со средствами активных и пассивных помех является то, что они уничтожают или значительно повреждают угрожающие РЭС.

Противорадиолокационная ракета AN/AGM-88 HARM (High-speed Anti-Radar Missile), способна наводиться на высокочастотные РЛС с непрерывным излучением. Ракета менее уязвима к традиционным видам помех и к помехе типа выключения РЛС при обнаружении запуска ракеты. Ракета HARM вычисляет местоположение цели и способна ее поразить, даже если РЛС была выключена. Дальность действия – 150 км. Ракета может совершать быстрые развороты на расстоянии 5–8 км от цели и оснащена широкодиапазонного приемника с высокой чувствительностью.

Заключение

Анализируя труды отечественных и иностранных авторов, наблюдается схожесть в применяемых технологиях изготовления радиолокационных масок.

Стоит так же отметить, что до сих пор существует потребность в увеличении показателей эффективности, универсальности маскировки; уменьшении затрачиваемого количества экономических и трудовых ресурсов. Таким образом, проведение дальнейших исследований в области маскировки, а именно разработка и изготовление радиолокационных масок является актуальной задачей военного дела.

Список литературы

1. Беляев А. М., Черныш А. Я. и др. Военная наука // Большая российская энциклопедия. Том 5. Москва, 2006, стр. 521–525
2. Бобров К. В., Иконников Я. Л. и др. Маскировка. Москва: Военное издательство комиссариата обороны Союза ССР, 1941 – 423 с.
3. Фисенко А. Н., Самойленко В. В. Роль и место маскировки в обеспечении живучести базирования авиации / Воздушно-космические силы. Теория и практика – 2017.
4. Королев А. Ю., Королева А. А., Яковлев А. Д. Маскировка вооружения, техники и объектов. – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 155 с.
5. Федюк Р. С., Козлов П. Г. и др. Основы маскировки: учебное пособие. – Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2017. – 176 с.
6. Puzikova, N.P., Uvarova, E.V., Filyaev, I.M. et al. Principles of an approach for coloring military camouflage. Fibre Chem 40, 155–159 (2008).
7. СП 264.1325800.2016 Световая маскировка населенных пунктов и объектов народного хозяйства.
8. Camouflage, concealment, and decoys / Army Tactics, Techniques, and Procedures No. 3-34.39/Marine Corps Reference Publication 3-17.6A / Department of the Army, Washington, DC – 2010.
9. Corps of Engineers Field Manual, Camouflage of Vehicles / War Department, Washington 25, D. C. – 1944.
10. Caitlin Hu. The Art and Science of Military Camouflage / Works That Work, No.7.

Таранов Даниил Константинович

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ КАВИТАЦИОННОЙ ЭРОЗИИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток, Россия

Научный руководитель - Федюк Роман Сергеевич, к.т.н., доцент

Аннотация. Актуальной задачей гидротехнических сооружений остается обеспечение кавитационной безопасности. На практике известно, что многие гидротехнические сооружения в процессе эксплуатации выходят из строя раньше установленного срока из-за недостаточной стойкости бетонных и железобетонных конструкций к агрессивной среде. Методы защиты гидросооружений от воздействия кавитации условно разделяются на три группы: недопущения возникновения кавитации; воздействия на структуру потока; обеспечения кавитационной стойкости облицовки конструкций. В статье рассмотрены некоторые из этих методов, и решения, позволяющие уменьшить влияния кавитационной эрозии. Проблема негативного влияния кавитации на гидротехнические сооружения является до сих пор не решенной. В научной литературе рассмотрено обширное количество методов борьбы с негативными воздействиями кавитации. Тем не менее проведя анализ как отечественной, так и зарубежной литературы данная проблема остается недостаточно освещенной.

Ключевые слова: кавитация, бетон, эрозия бетона, гидротехнические сооружения.

Планируемый рост электропотребления к 2035 году увеличится на 18-25 % до 1310-1380 млрд. кВт·ч в зоне централизованного энергоснабжения, в том числе за счет электрификации железнодорожного транспорта и распространения электромобилей. Выработка электрической энергии гидроэлектростанциями с 2008 года по 2018 год увеличилась на 15,8 процента и продолжает расти. Доля гидроэлектростанций, включая гидроаккумулирующие электростанции, в структуре генерирующих мощностей составляет около 20 процентов. Гидроэнергетический потенциал Российской Федерации составляет около 9 процентов мирового потенциала и обеспечивает масштабные возможности развития гидроэнергетики [1].

Водосливы и водосборные бассейны являются важными конструкциями, гарантирующими безопасность гидротехнического сооружения, поскольку они сбрасывают требуемые расходы. Неисправность этих конструкций, будь то из-за ошибки в эксплуатации или отсутствия технического обслуживания, может привести к несчастным случаям, которые могут повлечь за собой полное разрушение гидротехнического сооружения. Одна из причин выхода из строя этих конструкций - неисправность из-за эрозии бетона. Среди возможных причин эрозии можно выделить две: кавитационная эрозия и эрозия водной смеси, насыщенной твердыми частицами.

Кавитацией (от латинского *cavitas* пустота) называют процесс нарушения сплошности жидкости под действием изменяющегося давления. Другими словами, в воде образуются полости (пузырьки), заполненные паром. Ее возникновение связано с уменьшением давления в воде ниже критического значения, которое в свою очередь приблизительно равно давлению насыщенного пара при данной температуре воды. Кавитацию изучают в различных отраслях науки и техники в целях защиты от нее или для полезного применения.

Методы защиты гидросооружений от воздействия кавитации условно разделяются на три группы: недопущения возникновения кавитации; воздействия на структуру потока; обеспечения кавитационной стойкости облицовки водосбросов.

Один из методов защиты от кавитации обеспечивает надежность работы водосбросных сооружений путем устройства защитных облицовок с повышенной кавитационной стойкостью. Повышение марки бетона, улучшение технологии его приготовления, укладки и ухода за ним в процессе набора прочности увеличивает его сопротивляемость кавитационной эрозии в десятки раз. Широко применяют также новые типы строительных материалов, имеющих высокую кавитационную стойкость: цементные бетоны с добавками полимерных материалов (эпоксидная смола, латекс и др.); полимербетоны и полимер растворы, в которых в качестве вяжущего используется эпоксидная смола, тиокол и другие материалы; окрасочные и штукатурные полимерные покрытия (в том числе армированные стеклотканью). В наиболее ответственных сооружениях или в отдельных узлах, например, в камерах высоконапорных затворов и спиральных камерах для облицовки бетона применяется сталь.

Изменение давления в воде происходит при обтекании потоком элементов водопропускных сооружений, неровностей на поверхности водосливов или напорных водоводов, гасителей энергии на водобое, пазов затворов, входных оголовков глубинных водосбросов и др. Обтекание таких элементов происходит как правило с отрывом потока от их поверхности и образованием вихревых зон – зон отрыва.

Мельчайшие газовые пузырьки, которые всегда имеются в воде, попадая в зону пониженного давления, начинают резко увеличиваться. Это приводит к быстрому уменьшению давления внутри их, к испарению (вскипанию) воды и увеличению давления до давления насыщенных паров. Пузырьки переносятся потоком воды в зону более высокого давления, где происходит конденсация пара и захлопывание (разрушение) пузырьков. Захлопывание пузырьков сопровождается значительным ударным, а также химическим и электрическим, воздействием и слабым радиоактивным излучением. Весь процесс увеличения и захлопывания пузырьков происходит в течение нескольких миллисекунд, пузырьки в зоне отрыва появляются один за другим настолько быстро, что зрительно воспринимаются одной каверной. Давление внутри пузырьков и в воде достигает сотен МПа, а температура нескольких тысяч градусов, что вызывает распад молекул воды и образование радикалов с высокой химической активностью. Соприкосновение облака кавитационных пузырьков,

заполняющих область зоны отрыва, с твердой поверхностью вызывает ее разрушение кавитационную эрозию. Основной причиной кавитационной эрозии бетона и металла являются ударные импульсы, однако температурные и иные воздействия также могут играть существенную роль в механизме их разрушения [2].

Из многочисленных статей как отечественных, так и зарубежных авторов просматривается схожая картина эрозии гидротехнических сооружений [3, 4, 5, 6]. Например, из представленной серии гидротехнических сооружений, подвергшихся эрозии, видно, что 55,7% поверхностей были разрушены действием водной смеси, насыщенной твердыми частицами, 25,3% - совместным действием водной смеси, насыщенной твердыми частицами и кавитацией, 15,2% за счет кавитации и 1,3% за счет химического воздействия [6].

В гидравлических системах эффекты кавитации практически всегда негативны. Существуют пять основных проблем, создаваемых явлением кавитации: шум, вибрации, колебания давления, эрозия и потеря эффективности. Эти отрицательные аспекты увеличивают как частоту операций по техническому обслуживанию, так и затраты на ремонт компонентов, что, в свою очередь, снижает возможности производства энергии на предприятиях.

Кавитация является самой разрушительной среди возможных причин эрозии гидротехнических сооружений. Влияние водной смеси, насыщенной твердыми частицами, также является актуальной проблемой, но остается более предсказуемой по своей структуре.

Эрозия из-за кавитации может начаться из-за недостаточной обработки поверхностей или из-за наличия структурных элементов, таких как стыки между блоками. Причем кавитация может образовываться и при наличии смещений, поперечных канавок или выступающих стыков, возникших в результате ненадлежащих бетонных работ.

Каждый тип процесса эрозии имеет свое происхождение, принципы функционирования и, следовательно, разные последствия. Основным источником кавитационной эрозии являются волновые удары с величиной давления выше 69 МПа и микроструи со скоростью выше 100 м / с, которые возникают во время схлопывания пузырьков [10, 11]. Если эрозия от кавитации возникает, когда пузыри схлопываются перпендикулярно бетонной поверхности, она становится шероховатой. Между тем, эрозия водной смесью, насыщенной твердыми частицами, происходит из-за удара частиц, когда угол между поверхностью и направлением частиц меньше 90°, вызывая гладкие поверхности. Масштаб ущерба для каждого типа эрозии также различается. Кавитация вызывает серьезные повреждения в краткосрочной перспективе из-за величины сил, в то время как эрозионное воздействие частиц становится тяжелыми в долгосрочной. В обоих случаях наблюдается тенденция к удалению заполнителей из цементного раствора.

Согласно характеристикам эрозии в хрупком материале, таком как бетон, только путем экспериментальных исследований можно оценить и обнаружить повреждение, а также определить параметры корреляции между степенью

эрозии и условиями потока. Таким образом, важно охарактеризовать состав и сопротивление бетона, который будет использоваться в водосбросе или в устройствах гашения потока.

Результаты, представленные рабочей группой во главе Branco R, подтверждают, что кавитация является наиболее разрушительным процессом эрозии. Тем не менее, это может привести к мысли, что эрозия, вызванная смесью воды и твердого вещества, может быть незначительной. Сама кавитация может вызвать высокое давление и трещины вокруг отдельных кусков заполнителя, уносимые потоком, вызывая эрозию под воздействием твердых частиц. По мере продолжения эрозии от высокоскоростного потока арматурные стержни могут обнажиться. Прутки могут начать вибрировать, что может привести к механическому повреждению поверхности. Оба явления серьезны, но у каждого есть свои конкретные физические процессы, его последствия, следы и масштабы во времени и пространстве также различны, но эти различия не делают ни одно из них менее важным. Кавитация приводит к почти мгновенным последствиям, но она уже хорошо изучена и имеет множество инструментов для уменьшения ее возникновения, например, аэрацию потока. Эрозия под воздействием твердых частиц обычно вызывает серьезные повреждения в долгосрочной перспективе, но, поскольку гидротехнические сооружения, построенные в прошлом, показывают признаки разрушения, необходимо принимать решения, чтобы избежать проблем с безопасностью гидротехнических сооружений. Тем более, оба процесса могут происходить одновременно, увеличивая эрозионное повреждение [15].

Один из самых эффективных способов защиты от кавитации, известный уже долгое время — это придание конструкциям особой формы, обеспечивающей безотрывное обтекание её потоком. Например, водосливам придается плавный профиль параболического или близкого к нему очертания. Такой способ, достаточно трудоемок из-за сложности изготовления и установки специальной опалубки, а также соблюдения определенного гидравлического режима.

Повышенной кавитационной стойкостью обладают мелкозернистые бетоны. Негативно влияет попеременное замораживание и оттаивание из-за возникновения микротрещин на поверхности.

Существенное влияние на кавитационную стойкость оказывает применение полимербетонов.

Отечественные авторы останавливаются на выравнивании поверхностей водопропускных трактов. Однако, это можно считать временной мерой, поскольку мелкие частицы и открытые поверхности водосливных плотин, особенно в суровых климатических условиях подвержены эрозии, сводящей со временем на нет эффективность выравнивания. Более надёжным является применение бетонов с повышенной кавитационной стойкостью, к которым относятся бетоны с повышенной маркой прочности на мелком заполнителе. Недостатком этого способа является его дороговизна. Одним из часто используемых способов, который при правильном применении оказывается

наиболее эффективным и наиболее дешёвым, является подвод воздуха в область вакуума. Наибольший эффект даёт сочетание этих трёх способов, что приводится в большом количестве статей [22, 23].

При общем положительном влиянии аэраторов на кавитационную обстановку, следует отметить увеличение кавитационной опасности при работе водосброса в режиме истечения из-под затвора. Это связано с тем, что при сходе потока с трамплина-аэратора поток на довольно большом расстоянии (тем большем, чем тоньше струя) отрывается от водосливной поверхности. На этом участке нижняя поверхность потока контактирует с воздухом, который вовлекается в движение в виде спутной струи со скоростью, мало отличающейся от скорости воды на контакте с водяным потоком. Вследствие этого резко замедляется процесс турбулизации потока и его способность к самоаэрации. Это снижает сопротивляемость тонких потоков процессам кавитации. По этой причине желательно избегать режимов работы с истечением из-под затвора.

В литературе можно найти применения противокавитационных покрытий бетона, представляющих прикрепленный к стенке водовода защитный слой из упругого материала, отличающийся тем, что с целью повышения надежности работы, защитный слой выполнен из пустотелых торообразных элементов с кольцевым разрезом по внешней их поверхности, причем прикрепление элементов к стенке водовода осуществлено посредством омоноличивания их с бетоном стенки. Как известно, упругие материалы очень хорошо противостоят кавитационной эрозии, но их применение сдерживает отсутствие надежного метода закрепления этих материалов, предотвращающих их отслоение от бетона [24].

Значимый эффект дает нанесение защитных покрытий. Исследования Тбилисского НИИ демонстрируют положительный результат от нанесения защитных покрытий из некоторых полимеров, например, эпоксидной смолы, в том числе модифицированной тиokolом. Однако сама эпоксидная смола не имеет достаточной кавитационной стойкости. Поэтому был предложен способ производства покрытия из полиэтилена, дублированного путем каландрирования или прессования с текстилем, например, фланелью. Установлено, что предпочтительным методом является прессование, а дублирование полиэтилена необходимо для возможности крепления его к поверхности бетона или металла. В качестве адгезива используют эпоксидную (лучше эпоксидно-тиokolовую) смолу, которую наносят на поверхность материала, затем наносят дублированный ПЭ и закрепляют прижимными устройствами. Полиэтилен имеет более высокую стойкость к кавитационному разрушению, чем эпоксидная смола, вследствие чего сами поверхности материалов эффективнее защищаются от кавитационного разрушения [28].

Разработано большое количество полимербетонных смесей, включающих в себя эпоксидную смолу, отвердитель, пластификатор и наполнители с разным удельным весом. У данных смесей в зависимости от процентного соотношения компонентов прослеживаются как положительное, так и отрицательное влияние, например, невысокая адгезия в защищаемой поверхности [29].

Отечественными и зарубежными авторами написано много научных работ по изучению эффекта кавитации. Однако проблема эрозии, связанной с ней, остается актуальной. Самой популярной мерой защиты до сих пор остается выравнивание поверхностей водопропускных трактов, но это можно считать только временной мерой. Применение других методов защиты практически не прослеживается на практике, что только подтверждает необходимость проведения дополнительных исследований в данном направлении.

Актуальным является разработка руководящих документов по безопасности плотин с включенной в нее необходимости стандартизированных испытаний на эрозию для бетонов, которые будут использоваться на подверженных участках. Это поможет создать условия, гарантирующие долгосрочное и хорошее функционирование гидротехнических сооружений. Для этого требуется провести испытания различных составов бетона, а также различные скорости вращения, концентрации и типы твердых частиц, поскольку они зависят от характеристик бассейна, в котором построено сооружение.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 9 июня 2020 г. №1523-р «Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года»
2. Рассказов Л. Н., Орехов В. Г., Анискин Н.А., и др. Гидротехнические сооружения. Часть 1. Учебник для вузов. – Москва: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 576 с.
3. Абилов, Р. С. Исследование противокавитационные мероприятия и совершенствование новой конструкции растекателя / Р. С. Абилов // American Scientific Journal. – 2020. – № 39-2(39). – С. 14-17.
4. Оценка состояния и рекомендации по эксплуатации водосбросных сооружений Токтогульской и Курпсайской ГЭС / А. Р. Худайбердиев, Г. А. Смоленцева, Н. П. Лавров [и др.] // Гидротехническое строительство. – 2008. – № 1. – С. 36-42.
5. Омелянюк, М. В. Очистка гидротехнических сооружений от обрастаний и наслоений / М. В. Омелянюк // Гидротехническое строительство. – 2013. – № 5. – С. 13-17.
6. TATRO, S. B. Compendium of Case Histories on Repair of Erosion-Damaged Concrete in Hydraulic Structures. Reported by ACI Committee 210, ACI manual practice. 1999.
7. Falvey, H.T. (1990). “Cavitation in chutes and spillways”. USBR.145 p.
8. Безруков, Е. А. Кавитация как причина разрушения бетонных гидротехнических сооружений / Е. А. Безруков // Форум молодых ученых. – 2020. – № 8(48). – С. 25-31.
9. Ващенко, А. В. Вредные последствия кавитации и методы борьбы с ней / А. В. Ващенко, Е. В. Каримулина, А. А. Анкудинов // Передовые инновационные разработки. Перспективы и опыт использования, проблемы внедрения в производство: Сборник научных статей по итогам девятой

международной научной конференции, Казань, 31 октября 2019 года. – Казань: Общество с ограниченной ответственностью "КОНВЕРТ", 2019. – С. 113-114.

10. Tullis, J. P. Hydraulics of pipelines – pumps, valves, cavitation, transients. 1. Ed. Ed. John Wiley and Sons, 1989. 266p.

11. Knapp, R.T.; Daily, J.W.; Hammitt, F.G. (1970) “Cavitation”. 1 ed. MacGraw-Hill, 578p

12. Zhang, R.Z., Ren, Y.Y., Yan D.K., Guo, P.Y. and Li, L.J. (2017), "Synthesis of hydrophobic fluorinated polyurethanes and their properties of resistance to cavitation and wear", Prog. Organic Coat., 104, 11-19.

13. Wang, X., Hu, Y. A., & Luo, S. Z. (2017). Prototype observation and influencing factors of environmental vibration induced by flood discharge. Water Science and Engineering, 10(1), 78–85.

14. Tomov, P., Khelladi, S., Ravelet, F., Sarraf, C., Bakir, F., & Vertenoeuil, P. (2016). Experimental study of aerated cavitation in a horizontal venturi nozzle. Experimental Thermal and Fluid Science, 70, 85–95.

15. Branco, R., L. Fais, A. L. S. S. Matim, S. Malavasi and J. Filho. “The Importance of Erosion Concrete Tests for Hydraulic Surfaces.” (2018).

16. Houghton, D.L.; Borge, O.E.; and Paxton, J.H., Dec. 1978, “Cavitation Resistance of Some Special Concretes,” ACI Journal, Proceedings, V. 75, No. 12, pp. 664-667.

17. Holland, Terence C., “Abrasion-Erosion Evaluation of Concrete Mixtures for Stilling Basin Repairs, Kinzua Dam, Pennsylvania,” Miscellaneous Paper No. SL-83-16, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, Vicksburg, 1983

18. Абдылдаев, М. Ю. Истечение струи жидкости, вытекающий из отверстия с кавитацией / М. Ю. Абдылдаев, К. Ч. Токонбекова, у. Д. Медетбек // Вестник Жалал-Абадского государственного университета. – 2019. – № 3(42). – С. 137-143.

19. Holland, T.C., and Gutschow, R.A., ‘Erosion Resistance with Silica-Fume Concrete,’ Concrete International, V. 9, No. 3, American Concrete Institute, Detroit, 1987.

20. Wang, X., Hu, Y. A., & Yan, X. J. (2018). Test on abrasion resistance and deformation characteristics of top seal of high head valve. Engineering Mechanics, 35, 349–354.

21. Lu, X., Chen, J., Pei, L., and Wu, Z.: Experimental Investigation on the cavitation erosion properties of concrete with different damage degrees under ultrasonic cavitation, EGU General Assembly 2020, Online, 4–8 May 2020, EGU2020-1917, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu2020-1917>, 2020

22. Рекомендации по предупреждению кавитационной эрозии бетона на примере водосброса № 2 Богучанской ГЭС / А. П. Гурьев, Н. В. Ханов, В. А. Фартуков [и др.] // Природообустройство. – 2019. – № 4. – С. 69-77. – DOI 10.34677/1997-6011/2019-4-69-77.

23. Семенов В.М., Лентяев Л.Д. Водосливная плотина с аэрацией сбросного потока // Гидротехническое строительство. – 1973. – № 5. – С. 80-85.

24. Авторское свидетельство № 1168657 А1 СССР, МПК E02B 9/06. Противокавитационное покрытие бетонного водовода: № 3724927: заявл. 24.02.1984: опубл. 23.07.1985 / С. П. Фетисов, Н. А. Елисеев; заявитель Сибирский филиал Всесоюзного ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательского института гидротехники им. Б. Е. Веднеева.
25. CFD methods for cavitation modeling in centrifugal and axial pumps of LRE / A. S. Torgashin, D. A. Zhujkov, V. P. Nazarov [et al.] // Siberian Journal of Science and Technology. – 2020. – Vol. 21. – No 3. – P. 417-422. – DOI 10.31772/2587-6066-2020-21-3-417-422.
26. Ибен, У. Численное исследование кавитации и процесса выделения растворенного воздуха в нестационарных потоках / У. Ибен, А. В. Махнов, А. А. Шмидт // Многофазные системы. – 2020. – Т. 15. – № 1-2. – С. 46. – DOI 10.21662/mfs2020.2.
27. Анализ износостойкости материалов при кавитации в зависимости от механических и кинетических характеристик / К. К. Сейтказенова, Д. С. Мырзалиев, К. Б. Суендыкова [и др.] // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2020. – № 5(389). – С. 33-39.
28. Авторское свидетельство № 313704 А1 СССР, МПК B29C 65/54, B29C 65/56. Способ нанесения антикавитационного покрытия изделий: № 1324028/23-5: заявл. 22.04.1969: опубл. 07.09.1971 / Д. Ш. Боджгуа, Д. Г. Пагава, М. И. Топчиашвили; заявитель Тбилисский научно-исследовательский институт сооружения и гидроэнергетики им. А.В. Винтера.
29. Авторское свидетельство № 573459 А1 СССР, МПК C04B 25/02. Полимербетонная смесь для устройства кавитационно стойких покрытий под водой: № 2087692 : заявл. 26.12.1974: опубл. 25.09.1977 / В. И. Сахаров, Р. Е. Язев; заявитель Научно-исследовательский сектор всесоюзного ордена Ленина проектно-изыскательного и научно-исследовательского института «Гидропроект» им. С.Я.Жука

¹Кириченко Дмитрий Евгеньевич, ¹Свинцова Тамара Владимировна, ¹Аль Мамури Саад Кхалил Шаид, ¹Ал-Хайяви Ясир Нассер Хуссейн, ²Федюк Роман Сергеевич

ОПЫТ ПЕРЕРАБОТКИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕТОННОГО ЛОМА

¹*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова*

*Инженерно-строительный институт
Кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций
ул. Костюкова, 46, г. Белгород, 308012*

²*Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток
Научный руководитель - Загороднюк Лилия Хасановна,
доктор технических наук, профессор.*

Аннотация. В данной статье приводится обзор опыта и методов переработки и использования бетонного лома, который остается после разрушения зданий и сооружений.

Ключевые слова: бетонный лом, рециркулированный заполнитель, переработка, крупный заполнитель, минеральная добавка.

Бетон представляет из себя искусственный строительный камень, который является основой многих зданий и сооружений. Однако, бетон недолговечен и со временем он разрушается под действием внешних нагрузок и негативных факторов окружающей среды.

Чтобы обезопасить людей, проживающих в таких домах, у всякого здания имеется свой срок службы, после которого оно подлежит либо капитальному ремонту, либо сносу.

Но после разрушения здания остается огромное количество бетонного лома, который не может являться полноценным строительным материалом, а подлежит утилизации или переработке.

К счастью, технологический прогресс не стоит на месте, а производство бетона и железобетона требует дополнительных источников сырьевого материала и применения качественных заполнителей. Поскольку ресурсы планеты не безграничны, следует внимательнее относиться к перерабатываемому сырью и искать новые пути его применения. Поэтому в настоящее время остро стоит задача поиска путей применения низкокачественного сырья и отходов промышленности в строительной отрасли [1].

Так, при разрушении зданий на площадке образуется значительное количество отходов железобетона, представляющих из себя камни различных размеров, непосредственное использование которых затруднительно. Поэтому прямо на территорию демонтажа здания поставляются дробильные установки, с помощью которых измельчается бетонный лом.

Затем, полученный лом можно применять для нескольких целей:

1) Полученный щебень можно использовать для засыпки болот и котлованов, для создания временных дорог или применять на стройках, чтобы засыпать котлованы, которые остаются после снесенного здания.

2) Щебень также используется в ландшафтной архитектуре или как засыпка вместо недостающего грунта при выполнении строительных работ.

3) Еще одним способом применения этого щебня является использование его в качестве крупного заполнителя в будущих бетонных изделиях и конструкциях. Это не только позволяет экономить природный камень, но и может положительно сказаться на качестве приготовленного бетона [2].

4) Дробленые отходы ячеистого бетона применяют в качестве заполнителей строительных растворов, удобрений, добавляют в корм на птицефабриках [3].

5) Применение молотого лома в качестве активной минеральной добавки при производстве бетона. В зависимости от характеристик изначального сырья, подобное решение позволит сэкономить от 20 до 40% портландцемента. Бетон,

произведенный с использованием подобных заполнителей и добавок называется бетоном с рециркулированным заполнителем [4].

Рециркулированным заполнитель положительно влияет на свойства бетона и имеет меньший удельный вес, а также повышенное водопоглощение и более низкую удобоукладываемость, в сравнении с бетонами с природным заполнителем. Потому целесообразно использовать подобные бетоны для покрытия дорог, производства бетонных блоков или тротуарной плитки [5].

Важнейшим предметом научных изысканий в строительной области в ближайшем будущем станет утилизация отходов, их переработка и совершенствование методов последующего применения переработанного материала.

Утилизация и переработка зачастую происходит тогда, когда здание подлежит сносу. Это можно сделать при помощи специальной техники или подрывом отдельных уязвимых точек конструкции, после чего разрушить остатки конструктивных элементов [6].

Полученный в результате сноса здания песок и пыль можно непосредственно использовать в качестве добавки к вяжущему веществу. Мелкий щебень может сразу отправиться на склад для дальнейшего использования. А крупные куски и камни необходимо предварительно обработать и измельчить [7].

Но, прежде чем измельчать образовавшийся бетонный лом, его необходимо отделить от металлической арматуры. Для этого применяют несколько способов:

1) Механический – раскалывание, ударное разрушение, резка, дробление. Для дробления применяют роторные или щековые дробилки. В них арматура разрушается по сварным швам и аккуратно отслаивается от бетона. Затем, при помощи стационарных магнитов или магнитных барабанов, арматура отсеивается от бетонного лома и отправляется на переплавку. А бетонный лом, состоящий из щебня и цементного камня, отправляется на дальнейшее измельчение или на склад.

2) Немеханический – электроимпульсное, электрогидравлическое, взрывное разрушение; термическая резка, резка воной струей.

Наиболее экономически целесообразным методом разрушения является механический способ [8].

Список литературы

1. Лесовик, В.С. Строительные композиты на основе отсеков дробления бетонного лома и горных пород / В.С. Лесовик, С-А.Ю. Муртазаев, М.С. Сайдумов // Грозный, МУП «Типография», 2012. - 192 с.

2. Баженов, Ю.М. Строительные композиты на основе бетонного лома и отходов камнедробления / Ю.М. Баженов, С-А.Ю. Муртазаев, М.С. Сайдумов // Грозный: ФГУП «Издательско-полиграфический комплекс «Грозненский рабочий», 2014 - 334 с.

3. Дворкин, Л.И., Дворкин, О.Л. Строительные материалы из отходов промышленности. -Ростов н/Д: Феникс, 2007. - 368 с.

4. Ахмед, А.А.А. Эффективное использование строительных отходов в производстве бетонных изделий [Текст] / А.А.А. Ахмед, У.С.Д. Аль-Бу-Али // Сб. докл. Росс. онлайн-конф., посвященной Дню науки. «Теоретические основы создания эффективных композитов», Белгород 8 февраля 2018 г. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2018. - С. 45-51.

5. Лесовик Р.В. Композиционные вяжущие на основе бетонного лома [Текст] / Р.В. Лесовик, А.А.А. Ахмед, С.К.Ш. Аль Мамури, Т.С. Гунченко // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2020. - № 7. - С. 8-18.

6. Эффективное использование отходов бетонного заполнителя в производстве бетонных и железобетонных изделий. Кафедра лома В технологии вяжущих материалов и бетонов МГАКХИС. М. А. Фахратов, В. качестве И. Сохряков, Е. К. Калмыкова, А. А. Белов.

7. Дворкин, Л.И. Строительные промышленности: материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие /Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. - С.5-7.

8. Каменева Е.Е. Технологические основы производства щебня из скальных горных пород /Е. Е. Каменева. - Москва: Горная книга, 2010 г. – 245с.

Таранов Даниил Константинович

**ОРГАНИЗАЦИЯ СТУДЕНЧЕСКОГО НАУЧНОГО ОБЩЕСТВА
ВОЕННОГО УЧЕБНОГО ЦЕНТРА В ЦЕЛЯХ УВЕЛИЧЕНИЯ
РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

*Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток, Россия
Научный руководитель - Федюк Роман Сергеевич к.т.н., доцент*

Аннотация. Из Приказа министра обороны РФ "Об определении Порядка приема и обучения граждан Российской Федерации в военных учебных центрах при федеральных государственных образовательных организациях высшего образования", следует что основными видами учебной работы для обучающихся по программам военной подготовки являются лекции, семинары, практические занятия, лабораторные работы, групповые упражнения и занятия, тактические (тактико-специальные) занятия и учения, военные (военно-специальные) игры и самостоятельная работа[1]. Последний вид учебной работы существенно влияет на успех освоения программ высшего образования.

Ключевые слова: самостоятельная работа, студенческое научное общество, образование

Самостоятельная работа студентов высших учебных заведений - важная учебная деятельность, способствующая формированию системы фундаментальных предметных и научных знаний [2; 3]. Вопросы организации

самостоятельной работы прослеживаются в трудах у многих отечественных и зарубежных авторов. С.И. Архангельский, Б.П. Есипов, Е.Я. Голант, М.А. Данилов, С.И. Зиновьев, В.П. Козаков, Р.А. Низамов, Н.Д. Никандров, П.И. Пидкастистый, В.А. Сластенин и др. поднимали тему организации самостоятельной работы как одного из основных видов учебной деятельности. Процесс самообразования и самоподготовки продемонстрировали в своих трудах А.К. Громцева, Г.М. Коджаспирова, В.И. Осмоловский и др. А формы организации, планирования, управления самостоятельной работы, контроля и самоконтроля раскрыли в своих работах Л.В. Клименко, Н.П. Краевская, И.Я. Лернер, А.Н. Леонтьев, и др.

Организация самостоятельной работы студентов ВУЦ под руководством преподавателя повышает эффективность учебной и практической деятельности. Особенно роль преподавателя в организации и управлении самостоятельной работы важна на младших курсах обучения для приобретения необходимых умений и навыков самостоятельной деятельности, так как у большинства студентов-первокурсников не сформированы навыки самостоятельной работы после окончания школы.

Только в ходе самостоятельной работы воспринятая на лекции информация может быть переработана в знания. И чем лучше организована самостоятельная работа, тем глубже знания [4]. При подготовке специалиста все остальные формы учебной работы являются вспомогательными в той или иной степени важности. Они не реализуют такие звенья обучения, как переработка воспринятой информации в знания, закрепление знаний, переработка знаний в умение и навыки. Поэтому целью самостоятельной работы студентов военного учебного центра является переработка воспринятой на лекции информации в знания, переработка знаний в умения и при создании условий тренировки на практике – приобретение навыков. Неудача студента может зависеть не только от недостаточного усердия в работе или недостаточной работы, или недостаточной теоретической базы, но и от его умения самостоятельно работать. Поэтому в задачу преподавателя входит не только передача определенной суммы знаний, но и передача опыта работы, обучения наиболее эффективным методам систематической, вдумчивой самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов многогранна. Она начинается с первой лекции по курсу и продолжается даже после экзамена [4].

Самостоятельная работа студентов ВУЦ, будущих офицеров, должна быть направлена на формирование и развитие таких качеств личности, как организованность, самостоятельность, ответственность, творческий подход к решению проблем учебного и профессионального характера. Процесс планирования, организации и контроля самостоятельной работы студентов является обязательным и определяется требованиями ФГОС ВО и рабочими программами дисциплины, учебным планом вуза и преподавателем. Объем самостоятельной работы студентов определяется ФГОС ВО. В соответствии с ФГОС ВО можно обозначить следующие задачи, которые студент ВУЦ должен уметь решать в процессе самостоятельной работы:

- систематизировать, конкретизировать и применять полученные теоретические знания, сформированные умения и навыки на практике;
- анализировать и использовать нормативно-правовую документацию и специальную литературу на уровне, соответствующем специфике профильной специальности;
- использовать современные технические средства и информационные технологии получения и передачи информации;
- развивать компетенции, сформированные во время аудиторных, внеаудиторных и практических занятий;
- развивать познавательные способности, творческую инициативу, самостоятельность, организованность и ответственность;
- развивать навыки учебно-исследовательской деятельности, научно-исследовательского мышления;
- развивать профессиональное мировоззрение, повышать самосознание, творческое мышление, самосовершенствоваться [5].

Обучение в ВУЦ происходит под руководством профессорско-преподавательским составом. Они доводят до студентов информацию, обеспечивают качественное усвоение этой информации и осуществляют контроль ее усвоения.

С одной стороны, организация самостоятельной работы – дело самого обучаемого и не имеет никакого отношения к преподавателю. Но это не совсем так. От преподавателя требуется не столько доведение информации до студентов, сколько их обучение. Преподаватель должен добиваться, чтобы изучаемый материал не бездумно зазубривался, а стал прочной основой знаний. Это требует от преподавателя большой и серьезной работы со студентами.

Образовательные стандарты последнего поколения ориентируют вузы на выделение большого объема учебной нагрузки на самостоятельную работу. В ВУЦ на самостоятельную работу приходится около 40% всего учебного времени. Однако и в этом элементе имеются определенные проблемы – студенты не могут себя организовать, преподаватели ограничены во времени. Исследования показывают, что большинство студентов не ориентированы на выполнение самостоятельных видов работ и предпочитают репродуктивную деятельность. 48% студентов считают самостоятельную работу наиболее эффективной формой обучения, при этом признавая необходимость в методическом руководстве [6].

Один из путей решения данной проблемы лежит через организацию научно-исследовательской работы студентов. Индивидуальные задания исследовательского характера, например, в формате веб-квест, кейсов стимулируют познавательный интерес и мотивацию студентов. Организация студенческих научных обществ ВУЦ позволяет комплексно подойти к решению задач вовлечения, обучения и усвоения. Проводя работы в научном обществе, студенты учатся не только воспроизводить информацию, но и самостоятельно мыслить и быть готовым к реальным жизненным ситуациям.

Заключение

Организация НИРС при ВУЦ, несомненно, повысит результативность самостоятельной работы студентов, поскольку именно исследовательские навыки формируют способную к самостоятельному решению профессиональных задач личность.

Список литературы

1. Приказ Министра обороны РФ от 26.08.2020 N 400 "Об определении Порядка приема и обучения граждан Российской Федерации в военных учебных центрах при федеральных государственных образовательных организациях высшего образования" (Зарегистрировано в Минюсте России 30.09.2020 N 60112)
2. Алонцева Е.А., Гилев А.А. Межпредметные связи естественнонаучных и общетехнических дисциплин. Вестник Самарского государственного технического университета. Серия "Психолого-педагогические науки" [Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Психолого-педагогические науки». 2011. № 1. Стр. 9-13.
3. Веселова Е.А. Формирование научного мировоззрения студентов в образовательно-воспитательном процессе высшей школы: дис. ... канд. пед. наук. Нижний Новгород, 2008. 255 с.
4. Молибог А. Г. Вопросы научной организации педагогического труда в высшей школе. Изд. 2-е. Минск, «Вышэйшэй школа», 1975, 288с.
5. Геращенко А.С. Организация самостоятельной работы студентов военного учебного центра при федеральном университете // МНКО. 2019. №4 (77).
6. Вовлеченность студентов в научно-исследовательскую работу и ее перспективы как элемента самостоятельной работы студента-магистранта / Д. А. Хашхожева, А. Ю. Паритов, М. Т. Гелястанова [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 3. – С. 114.
7. Яковлева-Чернышева А.Ю. Инновационные технологии организации научноисследовательской работы в университете // Инновационная наука. – 2015. – №. 5-2. – С. 280- 281.

Перевалов Дмитрий Вадимович

МАСКИРОВКА ВОЕННЫХ ДОРОГ И КОЛОННЫХ ПУТЕЙ ОТ НАЗЕМНОЙ И ВОЗДУШНОЙ РАЗВЕДКИ ПРОТИВНИКА

*Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток, Россия
Научный руководитель, к.т.н Федюк Роман Сергеевич*

Аннотация. Маскировка является одним из видов боевого обеспечения войск. Она организуется и осуществляется в целях скрытия действительного расположения, состава и вооружения артиллерийских подразделений от всех

видов и средств разведки противника. Маскировка должна быть активной, убедительной, непрерывной, разнообразной и не допускать шаблона в ее способах. Она осуществляется постоянно, как правило, силами подразделений.

Ключевые слова: маскировка, имитация, военные дороги, колонный путь.

Дороги с твёрдым покрытием, грунтовые профилированные, железнодорожные ветки обнаруживаются визуальным наблюдением, фотографированием, телевизионными, радиолокационными и тепловыми средствами, а просёлочные дороги, дороги с покрытиями колёсного типа и колонные пути - визуальным наблюдением, фотографированием и телевизионными средствами.

При воздушном визуальном наблюдении, на аэрофотоснимках, экранах радиолокационных станций бокового обзора и тепловых средств разведки дороги имеют вид узких полос, светлее или темнее, чем окружающий фон.

Различные типы дорог обнаруживаются по следующим демаскирующим признакам:

1) дороги с твёрдым покрытием и грунтовые профилированные дороги - по постоянной ширине дорожного полотна, плавным закруглениям, узким тёмным полосам кюветов;

2) просёлочные дороги и тропы - по извилистому начертанию и неодинаковой ширине отдельных участков;

3) дороги с покрытиями колёсного типа - по параллельным полосам колёс;

4) железнодорожные ветки - по узким светлым полосам рельсов, плавным закруглениям, телеграфным линиям;

5) колонные пути - по вырубкам леса или кустарника, по участкам со срезанным или насыпанным грунтом, переходам через ручьи, канавы и овраги, мостам через реки, следам движения техники на участках, проложенных по целине.

По тупикам дорог и троп воздушная разведка легко находит замаскированные объекты.

Демаскирующими признаками движения по дорогам и колонным путям являются наличие и линейное расположение техники, следы машин, а также большое количество пыли (при движении по просёлочным дорогам и колонным путям летом в сухую погоду).

Маскировка дорог способствует снижению потерь передвигающейся по ним техники, а также повышению живучести объектов, к которым они ведут.

Маскировка дорог осуществляется:

1) скрыванием или искажением внешнего вида отдельных участков дорог и колонных путей;

2) оборудованием ложных дорог и колонных путей.

Основным приёмом скрывания движения войск по дорогам и колонным путям от оптических средств наземной и воздушной разведки является использование для передвижения тёмного времени суток и других условий ограниченной видимости.

В отдельных случаях при угрозе появления авиации противника движение на открытых участках дорог может быть скрыто постановкой дымовых завес.

Для скрытия движения техники от наземной разведки используются дороги, проходящие по лесам, кустарникам, лощинам, в полях невидимости.

Естественными масками, скрывающими движение по дорогам и колонным путям от всех средств наземной разведки, являются также возвышенности, земляные насыпи, жилые и хозяйственные постройки.

В целях скрытия движения техники от наземной разведки на просматриваемых противником участках дорог и колонных путей устанавливаются придорожные и наддорожные вертикальные маски (рис.1).

Придорожные вертикальные маски устанавливаются под различными углами к дороге звеньями длиной 18-48 м, что обеспечивает возможность рассредоточения передвигающихся войск при воздушном налёте или артиллерийском обстреле противника.

При незначительном превышении наблюдательного пункта противника над дорогой или при расположении дороги на обратном скате целесообразно маски устанавливать дальше от дороги, чтобы при их обстреле противником не поражались передвигающиеся подразделения.

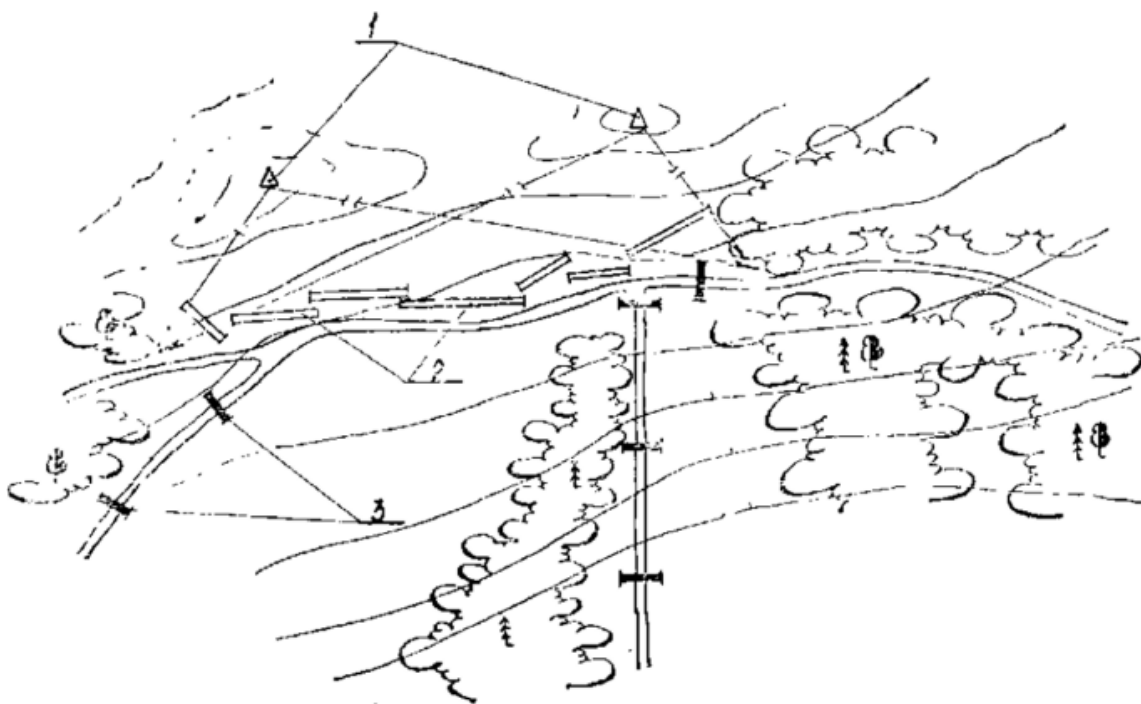


Рисунок 1 – Скрытие движения по дорогам от наземного наблюдения

1 - наблюдательные пункты противника; 2 - придорожные маски; 3 - наддорожные маски

Если в качестве полотна придорожных вертикальных масок используются радиорассеивающие маскировочные покрытия, то звенья масок (длиной 12-18 м) целесообразно изготавливать в укрытых местах на станке-шаблоне. Станок-шаблон обеспечивает удобство изготовления масок. Изготовленное звено маски свертывается в рулон и скрытно перевозится к месту установки.

В том случае, когда большая часть дороги закрыта естественными масками, придорожным вертикальным маскам следует придавать очертания деревьев, заборов и других местных предметов.

Для скрытия движения от воздушной разведки используются дороги, проходящие по лесам.

Сомкнутые над дорогой, кроны деревьев, скрывают движение от всех способов воздушного наблюдения противника. Для скрытия движения от воздушного визуального наблюдения на открытых участках дорог и колонных путей устанавливаются горизонтальные маски.

Скрытие отдельных участков дорог от воздушной разведки противника производится в тех случаях, когда дороги, подходящие к замаскированному пункту управления, складу, огневой позиции, переправе, пункту водоснабжения или другому объекту, демаскируют его, а также в тех случаях, когда на дороге, проходящей по закрытой местности, имеются открытые участки.

На дорогах, где движение непостоянное, на полотно дороги укладывают маскировочное покрытие, убирающееся на период движения.

Перед укладкой покрытия для лучшего слияния его с фоном местности на проезжую часть дороги через 3-4 м укладывают крупные ветки или устанавливают треноги из жердей высотой 40-50 см. В лесу, кроме того, на уложенное покрытие целесообразно устанавливать макеты кустов или срезанные кроны деревьев (рис. 2 а).

На дорогах с интенсивным движением устанавливают горизонтальные маски. В лесу покрытия горизонтальных масок следует дополнять макетами кустов (рис. 2 б).

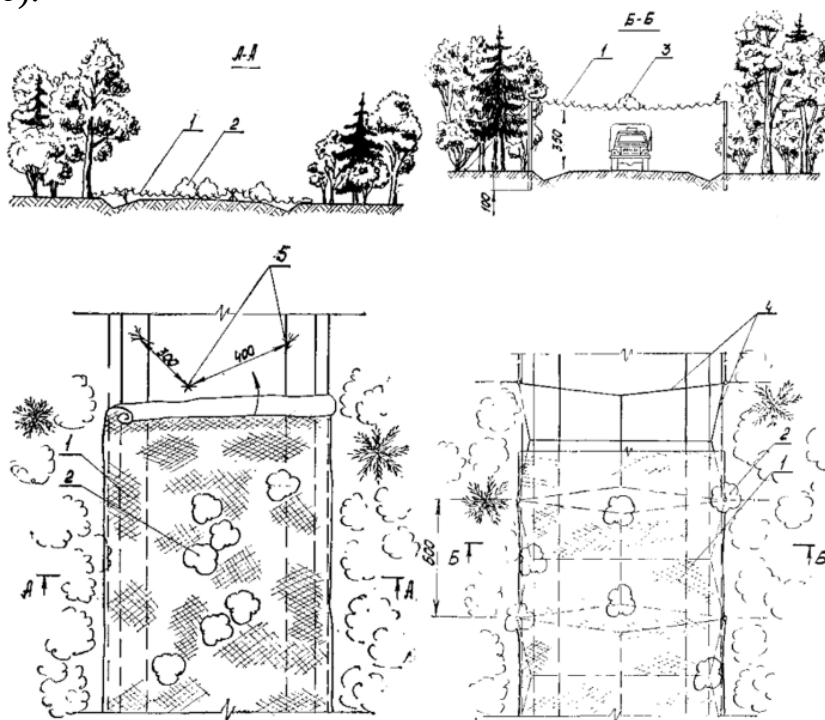


Рисунок 2 – Скрытие дорог в лесу:

а - укладкой маскировочного покрытия и установкой макетов кустов или срезанных кроны деревьев; б - устройством горизонтальной маски;

1 - табельное маскировочное покрытие; 2 - макеты кустов или срезанные кроны деревьев; 3 - макеты кустов; 4 - каркас горизонтальной маски; 5 - ветки (кусты, треноги), уложенные под маскировочное покрытие

Отдельные участки дорог в лесу могут скрываться от воздушной разведки стягиванием кроны деревьев, подвеской срезанных кроны или макетов кустов.

Железнодорожные ветки на открытой местности скрывают табельными маскировочными покрытиями, убираемыми на время движения поездов, срезанной растительностью, которая заменяется по мере увядания, или другими местными материалами, а в отдельных случаях и применением дымовых средств.

При прокладке новых дорог, колонных путей и троп следует использовать лесные участки, кустарники, поля невидимости. На открытой местности колонные пути и тропы прокладывают вдоль заборов, канав, борозд, границ участков местности с различной окраской и фактурой, рядов скошенной травы.

Искажение внешнего вида отдельных участков дорог достигается маскировкой их под непригодные для использования, под разрушенные или требующие ремонта с помощью одернования, присыпок, съемных покрытий, наброски «обломков» дорожных сооружений, устройства ложных воронок. Для присыпок используются шлак, торф, мел, известь, грунт.

Ложные воронки целесообразно показывать в дефиле, а также на подходах к низководному мосту при маскировке его под разрушенный.

Ложные дороги и колонные пути устраиваются для имитации подходов (подъездов) к ложным объектам, для продолжения (до ближайших дорог, лесов, населенных пунктов) незамаскированных участков тупиковых дорог, подходящих к скрытым объектам в целях введения противника в заблуждение относительно действительной сети путей в данном районе.

К ложным дорогам предъявляются следующие требования:

- 1) соответствие по цвету и ширине имитируемым дорогам;
- 2) наличие ложных дорожных сооружений и знаков;
- 3) увязка их с сетью действительных дорог.

Ложные дороги устраиваются срезкой верхнего слоя грунта грейдером, путепрокладчиком, бульдозером или вручную с присыпкой светлым грунтом, расчисткой снега снегоочистителем или вручную с последующей присыпкой грунтом, шлаком и другими местными материалами.

Ложные проселочные дороги и колонные пути могут быть подготовлены 3-5-кратным проездом гружёного автомобиля, вырубкой кустов, расчисткой снега с последующим проездом автомобилей.

При устройстве ложной железнодорожной ветки имитируют земляное полотно, балластный слой, шпалы, рельсы, телеграфные столбы. Балластный слой показывают присыпкой (толщиной 2-5 см) песком, опилками или наброской соломы, камыша и других местных материалов, более светлых, чем фон местности. В зависимости от района боевых действий ширину колеи принимают равной 152 или 143 см

Скрытое передвижение является неотъемлемой частью маскировки. При скрытном передвижении техники должны выполняться условия:

1. Не срезать на поворотах движения
2. Двигаться аккуратно и создавать меньше шума и пыли
3. Использовать световую маскировку
4. Использовать существующие пути движения
5. Не оставлять следы



Рисунок 3 – «Вождение БМП по дорогам и колонным путям»



Рисунок 4 – «Вождение танков по дорогам и колонным путям»



Рисунок 5 – «Маскировка путей движения автотракторной техники»

Камуфляж США

США в своё время не особо сильно отставали от Германии в разработке камуфляжа. В настоящий момент львиная доля компаний, разрабатывающих и продающих на мировом рынке коммерческую униформу и камуфляжные рисунки, находится в США. Однако мы говорим только про «официальный» военный камуфляж, поэтому дальше — о нём.

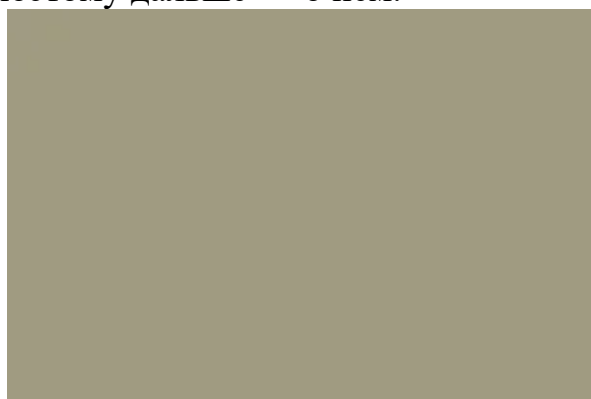


Рисунок 6 – «Камуфляж хаки»

Тот самый легендарный «Хаки». Официально – самый первый широко распространённый камуфляж. ВС США использовали «Хаки» во Второй мировой. Для боевых действий в засушенных районах и в пустыне – самое то. Что-то похожее использовали как африканские подразделения Третьего Рейха, так и вооруженные силы США. До сих пор в некоторых странах является официальной «военной расцветкой».



Рисунок 7 – «Камуфляж Woodland»

Заслуженная классика. Вудланд разработан в восьмидесятых, был представлен в нескольких цветовых вариантах, в зависимости от конкретных условий местности. Стандарт — как на фото, в варианте для равнин и лесов было больше зеленых пятен, в «горном» варианте — коричневых. Ну а четвёртый вариант вообще должен был в оптическом и инфракрасном диапазоне маскировать. На данный момент этот военный камуфляж в армии США не используется, но основе Woodland около дюжины униформ, которую успешно используют.



Рисунок 8 – «Камуфляж Kryptek 3D Camouflage»

Компания Kryptek предложила концепцию рисунка, использующего самые последние разработки в направлении маскировки и оптического обмана. В настоящий момент новая униформа проходит полевые испытания и возможно в скором времени будет принята на вооружение армии США.



Рисунок 9 – «Камуфляж Multicam»

Тот же «вудланд», только круче. Собственно, и был разработан как современная его замена, однако по определённым причинам в армии не заслужил признания, и ВС США практически не используется. Однако камуфляж «Мультикам» более чем достойный — пятна округлые, многочисленные и разнообразные, пикселей не видно, так что размытие силуэта идёт именно за счёт сложности восприятия. Поэтому в коммерческой сфере — излюбленная униформа кого угодно, в том числе спецназа ЦСН ФСБ «Альфа».



Рисунок 10 – «Камуфляж ACUPAT/UCP»

Разработана для ВС армии США, действующих на суше, на основе «MARPAT». Пиксели стали крупнее, цветовая гамма – ещё менее контрастной. ACUPAT — неофициальное название, означает Army Combat Uniform Pattern. Официально этот военный камуфляж называется UCP — Universal Camouflage Pattern. Также известен под названием Digicam (Digital Camouflage).

Список литературы:

1. Виноградов В.А., Золотое Л.С. Мобильность войск и методы их защиты// Защита и безопасность. - 2003. - № 4.
2. Военный энциклопедический словарь. – М.: ВИ, 2007. – 1024 с.
3. Маскировка: учебник / В.В. Княжев, М.Ф. Крысанов, О.Р. Сайфулин и др. – М.: ВУНЦ СВ ОВА ВС РФ, 2016. – 149 с.
4. Голодяев, А. И. Защитно-маскировочное устройство / А. И. Голодяев // Военно-технический вестник. – 2014. – Т. 62. – № 4. – С. 216-229. – DOI 10.5937/vojtehg62-4983.
5. Лунис, И. В. Алгоритм обеспечения живучести стационарных объектов при воздействии обычных средств поражения / И. В. Лунис, А. В. Федоренко // Труды Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского. – 2018. – № 663. – С. 180-186.
6. Меньшаков Ю.К. Защита объектов и информации от технических средств разведки. - М.: Российский гуманитарный университет, 2012.
7. Лыньков Л.М., Беляев Б.И., Беляев Ю.В., Борботько Т.В., Хижняк А.В. Снижение яркостного контраста наземных объектов //Сборник научных статей Военной академии Республики Беларусь. - 2015. - № 8.

8. Лыньков Л.М., Чембрович В.Е., Борботько Т.В. Гибкие конструкции поглотителей для электромагнитной маскировки наземных объектов//Доклады БГУИР. - 2014. - Т. 1, №2.
9. Канащенков А.И., Меркулов В.И. Оценивание дальности и скорости в радиолокационных системах. Часть 1. - М.: Радиотехника, 2004.
10. SSZAG. [Электрон, ресурс]. Режим доступа: <http://www.ssz-zug.ch>.
11. Fibrotex Ltd. [Электрон, ресурс]. Режим доступа: <http://www.fibrotex.net>.
12. Texplorer GmbH. [Электрон, ресурс]. Режим доступа: <http://www.texplorer.de/index.php>.
13. Разработка облегченных РИМ и применение их в маскировочных покрытиях //Журнал депонированных рукописей, 2000. [Электрон, ресурс]. Режим доступа: <http://www.mte.ru>.
14. Институт автоматизированных систем. [Электрон, ресурс]. Режим доступа: <http://www.icbs.kiev.ua>.
15. SAAB Barracuda. [Электрон, ресурс]. Режим доступа: <http://www.saab.se>.
16. «Шапка-невидимка» для автотехники. [Электрон, ресурс]. Режим доступа: <http://www.voenavto.almanacwhf.ru/slovo/sl8.htm>.
17. НИИ стали. [Электрон, ресурс]. Режим доступа: <http://www.niistali.ru>.

Пустовой Сергей Викторович

СОВРЕМЕННЫЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СРЕДСТВА МАСКИРОВКИ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток, Россия
Научный руководитель, к.т.н Федюк Роман Сергеевич*

Аннотация: Военная хитрость всегда занимала умы полководцев, мыслителей, ученых, исследователей и является объектом внимания военной теории и практики. Основными формами военной хитрости являются обман и маскировка (скрытие, скрытность – устранение или ослабление демаскирующих признаков расположения и деятельности войск и объектов, а также противодействие разведке противника, обеспечение безопасности связи, и режима секретности; способ маскировки).

Ключевые слова: маскировка, имитация, радиолокация

В войнах и вооруженных конфликтах будущего мероприятия скрытности и введения противника в заблуждение будут одним из основных факторов достижения победы. В комплексе с решением других задач они позволят не допустить внезапного нападения противника, обеспечить экономию своих сил и средств, в значительной мере приведут к уменьшению потерь войск (сил) в операциях. Умелое проведение всего комплекса мероприятий будет

способствовать наиболее эффективному применению авиации в бою, обеспечению ЖБА. Особую роль мероприятия маскировки будут играть для достижения победы в ходе ведения операций (боевых действий) с превосходящим по силам и средствам противником. Что может быть противопоставлено противнику в данной ситуации? Прежде всего, меры по введению противника в заблуждение, неожиданные, не применявшиеся ранее формы, способы, приемы ведения военных действий. Известно, что чем больше превосходство агрессора, тем больше «ценность» той суммы мероприятий, которая направлена на обман врага [1-5].

В современном мире средства маскировки всех страны схожи по своим качествам, материалам, окраскам и принципу действия.

В настоящее время тема маскировки стала наиболее актуальна, так как появились ракеты высокоточного наведения, летательные аппараты в виде дронов существуют во всем мире и имеют очень высокое качество снимаемых видеоматериалов и фотографий, создаваемых при дистанционной воздушной разведке.

В Российской Федерации активно идет изучение и изобретение новых видов маскировки, которая позволит быть на шаг впереди нашего потенциального противника.

Скоро в Инженерные войска поступит уникальное радиолокационное оборудование, способное создавать на вражеских радарх иллюзию движущейся по трассе колонны российской боевой и специальной техники

По сведениям Департамента информации и массовых коммуникаций Минобороны РФ, только один комплект подобной аппаратуры может сформировать виртуальный мобильный строй из 10 машин, растянувшихся на два с половиной километра. Причем на имитационной картинке будут видны даже соединенные в одну цепь две или три единицы техники. Так, к примеру, ходит на марше в Арктике армейский двухзвенный тягач ДТ-30 "Витязь".

Каким образом ученым и конструкторам удалось создать подобную иллюзию, военные умалчивают. Однако известно, что в новый комплект входят головные датчики и управляемые приборы. Первые необходимы для мониторинга местности. При облучении радиолокационными системами противника они передают команду приборам на формирование ложных единиц движущейся техники. В военном ведомстве также сообщили, что первую партию спецоборудования поставят на Центральную инженерную базу Минобороны, и лишь затем им начнут оснащать в соединения и части инженерных войск [6-12].

Уже долгие годы для этого также применяют стационарные пневматические макеты военной техники. Изготовленные из специальных материалов надувные танки Т-72Б3, оперативно-тактические ракетные комплексы "Искандер-М", системы ПВО С-300 и "Бук", установленные на ложных аэродромах самолеты-перехватчики "МиГ-31", имитаторы другой боевой техники выполнены настолько правдоподобно, что в случае войны противник, не задумываясь, будет наносить по ним удары. Тем самым

развязывая руки нашим командирам при проведении боевых операциях в районах, где враг их не ждет.

Список литературы:

1. Военный энциклопедический словарь. – М.: ВИ, 2007. – 1024 с.
2. Маскировка: учебник / В.В. Княжев, М.Ф. Крысанов, О.Р. Сайфулин и др. – М.: ВУНЦ СВ ОВА ВС РФ, 2016. – 149 с.
3. Налетов Г.А. Оперативная маскировка в операциях Великой Отечественной войны: уроки и выводы // Вестник Академии военных наук. 2005. No2. С. 65-72
4. Козлов П.Г. Основы фортификации: учеб. пособие / Козлов П.Г., Федюк Р.С., Мочалов А.В., Тимохин А.М., Муталибов З.А., Кудряшов С.Р., Шальнев В.М., Панарин И.И.; Дальневосточный федеральный ун-т. – Владивосток: учебное электронное издание УВЦ ДВФУ, 2018. – 286 с.
5. Толмачев, С. А. Оценка применения средств скрытия по устранению демаскирующих признаков военных объектов / С. А. Толмачев, Б. П. Лебедь // Проблемы обеспечения функционирования и развития наземной инфраструктуры комплексов систем вооружения : Материалы III Всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 25–26 сентября 2019 года. – Санкт-Петербург: Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, 2019. – С. 110-113.
6. Зеленский, И. Р. Обзор военно-инженерного опыта по маскировке городской инфраструктуры в период второй мировой войны / И. Р. Зеленский // Международная научно-техническая конференция молодых ученых, Белгород, 25–27 мая 2020 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2020. – С. 1411-1414.
7. Фрейман, В. А. Развитие перспективных средств маскировки военной техники и вооружения / В. А. Фрейман, С. В. Брынюк // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2020. – № 11(12). – С. 491-504.
8. Сурин, Д. В. Концепция и принципы применения маскировки на наземных комплексах при воздействии обычных средств поражения / Д. В. Сурин, А. М. Шевчук // Труды Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского. – 2018. – № 663. – С. 225-230.
9. Голодяев, А. И. Защитно-маскировочное устройство / А. И. Голодяев // Военно-технический вестник. – 2014. – Т. 62. – № 4. – С. 216-229. – DOI 10.5937/vojteh62-4983.
10. Анализ использования маскирующих завес (дымовых завес) в военных действиях / А. И. Кальной, С. В. Тарасов, Ф. А. Катунин, С. И. Стрельников // Наука и военная безопасность. – 2017. – № 4(11). – С. 13-20.
11. Смирнов В.П. Маскировка подвижных наземных объектов в современных условиях. – М.: ИП РадиоСофт, 2015. – 80 с.
12. Загребяев В.Н. Особенности инженерного оборудования аэродромов, позиционных районов воинских частей Военно-воздушных сил: учеб.- метод. пособие. – Воронеж.: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2015. – 335 с.

Румянцев Валентин Алексеевич

ФОРТИФИКАЦИЯ И МАСКИРОВКА СООРУЖЕНИЙ, УСТРАИВАЕМЫХ ЗИМОЙ И В ЗАПОЛЯРЬЕ

Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток, Россия

Научный руководитель, к.т.н, доц., Федюк Роман Сергеевич

Аннотация. Роль маскировки в повышении боевой эффективности фортификационных сооружений, позиций войск и объектов весьма значительна. В условиях зимы маскировке стоит уделять наибольшее внимание, т.к. снег является не только помощником в маскировке, но и демаскирующим элементом. С помощью снега можно в относительно небольшие сроки организовывать фортификацию и маскировку. Благодаря своей смекалке советские солдаты научились максимально удачно использовать подручные средства и погодные условия для маскировки как личного состава, так и техники.

Ключевые слова: демаскирующие признаки, маскировка, фортификация.

Характерные признаки опознавания фортификационных сооружений и позиций расположения

Траншеи и ходы сообщения опознаются при наблюдении с воздуха и на аэрофотоснимках по тёмным линиям отрывок, окаймленных светлыми полосами брустверов.

Окопы для танков, боевых машин, бронетранспортёров и другой техники выявляются по котлованам прямоугольной формы в плане, брустверам, теням на дне окопов (укрытий) и нарушениям снежного покрова при формировании брустверов землеройными машинами.

Окопы для артиллерийских орудий и миномётов опознаются по отрывкам специфического начертания в плане, с примыкающими к ним нишами для боеприпасов и укрытиями для расчетов, а также по теням на дне окопов.

Отличительными особенностями открытых наблюдательных пунктов являются сочетание и взаимное расположение ходов сообщения и наличие ячеек прямоугольной формы с незначительными расстояниями между ними.

Сооружения для наблюдения закрытого типа, закрытые огневые сооружения и убежища для личного состава опознаются по контрастным к фону обсыпкам и входам, примыкающим, как правило, к траншеям и ходам сообщения, наличию наблюдательных щелей, амбразур и расчищенных секторов обзора и обстрела.

Основным демаскирующим признаком, по которому обнаруживаются невзрывные инженерные заграждения, является характерное начертание их на местности в виде ломаных контрастных с фоном линий или полос большой протяженности. Выявлению инженерных заграждений способствует также наличие сооружений для огневых средств, расположенных на продолжении фасов заграждений для прикрытия их огнём.

Минные поля опознаются воздушной разведкой по наличию расположенных в определённом порядке светлых пятен и линий нарушенного поверхностного слоя земли, по следам движения гусеничных минных заградителей и минных раскладчиков, а также по пунктирным линиям от рядов с минами, установленными на грунт.

Сведения о местоположении и характере фортификационных сооружений и заграждений противник получает по данным визуального воздушного и наземного наблюдения и дешифрирования снимков.

Основными демаскирующими признаками, по которым обнаруживаются фортификационные сооружения, являются:

- характерная форма отрывок и начертание брустверов и обсыпок;
- участки нарушенного естественного покрова;
- тупиковые дороги и тропы к сооружениям;
- следы от землеройной техники, образующиеся при отрывке окопов (укрытий);
- оголовки дымовых труб и выхлопных устройств.

Устройство и оборудование позиций в северных районах и условиях зимы

К особым условиям обороны, которые оказывают существенное влияние на фортификационное оборудование боевых позиций мотострелковых подразделений, относятся оборона в северных районах и зимой, оборона в лесисто-болотистой местности, оборона в горных и пустынных районах.

В северных районах и зимой на устройство и оборудование боевых позиций существенное влияние оказывают:

- труднодоступный характер местности;
- сложность маскировки;
- суровый и неустойчивый климат с продолжительной зимой и длительными периодами полярного дня и ночи;
- недостаток в большинстве районов топлива и сложность подвоза материальных средств;
- промерзание верхних слоев грунта, в связи с чем резко снижается производительность инженерных машин по отрывке траншей и котлованов и требуется производство в больших объемах буровзрывных работ;

При фортификационном оборудовании широко применяются взрывчатые вещества. Фортификационные сооружения могут возводиться насыпного типа, для чего используются камень, дерн, мох, мешки с землёй, снег и лёд.

Для защиты сооружений от снежных заносов необходимо:

- при устройстве сооружений для ведения огня и наблюдения учитывать возможность изменения высоты снежного покрова;
- придавать обсыпке сооружений полузаглубленного и насыпного типов обтекаемую форму с пологими уклонами;
- перекрывать траншеи, окопы и ходы сообщения местными материалами, сводами из снега или мерзлого грунта, а также плитами, вырезанными из плотного снега и льда.

В зимних условиях одиночные окопы для стрелкового оружия при высоком снежном покрове устраивают насыпными из уплотненного снега и снежных комьев; при небольшом промерзании грунта и невысоком снежном покрове – полузаглубленными из комьев мерзлого грунта и снега.

В условиях Заполярья окопы могут устраиваться из снежных блоков.

При небольшом промерзании грунта и незначительной высоте снежного покрова окопы (траншеи) отрывают в грунте, а снег используют для маскировки. Брустверы при этом устраивают из комьев мерзлого грунта и снега. При глубине промерзания грунта более 50 см и высоте снежного покрова более 40 см окопы и траншеи устраивают полузаглубленными. Отрывка окопов и траншей в мерзлых грунтах может производиться землеройной машиной ПЗМ-2, траншейной машиной ТМК-2 или после предварительного рыхления грунта взрывным способом, землеройными машинами или вручную.

В условиях Заполярья при большой высоте снежного покрова окопы и траншеи устраивают из снежных блоков. При отсутствии снежных блоков на месте их подносят со стороны (из лощин, оврагов и других мест снежных заносов). Отдельные участки окопов и траншей для маскировки и защиты от заносов их снегом перекрывают жердями, сводами из снега и плетня, либо снежными или ледяными плитами, укладываемыми плашмя.

Способы маскировки в зимних условиях

Фон снега из-за однообразия поверхности затрудняет маскировку, так как на снегу хорошо видны следы деятельности войск и объектов, особенно с воздуха. В то же время снег является наиболее доступным маскировочным материалом, а снегопады способствуют сокрытию объектов и следов.

В зимних условиях главным другом солдата на войне становится маскировочный халат белой защитной окраски. Бойца в такой одежде очень сложно обнаружить даже в чистом поле, если он удачно заляжет и не слишком нарушит целостность снежного покрова. В то же время такое зимнее снаряжение резко теряет свои маскирующие свойства, если на местности много проталин и растительности. Ярко-белый силуэт на тающем снегу становится заметным даже с большого расстояния. В таких случаях военные предпочитают камуфляж с деформирующей окраской — белый с темными пятнами. Такой рисунок иногда наносится на внутреннюю поверхность маскхалата — достаточно вывернуть его наизнанку.

Однако в лесистой местности белый силуэт очень заметен на фоне темных деревьев даже с большого расстояния. Впрочем, решение этой проблемы состоит в "комбинированной" одежде — белых штанах от маскхалата, сливающихся со снежным покровом, и пятнистых зеленых бушлатах, которые, в свою очередь, не выделялись на фоне лесной растительности. Разглядеть такого бойца, даже если он выпрямится во весь рост на опушке, становится гораздо сложнее.

Боевую технику зимой спрятать гораздо сложнее, чем человека. Во-первых, из-за ее размеров, во-вторых, из-за бросающихся в глаза геометрических форм — человек легко может разглядеть угловатый силуэт с большого расстояния. Основным средством маскировки техники зимой является защитная

белая окраска. Её главный недостаток — большая заметность на темном фоне. Экипажи боевых машин в таком камуфляже вынуждены действовать предельно осмотрительно и активно пользоваться складками местности — не выезжать на пригорки, не маячить на фоне леса и так далее.

Не допускается расположение военной техники и вооружения без зимнего камуфляжа на местности таким образом, чтобы их силуэты наблюдались противником на фоне неба или на светлом фоне. Для уменьшения заметности открыто расположенной военной техники, особенно в зимнее время, ее следует располагать на имеющихся или специально подготовленных контрастных к фону темных пятнах.

Маскировка техники в межсезонье является наиболее тяжёлой, т.к. белый цвет не является преобладающим. В этом случае, как правило, используется деформирующая трехцветная окраска. С наступлением снежного периода пятна одного или двух цветов закрашиваются белым. Плюсом пятнистой окраски является метод ее нанесения. Выступающие части, как правило, затемняются, а вогнутые высветляются. Это ломает привычный человеческому глазу силуэт — и разглядеть тот же танк становится сложнее.

Если же в бой придется бросать бронетанковые резервы, которые просто-напросто не успели выкрасить в зимний камуфляж, экипажи вынуждены пользоваться подручными средствами. Например, самая обычная белая сеть. Она очень сильно искажает силуэт, если смотреть на него издали. Также повисить скрытность бронетехники поможет обычная белая бумага. Вымоченная в воде бумага на морозе крепко приклеивается к металлу, обеспечивая отличную маскировку.

Маскировка следов

При переброске живой силы и техники в зимнее время противник следы на снегу и вытопанные места дают возможность определить численность и род войск, оставивших эти следы. Если во время марша той или иной части приходится сворачивать с дороги, то движение происходит по одному следу, независимо от того, движутся ли это танки, стрелковая часть пешком, на лыжах, санях, автомашинах. При езде на гусеничных машинах водители стараются избегать крутых поворотов, так как при этом образуются снежные валы, которые легко обнаружить с воздуха. Проложенные вновь следы замечаются при помощи ветвей, деревьев или мотков колючей проволоки, привязанных к саням, автомашине или танку. Новые дороги и тропинки обычно прокладываются вдоль естественных складок местности, оврагов, канав, изгородей или в лесу. Вновь проложенные тропы примыкают к уже имеющимся дорогам, причём заканчиваются они не у замаскированного объекта (например, огневой позиции), а на некотором удалении от него.

Список литературы

1. Маскировка: учебник / В.В. Княжев, М.Ф. Крысанов, О.Р. Сайфулин и др. – М.: ВУНЦ СВ ОВА ВС РФ, 2016. – 149 с.

2. Толмачев, С. А. Оценка применения средств скрытия по устранению демаскирующих признаков военных объектов / С. А. Толмачев, Б. П. Лебедь // Проблемы обеспечения функционирования и развития наземной инфраструктуры комплексов систем вооружения : Материалы III Всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 25–26 сентября 2019 года. – Санкт-Петербург: Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, 2019. – С. 110-113.

3. Козлов П.Г. Основы фортификации: учеб. пособие / Козлов П.Г., Федюк Р.С., Мочалов А.В., Тимохин А.М., Муталибов З.А., Кудряшов С.Р., Шальнев В.М., Панарин И.И.; Дальневосточный федеральный ун-т. – Владивосток: учебное электронное издание УВЦ ДВФУ, 2018. – 286 с.

4. Фрейман, В. А. Развитие перспективных средств маскировки военной техники и вооружения / В. А. Фрейман, С. В. Брынюк // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2020. – № 11(12). – С. 491-504.

Таранов Даниил Константинович

СОВРЕМЕННЫЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СРЕДСТВА МАСКИРОВКИ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток, Россия
Научный руководитель, к.т.н Федюк Роман Сергеевич*

Аннотация: В Вооруженных силах РФ в противовес комплексу разведывательных мероприятий вероятного противника адаптивно совершенствуется система маскировки, предусматривающая решение задач скрытия от противника войск (сил), объектов и введение его в заблуждение относительно наличия, расположения, состава, действия войск (сил), а также планов командования [1, 2].

Ключевые слова: маскировка, имитация, радиолокация, нанотехнологии.

Комплекс мероприятий маскировки для крупногабаритных стационарных объектов включает две основные группы: мероприятия противодействия средствам разведки противника и мероприятия противодействия системам наведения средств поражения. Высокоточное оружие требует серьезного навигационного обеспечения, для этого созданы радионавигационные системы на базе искусственных спутников Земли. Подобные системы уже прошли апробацию в последних военных конфликтах. В ряде стран уже разработана и успешно применяется общеземная система координат, в которой взаимное расположение различных объектов, разнесенных на десятки тысяч километров, определяется с точностью 10–20 см. Сейчас, например, это позволяют обеспечить спутниковые навигационные системы ГЛОНАСС и НАВСТАР. Разработаны оригинальные методики, технологии, фотограмметрические и другие приборы высокоточной обработки космических снимков, которые

открыли перспективу создания геоинформационных систем, проектирования трехмерных моделей местности, создания и обновления топографических карт, планов городов, отдельных объектов экономики, цифровых моделей местности и электронных карт, формирования банков данных, прежде всего в военных целях.

Применяемое навигационное обеспечение позволяет значительно повысить точность стрельбы обычными неядерными ракетами различной дальности действия. Повышение точности стрельбы является наиболее экономичным способом повышения эффективности их применения. При выборе целей для определения их точных координат будет использоваться вся имеющаяся разведывательная информация, включающая разведывательные данные спутников, самолетов, а также радиоразведки. Все расчеты при планировании такой операции будут вестись с широким применением вычислительной техники и специального программного обеспечения, что позволит быстро, точно и экономно поражать цели в течение всей операции.

Для снижения эффективности системы разведки противника необходимо проводить такие мероприятия, как:

- изменение портрета местности за счет установки ложных контрастных радиолокационных и оптических ориентиров местности (использование маскировочных комплектов типа МКТ-4Л (С, П), МРКП-1Л, комплектов радиолокационных уголкового отражателей «Угол» [2, 3] с выносом в направлении ожидаемых ударов крылатых ракет на расстояние согласно произведенным расчетам;

- деформирующее и имитирующее окрашивание местности и характерных элементов объекта с применением 3D технологий;

- создание системы ложных позиций подразделений с высоким уровнем правдоподобия, который должен обеспечивать комплекс средств имитации и маскировки. Этот комплекс должен включать в себя активные и пассивные излучатели сигналов, замаскированный и выстроенный в определенный боевой порядок комплект пневматических или войскового изготовления макетов техники, комплекты уголкового отражателей, тепловых имитаторов и ловушек;

- применение пневматических и войсковых комплектов макетов техники.

[4]

Однако, стремительный рост технологий и, в частности, вооружения и военной техники стимулирует к постоянному усовершенствованию средств маскировки, которые в настоящих условиях становятся еще более востребованными.

Современные технологии приводят к необходимости полного пересмотра используемых методов маскировки.

Так, например, применение нанотехнологий для камуфлированной маскировки на основе технологий, используемых в гибких дисплеях. Мобильные частицы пигмента, покрывающие поверхность скрываемого объекта, могут изменять свое положение или ориентацию, создавая новую окраску, когда восприятие окраски зависит от направления наблюдения. Такой «активный»

камуфляж может применяться не только для маскировки ВВТ, но и в обмундировании личного состава. Уже сейчас методами фотоники можно создавать нити и ткани, поглощающие излучение в видимом и инфракрасном диапазонах, причём коэффициент отражения для такого покрытия можно регулировать в реальном времени. Такие покрытия могут одновременно создавать в других частотных диапазонах некоторые «отражательные паттерны» [5].

Эти узоры или образы можно будет видеть специальными устройствами по известному принципу «свой – чужой».

В России разработан сверх широко диапазонный радиопоглощающий материал на основе нано структурного ферромагнитного микропровода (НФМП) в стеклянной изоляции [6]. Данный материал МРПК-1Л принят на снабжение МО РФ в 2006 году. Основным радиопоглощающим элементом в нём является НФМП, представляющий собой тонкий металлический сердечник в стеклянной изоляции. Технология получения НФМП обеспечивает одновременное плавление металла, размягчение стеклянной трубки, окружающей навеску металла, и закалку получающегося композита со скоростью 106 град/с. В результате получается трёхслойный композит, состоящий из металлического проводника диаметром 1–30 мк, наноструктурного переходного слоя толщиной порядка 50 нм и стеклянной изоляции толщиной 2–30 мк. Благодаря разнице коэффициента термического расширения металла и стекла, а также наличию наноструктурного переходного слоя, материал металлического сердечника находится под воздействием гигантских напряжений (109 Па) и обладает уникальными электрофизическими характеристиками в СВЧ - диапазоне и с рабочим диапазоне температур: от +60 до –60°C [6,7].

Материал МРПК-1Л – самозатухающий, экологически безопасный, устойчив к воздействию влаги и горюче-смазочных материалов. Цвета окраски – любые типовые растительные тона (светло- и тёмно-зеленый, жёлтый и др.), что позволяет его применять для создания различных маскировочных устройств в виде чехлов для скрытия военной техники. Материал МРПК-1Л обладает следующими преимуществами: сверхширокий рабочий диапазон длин волн; простота монтажа на стационарных объектах и военной технике; экологическая чистота. На основе НФМП также разработан модельный суперлёгкий материал с уникальными поглощающими и массогабаритными параметрами: коэффициент отражения не хуже – 15 дБ в диапазоне 5–30 ГГц, толщина 5–6 мм, вес 1 м² - 50 г [8].

В США наиболее распространенной технологией снижения радиолокационной заметности является вплетение электропроводящих микрополей различной длины в тонкий слой нетканого войлока. Из такого композита можно изготавливать одежду и маскировочные покрытия, но уровень поглощения электромагнитной энергии заметно ниже, чем в российском изобретении. Поэтому можно с уверенностью сказать, что аналогов за рубежом технология «Центрального конструкторского бюро специальных радиоматериалов» не имеет. Мало того, в бюро ведется работа по адаптации

патентованной технологии для нужд техники, созданной по стелс-концепции. Предполагается, что новый тонкослойный конструкционный стеклопластик будет содержать комплексную стеклонить с ферромагнитным микропроводом. Полученным материалом можно будет обшивать самолеты, вертолеты, морские корабли и катера береговой охраны. Инженеры предполагают, что в сравнении с технологиями США отечественная новинка будет требовать гораздо меньше ресурсов на обслуживание. Стоит только вспомнить, сколько времени уходит на восстановление после полетов сверхдорогих покрытий В-2 и F-22. Впрочем, это все пока только первоначальные теоретические наработки, практически они не подтверждены.

Ведутся работы по поиску технологии создания поглощающей «краски» с наполнителем из НФМП. На основе наноструктурного ферромагнитного микропровода разработан уголкового отражатель, который представляет собой лёгкую конструкцию, обеспечивающую высокий уровень отражения радиолокационного сигнала. Конструктивное исполнение уголкового отражателя следующее: отражающая поверхность изготовлена из светопрозрачного материала (стекло, пластик) с введённым в него наноструктурным ферромагнитным микропроводом (НФМП).

Основные отличия от известных металлических уголкового отражателей: малый вес; возможность управления диаграммой рассеяния; изготовление в светопрозрачном варианте; работа в любых климатических условиях в сочетании с коррозионной стойкостью; устойчивость к вибрационным и ветровым нагрузкам; возможность сочетания со стандартными навигационными световыми знаками без существенного увеличения их стоимости.

Устройство может найти широкое применение при производстве средств точной имитации радиолокационного образа объектов ВВТ (создание ложных целей) в любых погодных условиях. Одной из недавних российских разработок является защитно маскировочный экран (ЗМЭ). Он предназначен для скрытия от средств разведки противника и защиты бронированной техники (ВВТ) от современных средств поражения, действующих из верхней полусферы, в том числе и ВТО. ЗМЭ обеспечивает защиту укрываемой бронетехники комбинированным гибким покрытием на поверхности земли и в окопах от боеприпасов кумулятивного действия с головками самонаведения, управляемых и неуправляемых. ЗМЭ вызывает срабатывание взрывателей мгновенного действия на безопасных для защищаемой техники удалениях. Защитный маскировочный экран соответствует требованиям, предъявляемым к технике при ведении боевых действий в различных климатических условиях. Конструкция ЗМЭ позволяет снизить вероятность поражения ВВТ, а также важных стратегических объектов военного и гражданского назначения (пункты управления, базы ВМФ, ВВС, склады вооружений, атомные электростанции и др.). Уникальность технического решения ЗМЭ обеспечивает возможность создания укрытий различной формы и размера. В настоящее время решается вопрос о принятии ЗМЭ на снабжение ВС МО РФ. На основе плёночных материалов был разработан современный лёгкий имитатор радиолокационной

цели. Имитационное средство (ИС) предназначено для воспроизведения радиолокационных демаскирующих признаков техники ПВО Сухопутных войск. ИС воспроизводит демаскирующие признаки, обнаруживаемые самолётными и космическими радиолокационными средствами разведки, а также радиолокационными системами наведения оружия. ИС техники войск ПВО используется для создания ложных позиций частей и подразделений ПВО Сухопутных войск и применяется совместно с табельными средствами оптической маскировки [10,11].

Область применения ИС – создание ложных позиций вооружения и военной техники ПВО Сухопутных войск в боевой обстановке, в угрожаемый период, а также при проведении учений. ИС воспроизводит в радиоэлектронной области (0,8...30 см) демаскирующие признаки реальных изделий в транспортном положении, выявляемые техническими средствами космической и воздушной радиолокационной разведки при любых углах визирования. В настоящее время в Российской армии для ВВТ приняты маскировочные комплекты нового поколения.

Так, например, комплект «Накидка» разработки НИИ «Стали» снижает вероятность обнаружения танка в ближнем ИК диапазоне дневными и ночными приборами и прицелами, тепловизионными системами и головками самонаведения на 30%. В тепловом диапазоне вероятность обнаружения и захвата танка инфракрасными ГСН снижается в 2-3 раза. Также резко снижается заметность танка в радиотепловом диапазоне – температура танка с маскировкой и фона практически совпадают. В радиолокационном диапазоне вероятность и дальность обнаружения танка, оснащенного «Накидкой», снижется в шесть и более раз [21].

В НПП «Радиострим» разработан новый высокотехнологичный облегченный радиопоглощающий материал «Терновник», обеспечивающий маскировку объектов БТВТ от средств разведки оптического (включая инфракрасный участок) и радиолокационного (включая мм, см и дм участки) диапазонов. Полигонные и натурные испытания показали высокую эффективность «Терновника» в диапазоне длин волн 0,8-17 см. Масса РПМ «Терновник» в 2,5 раза ниже, а стоимость в 2-3 раза меньше, чем у МК «Накидка». Конструкция РПМ позволяет создавать различные средства снижения заметности типа маска-перекрытие, чехол или накидка любых размеров и формы. Деформирующая окраска (камуфляж) выполняется непосредственно в покрытии. Высокая воздухо- и влаго проницаемость обеспечивает стабильность коэффициентов отражения при любых погодных условиях. Технология сборки РПМ позволяет создавать съемные средства снижения заметности любой конфигурации и размеров.

Возможности современной голографии в области маскировки пока еще достаточно скромны, но ученые ведут интенсивные исследования решения этой проблемы. В создании больших голографических изображений ничего секретного нет. Технология известна: их создают несколько проекторов, специальных лазерных установок. Будущая сфера их применения поражает

возможностями. Военные ученые предлагают применять голограммы не только для скрытия и имитации ВВТ, но и для прикрытия объектов. Получаемые изображения могут маскировать их под фон окружающей местности или под объекты другого предназначения [24].

Причем отечественные военные ученые планируют не только применять визуальные эффекты для прикрытия настоящих ракетных комплексов (РК), но и создавать настоящие иллюзии, имитирующие нахождение РК там, где их на самом деле нет. При создании оптических иллюзий военные будут учитывать не только специфический характер действий частей и подразделений, но также видовые, отражающие и излучающие характеристики вооружения, специальной техники и сооружений. Современные технологии уже позволяют создавать огромные голографические изображения, по своим габаритам идентичные пусковым установкам подвижных грунтовых ракетных комплексов (ПГРК). Применение этих средств маскировки позволит симитировать изображения, неотличимые от реальных комплексов стратегических ракет, которые способны ввести противника в заблуждение. При организации голографической маскировки подвижных грунтовых ракетных комплексов учитываются особенности их боевого взаимодействия. Голографические изображения могут заменить используемые сейчас надувные имитационные макеты техники ВВТ. В Государственной программе вооружений (ГПВ) России на период до 2020 года предусмотрены разработка маскировочной и имитационной техники и ее закупки. Как сообщалось в открытой печати, стоимость надувных макетов не превышает 2 — 3% от стоимости реального образца вооружения. Голографические комплексы, которые сейчас разрабатывают в Военной академии РВСН имени Петра Великого, обойдутся бюджету страны ненамного дешевле, однако это окупится оперативностью развертывания и реалистичностью средств маскировки [22].

Таким образом, перспективные средства маскировки должны удовлетворять следующим основным требованиям: создание средств скрытия и имитации для комплексного противодействия различным типам СР и СНО на базе высоких 12 технологий и адаптируемых элементов, обеспечивающих маскировку техники на месте и в движении, а также групповых и площадных объектов, и защиту от ВТО; использование новых композитных материалов, микропроцессорной техники и автоматизированных систем управления; низкие трудоемкость и временные затраты на маскировку как одиночных, так и групповых объектов за счет применения высокопроизводительных универсальных средств механизации маскировочных работ; возможность многократного применения одних и тех же средств маскировки в ходе боевых действий; надежность и длительная эксплуатация средств маскировки; унификация по формам использования.

Анализ требований к перспективным средствам маскировки, а также обзор существующих и перспективных средств маскировки позволяют определить тенденции их развития в вооруженных силах ведущих государств.

Разработка широкодиапазонных средств маскировки, позволяющих значительно снизить вероятность обнаружения ВВТ в радиолокационном, радиотепловом, видимом, ближнем, среднем и дальнем инфракрасном (ИК), ультрафиолетовом диапазонах длин волн. Так, например, компании Brishford (Великобритания), OGUS Netze und Wirkwahren (Германия), SSZ AG (Швейцария) предлагают маскировочные сети для ВВСТ, снижающие его заметность в видимом и радиолокационном диапазонах длин волн. Такими же характеристиками обладает облегченный комплект зонтичного типа LCSS (Lightweight Camouflage Screen System) фирмы TVI Corporation (США), который рассчитан на маскировку крупногабаритных ВВТ. Маскировочные комплекты фирм Fibrotex LTD (Израиль), Texplorer GmbH (Германия) [8], Technopol International (Словакия), ЦКБ РМ (Россия), Института автоматизированных систем (Украина) обеспечивают снижение заметности ВВСТ в видимом, радиолокационном, а также среднем и дальнем ИК диапазонах.

Разработка высокотехнологичных унифицированных средств маскировки для многократного применения, имеющих конструкцию, позволяющую их разместить на подвижном ВВТ, что обеспечивает скрытие ВВТ на марше и повышает транспортабельность самого средства маскировки. Так, например, компанией FGAN-FOM (Германия) разработано легкое боевое транспортное средство LLX-IR, имеющее низкую заметность в среднем ИК диапазоне, способное быстро адаптироваться под температуру окружающей среды вне зависимости от климатических условий. Фирмой SAAB (Швеция), ЦНИИРЭС (Россия), НИИ стали (Россия) разработаны маскировочные комплекты, позволяющие их закрепить на ВВТ, причем данные материалы обеспечивают снижение дальности обнаружения в широком диапазоне длин волн.

Разработка специальных рецептур (аэрозольных, пенообразующих) и устройств, позволяющих в комплексе с индивидуальными маскировочными комплектами, состоящими на вооружении, снизить контраст (яркостный, тепловой, поляризационный) маскируемого объекта путем распятнения ВВТ и окружающей среды. В настоящее время ведутся работы по созданию и модернизации таких средств во многих странах мира. Так, например, в США рассматривают возможность применения специальных рецептур совместно со специальной аппаратурой, устанавливаемой на танках, для снижения заметности не только в видимой области спектра, но и в среднем и дальнем ИК диапазонах за счет дымопуска. Обзор перспективных средств маскировки убедительно свидетельствует, что главенствующая роль дальнейшего их совершенствования, может быть отведена материалам, работающим в широком спектре электромагнитных волн, эффективно поглощающим электромагнитную энергию как радиочастотного, так и оптического диапазонов. Создание таких материалов в настоящее время является актуальной научной проблемой, что подтверждается развитием таких средств России и в зарубежных государствах.

Список литературы:

1. Военный энциклопедический словарь. – М.: ВИ, 2007. – 1024 с.

2. Маскировка: учебник / В.В. Княжев, М.Ф. Крысанов, О.Р. Сайфулин и др. – М.: ВУНЦ СВ ОВА ВС РФ, 2016. – 149 с.
3. Голодяев, А. И. Защитно-маскировочное устройство / А. И. Голодяев // Военно-технический вестник. – 2014. – Т. 62. – № 4. – С. 216-229. – DOI 10.5937/vojtech62-4983.
4. Лунис, И. В. Алгоритм обеспечения живучести стационарных объектов при воздействии обычных средств поражения / И. В. Лунис, А. В. Федоренко // Труды Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского. – 2018. – № 663. – С. 180-186.
5. Zuber, Kamil & Firth, Simon & Murphy, Peter & Wheaton, Vivienne. (2018). Active multispectral camouflage panels.
6. Устименко, Л. Наноматериалы для поглотителей электромагнитных волн и защиты информации / Л. Устименко, Е. Хандогина, Д. Владимиров // Компоненты и технологии. – 2010. – № 12(113). – С. 144-146.
7. Лисянский, В. П. Маскировка блокадного Ленинграда / В. П. Лисянский // Актуальные проблемы военно-научных исследований : Сборник научных трудов / Под редакцией В.Б. Коновалова. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2019. – С. 448-452.
8. Толмачев, С. А. Оценка применения средств скрытия по устранению демаскирующих признаков военных объектов / С. А. Толмачев, Б. П. Лебедь // Проблемы обеспечения функционирования и развития наземной инфраструктуры комплексов систем вооружения : Материалы III Всероссийской научно-технической конференции, Санкт-Петербург, 25–26 сентября 2019 года. – Санкт-Петербург: Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, 2019. – С. 110-113.
9. Лунис, И. В. Алгоритм обеспечения живучести стационарных объектов при воздействии обычных средств поражения / И. В. Лунис, А. В. Федоренко // Труды Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского. – 2018. – № 663. – С. 180-186.
10. Ильин, С. Н. Комплексный подход к мероприятиям по защите от ВТО / С. Н. Ильин, А. А. Андреев // Научный вестник Вольского военного института материального обеспечения: военно-научный журнал. – 2015. – № 2(36). – С. 57-59.
11. Марущенко, П. Н. Проблемы организации маскировки войск (сил), объектов воздушно-космической обороны и пути их решения / П. Н. Марущенко, Л. А. Клевцова // Военная мысль. – 2014. – № 8. – С. 45-50.
12. Зеленский, И. Р. Обзор военно-инженерного опыта по маскировке городской инфраструктуры в период второй мировой войны / И. Р. Зеленский // Международная научно-техническая конференция молодых ученых, Белгород, 25–27 мая 2020 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2020. – С. 1411-1414.

13. Козлов П.Г. Основы фортификации: учеб. пособие / Козлов П.Г., Федюк Р.С., Мочалов А.В., Тимохин А.М., Муталибов З.А., Кудряшов С.Р., Шальнев В.М., Панарин И.И.; Дальневосточный федеральный ун-т. – Владивосток: учебное электронное издание УВЦ ДВФУ, 2018. – 286 с.
14. Фрейман, В. А. Развитие перспективных средств маскировки военной техники и вооружения / В. А. Фрейман, С. В. Брынюк // Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2020. – № 11(12). – С. 491-504.
15. Сурин, Д. В. Концепция и принципы применения маскировки на наземных комплексах при воздействии обычных средств поражения / Д. В. Сурин, А. М. Шевчук // Труды Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского. – 2018. – № 663. – С. 225-230.
16. Голодяев, А. И. Защитно-маскировочное устройство / А. И. Голодяев // Военно-технический вестник. – 2014. – Т. 62. – № 4. – С. 216-229. – DOI 10.5937/vojteh62-4983.
17. Анализ использования маскирующих завес (дымовых завес) в военных действиях / А. И. Кальной, С. В. Тарасов, Ф. А. Катунин, С. И. Стрельников // Наука и военная безопасность. – 2017. – № 4(11). – С. 13-20.
18. Гуляев, А. А. Опыт оперативной маскировки в ракетных войсках стратегического назначения / А. А. Гуляев // Военно-исторический журнал. – 2012. – № 12. – С. 3-10.
19. Смирнов В.П. Маскировка подвижных наземных объектов в современных условиях. – М.: ИП РадиоСофт, 2015. – 80 с.
20. Загребяев В.Н. Особенности инженерного оборудования аэродромов, позиционных районов воинских частей Военно-воздушных сил: учеб.-метод. пособие. – Воронеж.: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2015. – 335 с.
21. Сурин Д.В. Аналитические методы оценки защищенности и живучести объектов и комплексов: учеб. пособие. – СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 1998. – 145 с.
22. Княжев В.В. Маскировка: учебник. – М.: ВУНЦ СВ «ОВА ВС РФ», 2016. – 149 с.
23. «Шапка-невидимка» для танка. [Электрон. ресурс]Режим доступа:[niistal.ru products/ military...nakidka/](http://niistal.ru/products/military...nakidka/)
24. Наноматериалы для маскировки военной техники и защиты информации. [Электрон, ресурс]. Режим доступа: [http://www.dfnc. ru< arhivhumalov.201112/nanomaterialy](http://www.dfnc.ru/arhivhumalov.201112/nanomaterialy)
25. [Электрон, ресурс] Режим доступа:http://www.stels ozib.com>877520..kamuflyzh_sredstva_maskirovki
26. Перспективные средства снижения заметности объектов ВВТ.ОАО «ЦК БРМ» [Электрон, ресурс].Режим доступа: http://www.btvtnf.>library/tom_3_2011_pens.him
27. Голография в маскировке. [Электрон, ресурс].Режим доступа: <http://www.nplus.ru>news/2015/10/05/holografiy>

СОСТОЯНИЕ И ЗАДАЧИ РЕМОНТА БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

¹*Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, ул. Костюкова, 46, 308012*

²*Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток
Научный руководитель: Загороднюк Лилия Хасановна, д.т.н., проф.*

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы и задачи восстановления бетонных и железобетонных изделий, а также предложены методы их усовершенствования.

Ключевые слова: бетон, долговечность, проницаемость. Ремонт

Среди строительных материалов в прошлом столетии лидирующее место во всем мире занимал бетон. В мире ежегодно укладывают около 15 млрд. м³ бетона, в 20 веке только в России было использовано более 21 млрд. м³ бетона и железобетона [1-3]. На его производство ушло более 70% всего выпущенного цемента и 30% нерудных строительных материалов. В стоимостном выражении на бетон и железобетон приходится около 60% от стоимости всех применяемых в строительстве материалов. Эффективность работы отрасли производства бетона и железобетона в значительной мере определяет уровень всей промышленности строительных материалов.

Для второй половины XX века для России характерны высокие темпы строительства. Ежегодно вводились в эксплуатацию сотни миллионов м² жилого фонда, промышленные и гражданские здания и сооружения. В течение последних 20-25 лет в несколько раз упали не только объемы строительства, но и работы, связанные с эксплуатацией жилого фонда. Масштабы ветхого и аварийного жилья, проблемы жилищно-коммунального комплекса сделали необходимыми создание в Российской Федерации Министерства строительства и ЖКХ. Предстоят масштабные работы по ремонту и восстановлению объектов ЖКХ, профилактике зданий и сооружений, транспортной инфраструктуры и т.д.

Согласно нормативным документам, долговечность бетона или его срок службы варьируется в пределах 50—100 лет. Все зависит от пропорций основных компонентов смеси и используемых добавок, улучшающих свойства бетона. Но, как показывает практика, преждевременное разрушение бетонных конструкций — довольно частое явление.

В настоящее время не существует ни одного материала, который проявлял бы полную инертность в химическом отношении и был бы совершенно не подвержен физическим воздействиям. Бетон не является в этом смысле исключением, хотя он и обладает достаточно большой долговечностью при правильном производстве и выполнении мер защиты от внешних воздействий. Известны случаи, когда бетоны, изготовленные на природных цементах, сохраняются в течение более 2000 лет. Тем не менее известно, что окружающая

среда может быть агрессивна к бетону и другим материалам, применяемым в современном строительстве (рис. 1) [1, 6].



Рисунок 1 – Распространённые причины разрушения железобетона

Долговечность бетона неразрывно связана с его непроницаемостью. Условия, определяющие проницаемость бетона, достаточно сложны, исследования показывают [2], что непроницаемость бетона зависит от следующих факторов:

- качества цемента и заполнителей;
- качества и количества цементного теста, которые, в свою очередь, определяются количеством цемента в смеси, водоцементным отношением и степенью гидратации цемента;
- сцепления между цементным тестом и заполнителем;
- степени уплотнения бетона;
- наличия либо отсутствия трещин от начальных или вторичных напряжений;
- тщательности соблюдения режима выдерживания бетона. Толщина карбонизируемого слоя бетона является важным фактором для защиты арматуры — чем глубже карбонизация, тем больше опасность коррозии арматурной стали.

Выбор метода ремонта и необходимого оборудования будет зависеть от типа поврежденной конструкции, степени повреждения и времени эрозии. Ремонт железобетонных строительных конструкций определяется разрушением и повреждением железобетонных конструкций, которые можно разделить на пять основных категорий [3]:

1. Недостаточность несущей способности в связи с ошибками при проектировании и строительстве, а также из-за ударных воздействий, взрывов или увеличения полезных нагрузок сверх значений, предусмотренных в проекте.

2. Повреждения от пожара, которые проявляются в снижении прочности сооружения в целом, а также в значительных интенсивных повреждениях отдельных железобетонных элементов (плит перекрытий, балок, колонн и т. п.).

3. Химическое воздействие на бетон и арматуру.

4. Снижение прочности вследствие низкого качества бетона, недостаточной толщины защитного слоя или наличия хлоридов в бетоне.

5. Механические повреждения сооружения или его части, связанные с условиями эксплуатации.

В зависимости от этих повреждений будет выбрана основная стратегия для ремонта бетонных и железобетонных изделий:

а) в течение определенного периода времени не предпринимать никаких действий, кроме мониторинга конструкций;

б) провести поверочный расчет несущей способности конструкции и повторный анализ изменения ее технического состояния, возможно, приводящего к ухудшению функционирования конструкции;

в) предотвратить или уменьшить дальнейшее разрушение конструкции;

г) провести усиление или ремонт и защиту всей конструкции или ее части;

д) провести реконструкцию или замену всей конструкции, или ее части;

е) утилизировать всю конструкцию или ее часть.

Однако, ремонтные работы могут проводиться не своевременно, в виду того, что во время эксплуатации конструкции мониторинг состояния зачастую не проводится, а обследование проводят раз в несколько лет. Ремонтные работы, обычно, должны осуществляться в течении определённого промежутка времени (рис. 2) [5].



Рисунок 2. Срок службы конструкции

Как было сказано ранее, в зависимости от места эксплуатации, назначения изделия, и самой эксплуатации, может иметь место быть

преждевременный процесс разрушения, который, без должного мониторинга конструкции, есть вероятность упустить.

Смена погодных условий, или же использование здания не по назначению, механические повреждения – всё это влияет на процесс разрушения бетонных и железобетонных изделий, ускоряя его.

Так же, при подборе ремонтной строительной смеси, в ГОСТ Р 56378-2015, проверка на адгезионные свойства смеси и бетона, является рекомендуемой, но не обязательной, что может значительно снизить качество ремонтных работ, а, следовательно, и срок службы здания. Необходимо создать прочный и надежный контакт между элементами конструкции необходимо создать внутреннюю устойчивую связь, призванную обеспечить определенные физико-механические и эксплуатационные требования конструкции в целом. Такая контактная зона должна иметь сходство, близость, а точнее сродство по основным свойствам и общности генетического происхождения с матрицей материала. Подобное сродство требует создания такой структуры, которая бы обеспечила взаиморасположение и соответствующую связь составных частей и в итоге гарантировала совместную работу этой контактной зоны с элементами двух, а, возможно, и нескольких смежных материалов, что в практике, зачастую, может быть соблюдено только при реставрации памятников [4].

Заключение

Основной задачей ремонтных работ является преждевременное обнаружение проблем конструкций и своевременный ремонт.

Для этого необходимо использовать:

1. Постоянный мониторинг состояния бетонных и железобетонных изделий и конструкций.
2. Использовать все рекомендации, при подборе ремонтных строительных смесей.
3. Перед ремонтными работами провести лабораторные исследования, и для каждого отдельного случая подобрать свой ремонтный состав для лучшей адгезии.

Список литературы

1. ГОСТ 32016-2012. Материалы и системы для защиты и ремонта бетонных конструкций. Общие требования [Электронный ресурс]. – Введ. 2014-01-01. – М:
2. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Беликов Д.А., Щекина А.Ю., Щекина, А.А. Куприна. Эффективные сухие смеси для ремонтных и восстановительных работ//Строительные материалы.2014. №7. С. 82-85.
3. Фролова М.А., Лесовик В.С. «Зеленые» строительные композиты для архитектурной геоники Северо-арктического региона // Сборнике: Научные и инженерные проблемы строительно- технологической утилизации техногенных отходов Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Белгород, 2014. С. 29-33.

4. Лесовик В.С., Загороднюк Л.Х., Чулкова И.Л. Закон сродства структур в материаловедении // Фундаментальные исследования. 2014. № 3.Ч. 2. С.267-271.

5. Смоляго Геннадий Алексеевич, and Фролов Николай Викторович. "Современные подходы к расчету остаточного ресурса изгибаемых железобетонных элементов с коррозионными повреждениями" Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета, vol. 21, no. 6, 2019, pp. 88-100.

6. Лесовик В.С. Техногенный метасаматоз в строительном материаловедении // Международный сборник научных трудов «Строительные материалы – 4С: состав, структура, состояние, свойства». Новосибирск. 2015. с. 26–30.

Добрышкин Евгений Олегович, Курашев Никита Владимирович

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

*Военный институт (инженерно-технический) 191123, Санкт-Петербург,
Захарьевская 22*

*Кафедра управления строительством и эксплуатацией объектов военной
инфраструктуры*

Аннотация. В статье приведены особенности организационно-технологических решений при возведении промышленных зданий и сооружений, зависящие от места строительства и вида строительных конструкций. Предоставленные в статье диаграммы раскрывают ежегодные объемы введенных в эксплуатацию объектов промышленного назначения. Проблема, поставленная авторами, заключается в отсутствии должного контроля на строительной площадке при возведении зданий и сооружений. Предложено использование автоматизированных систем управления для обеспечения контроля выполнения строительно-монтажных работ на строительных площадках при возведении объектов промышленного назначения.

Ключевые слова: промышленная инфраструктура, промышленные здания и сооружения, строительство, системы управления.

В настоящее время в Российской Федерации реализуется программа развития обрабатывающей промышленности на период до 2035 года в соответствии с требованиями распоряжения Правительства Российской Федерации от 6 июня 2020 г. № 1512-р «Об утверждении Сводной стратегии развития обрабатывающей промышленности РФ до 2024 г. и на период до 2035 г.». В соответствии с указанной программой реализация государственной промышленной политики по основным направлениям будет способствовать не только развитию промышленного потенциала страны, но и повышению гибкости

реагирования на угрозы в области экономической, экологической и биологической безопасности. Необходимость разработки указанной программы обусловлена как рядом особенностей развития промышленного комплекса Российской Федерации, так и особенностями функционального назначения промышленных объектов. Известно, что в своем большинстве основные фонды промышленного комплекса представлены зданиями и сооружениями, составляющими инфраструктуру заводов, перерабатывающих фабрик, энергетических объектов. Основное отличие промышленных объектов от зданий жилого назначения заключается в повышенных требованиях, предъявляемых к прочности, устойчивости, безопасности строительных конструкций, что определяется необходимостью восприятия статических и динамических нагрузок в соответствии с протекающими на объекте технологическими процессами. Множество объемно-планировочных решений, а также размеры промышленных объектов определяются, в первую очередь, функциональным назначением сооружений. Основными типами объектов, эксплуатируемых в интересах предприятий и организаций промышленного комплекса Российской Федерации, являются административные и бытовые здания, автомобильные стоянки, депо, гаражи; ремонтные и инструментальные цехи; основные производственные цехи; склады; котельные, ТЭЦ, подстанции.

Принятие в проекте к реализации тех или иных технических и организационно-технологических решений по строительству объектов промышленного назначения, зависит, как правило, от места возведения сооружения (средняя полоса, сейсмоактивные регионы), климатических особенностей местности (горные и пустынные местности, районы вечной мерзлоты), а также от существующей коммунальной, транспортной, инженерной инфраструктуры в непосредственной близости от предполагаемой строительной площадки.

В связи с тем, что строительство объектов промышленного назначения требует значительного количества ресурсов, в настоящее время Министерством промышленности и торговли Российской Федерации прорабатываются вопросы разработки, организации и внедрения инновационных схем финансирования строительства на основе механизмов государственно-частного партнерства с привлечением частного капитала для реализации инвестиционных строительных проектов, а также использования новых технологий, создания объектов интеллектуальной собственности и реальное применение инновационных программ, изобретений, полезных моделей в проектной деятельности и строительном производстве. В основе данных решений лежат задачи обеспечения ресурсной экономии, экологичности при возведении зданий и сооружений предприятий и организаций различных форм собственности, необходимость обеспечения долговечности строительных конструкций и адаптивности объектов к смене протекаемых технологических процессов.

Выполненный авторами анализ объемов ввода в эксплуатацию зданий и сооружений промышленного назначения (рисунки 1 и 2) позволяет судить о существующей потребности организаций и предприятий в воспроизводстве

основных фондов, строительстве новых объектов в соответствии с предполагаемым функциональным назначением при производстве материальных благ.



Рисунок 1. Количество построенных промышленных зданий и сооружений в 2015-2020 гг.



Рисунок 2. Общий строительный объем введенных в эксплуатацию промышленных зданий и сооружений за период 2015-2020 гг.

Анализ проектной документации вводимых в эксплуатацию зданий и сооружений позволил определить ряд нарушений, связанных с несоблюдением требований нормативной документации, предъявляемых к объектам капитального строительства промышленного назначения. Это вызвано, в первую

очередь, отсутствием должного контроля на строительной площадке при возведении объектов. Для решения поставленной задачи авторами были разработаны автоматизированные системы управления, использование которых позволит обеспечить своевременное определение отклонений от принятых в проекте положений.

Так, разработанная «Система автоматизации формирования и принятия управленческих решений по функционированию военно-строительного комплекса» [1] предназначена для отбора, обработки и администрирования доступа к информации, содержащейся в одной или нескольких базах данных, имеющих различную структуру и форму представления; для всестороннего контроля реализации технических и технологических операций на строительных площадках, территориально удаленных от места размещения предлагаемой системы; для статистического анализа реализации контрактов по строительству зданий и сооружений в интересах заказчика с целью формирования и принятия управленческих решений.

Отличительными признаками аппаратной части разработанной системы автоматизации формирования и принятия управленческих решений по функционированию военно-строительного комплекса являются:

- дополнительное снабжение подсистемой контроля, которая позволяет реализовать функцию круглосуточного наблюдения, что обеспечивает возможность ведения дистанционного контроля за выполнением строительных работ;
- дополнительное снабжение подсистемой анализа реализации контрактов, состоящей из связанных последовательно блока анализа реализации бюджетных средств, блока анализа вариантов реализации инвестиционно-строительных проектов, блока анализа выполнения сроков работ по государственным контрактам, блока формирования приоритетности реализации инвестиционно-строительных проектов, блока формирования трендов реализации инвестиционно-строительных проектов;
- дополнительное снабжение блоком приема информации удаленных клиентов, связанным с каждой из подсистем и блоком отображения и предоставления данных.

Каждая подсистема предложенного изобретения строго отвечает за свою область действия. Распределение функциональных обязанностей построено так, что подсистемы работают, являясь взаимодополняющими по отношению друг к другу. Это позволяет получить качественную и точную информацию о процессе строительства при анализе информации каждой подсистемы.

Одним из вариантов решения проблемы логистики при возведении зданий и сооружений промышленного назначения в отдаленных районах – использование «Системы дистанционного контроля поставками материальных и технических ресурсов для восстановления объектов инфраструктуры» [2]. Данная система относится к области технических средств контроля и регистрации перемещения специальной строительной техники и может быть использована при поставке материальных и технических ресурсов трейлерами и

специальными машинами для восстановления объектов инфраструктуры. Указанная система по сравнению с прототипами и другими техническими решениями аналогичного назначения обеспечивает повышение избирательности и помехоустойчивости панорамного приемника и достоверности обмена дискретной информацией между контролируемой техникой и пунктом контроля. Это достигается за счет подавления ложных сигналов (помех), принимаемых по интермодуляционных каналам и каналу прямого прохождения. Причем подавление ложных сигналов (помех) по указанным каналам осуществляется фильтрами - пробками, реализующими фазокомпенсационный метод. Система обслуживает учет рейсов, расхода топлива и пройденного пути техники, а также позволяет с высокой точностью определить их местоположение в любой момент времени. Кроме того, данная система позволяет высвободить персонал, занятый учетом и регистрацией эксплуатационных показателей транспортных средств и предусматривает возможность единой диспетчеризации на строительном комплексе. Система обеспечивает повышение помехоустойчивости и достоверности обмена дискретной информацией между контролируемой техникой и пунктом контроля с использованием дуплексной радиосвязи. Это достигается подавлением узкополосных помех, принимаемых в полосе пропускания приемников, за счет применения на каждой контролируемой технике и пункте контроля двух универсальных демодуляторов ФМН-сигналов. Указанные демодуляторы свободны от явления «обратной работы», присущей известным демодуляторам ФМН-сигналов (схемы Пистолькорса А.А., Сифорова В.И., Костаса Д.Ф. и Травина Г.А.).

Для обеспечения принятия обоснованных решений по капитальному и текущему ремонту, а также по реконструкции промышленных объектов авторами разработана «Система поддержки принятия решений по восстановлению зданий» [3]. Изобретение относится к вычислительной, информационно-аналитической технике и может быть использовано в целях управляемой эксплуатации зданий организаций и предприятий с целью планирования восстановления. Технический результат заключается в автоматизации и поддержке принятия управленческих решений в условиях наличия нескольких критериев, на основе которых осуществляется планирование восстановления зданий.

Таким образом, разработанные автоматизированные системы являются узкоспециализированными устройствами, комплексное применение которых на строительной площадке позволит обеспечить эффективность выполнения строительно-монтажных работ при возведении объектов капитального строительства промышленного назначения.

Список литературы

1. «Система автоматизации формирования и принятия управленческих решений по функционированию военно-строительного комплекса» RU 2 733 067 C1 (29.09.2020): Бирюков А.Н., Добрышкин Е.О., Бирюков Ю.А., Ваучский М.Н., Бирюков Д.В., Бирюков Н.А., Пресняков А.А., Рахимов И.Б., Курашев Н.В.

Правообладатель: Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева» Министерства обороны Российской Федерации.

2. «Система дистанционного контроля поставками материальных и технических ресурсов для восстановления объектов инфраструктуры» RU 2 734 064 C1 (12.10.2020): Добрышкин Е.О., Бирюков Ю.А., Бирюков Д.В., Бирюков А.Н., Бирюков Н.А., Курашев Н.В. Правообладатель: Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева» Министерства обороны Российской Федерации.

3. «Система поддержки принятия решений по восстановлению зданий» RU 2 716 351 C1 (01.07.2019): Бирюков А.Н., Добрышкин Е.О., Бирюков Ю.А., Бирюков Д.В., Лебедкин А.П., Савчук А.Д., Макаров Р.В., Рахимов И.Б., Курашев Н.В. Правообладатель: Федеральное государственное казенное военное образовательное учреждение высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения имени генерала армии А.В. Хрулева» Министерства обороны Российской Федерации.

4. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 06.12.2021).

5. Страхова А.С., Унежева В.А. Инновационные технологии в строительстве как ресурс экономического развития и фактор модернизации экономики строительства // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №6. С. 263-272.

6. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс, Раздел «Основные фонды»].

7. Абрамян С.Г. Абрамян С.Г. Реконструкция и модернизации зданий, введенных в эксплуатацию во второй половине XX века: цели и задачи // Интернет-журнал «Науковедение». 2016. Т. 8, № 1.

8. Брайла Н.В. Календарное планирование ремонтно-строительных работ на основе совершенствования методики определения физического износа объектов: дисс. канд. тех. наук. М.: Изд. дом. СПбГАСУ, 2012. 171 с.

9. Добрышкин Е.О., Пресняков А.А., Курашев Н.В. Энергоэффективность и устойчивость строительных конструкций в условиях российского климата / Актуальные проблемы Сборник научных трудов «Актуальные проблемы военно-научных исследований». СПб.: ВИ(ИТ) ВАМТО, 2020, – № S8 (9) – С. 245-250.

Ардинаров Владислав Романович

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОЕННОЙ МАСКИРОВКИ

*Дальневосточный федеральный университет, Политехнический институт
(Школа), 690922, г. Владивосток*

Научный руководитель – Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация. Для эффективного противодействия вооружению и разведке противника необходимо развивать средства маскировки; в настоящее время средства скрытия должны обеспечивать широкодиапазонную защиту от электромагнитных волн всех спектров и высокую мобильность, а также быть простыми в изготовлении и использовании; главенствующим направлением в решении данной задачи является разработка новых материалов, способных обеспечить выполнение всех предъявляемых требований; в данной статье рассмотрены проблемы развития данного направления и предложения по их решению; статья рекомендуется автором для прочтения лицами, заинтересованными в развитии военного ремесла.

Ключевые слова: маскировка, разведка, вооружение, личный состав

Маскировка - комплекс мероприятий, направленных на введение противника в заблуждение относительно наличия и расположения войск (сил флота), различных военных объектов, их состояния, боеготовности и действия. С момента своего зарождения и по сегодняшний день маскировка является важнейшим аспектом в достижении внезапности действий войск (сил), сохранению их боеспособности и повышению живучести.

Как известно, началом для каждого нового этапа развития маскировки всегда являлось появление новых средств вооружения и разведки. Данная закономерность наблюдается и в наши дни. В настоящий момент осуществляется активная интеграция средств технической разведки, работающих в различных диапазонах длин волн (видимый, ИК, ультрафиолетовый, радиолокационный, радиотепловой), что значительно усложняет задачу маскировки вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ). Применение таких классических средств, как маскировочное окрашивание и оптические искусственные маски, не позволяет полностью решить задачу скрытия ВВСТ, в результате чего возникает необходимость использования радиопоглощающих материалов и радиопоглощающих покрытий, предназначенных для снижения заметности, дальности обнаружения и изменения специальных характеристик объектов ВВСТ.

Одной из существенных проблем в решении данной задачи является отсутствие материалов и средств, позволяющих осуществлять широкодиапазонную защиту. Известные на сегодняшний день средства скрытия, к примеру, такие как аэрозольная завеса, пенные рецептуры, не являются взаимозаменяемыми и осуществляют скрытие ВВСТ в обособленных диапазонах

частот, что вынуждает использовать их совместно, а это в свою очередь усложняет мероприятия по обеспечению скрытия. Также данные средства обеспечения скрытия сильно зависят от метеорологических условий, что является ограничивающим фактором в их применении.

Нельзя забывать, что ведение военных действий всегда связано с рациональным использованием имеющихся ресурсов. В связи с этим при разработке новых средств маскировки предъявляются такие требования, как многоразовость, унификация и возможность применения на марше. Унификация средств маскировки позволяет организовать их стабильное производство по всем требованиям, предъявляемым нормативной документацией в сфере контроля качества продукции военной направленности. Многоразовость же, в свою очередь, позволяет максимально эффективно расходовать сырье для производства тех или иных средств маскировки и обеспечить лучшую практичность. Применимость средств маскировки на марше необходима для обеспечения высокой мобильности маскируемых объектов при обеспечении должного уровня скрытия.

Исходя из всех вышеперечисленных требований, можно выделить следующие тенденции в развитии современных средств маскировки:

- 1) Разработка широкодиапазонных средств скрытия, способных обеспечить значительное снижение заметности маскируемых объектов в видимом, ближнем, среднем и дальнем инфракрасном, ультрафиолетовом, радиотепловом, радиолокационном диапазонах длин волн;

- 2) Разработка унифицированных высокотехнологичных средств маскировки многократного применения с конструкцией, позволяющей разместить их на подвижном ВВСТ, что обеспечивает незаметность ВВСТ на марше и увеличивает транспортабельность самого средства маскировки.

Идея создания новых поглощающих материалов, обладающих свойствами широкодиапазонного скрытия, является наиболее интересной и перспективной с научной и практической точек зрения, поэтому пытливые умы многих государств трудятся именно над ней.

Разработка таких материалов сопряжена с определёнными трудностями. В силу определённых взаимосвязей между физическими параметрами веществ, доступных человеку из природы, а также созданных искусственным путём, модификация необходимых свойств в положительную сторону, начиная с определённого момента, может повлечь за собой ухудшение других важных свойств. Примером может послужить работа над изменением рабочего спектра частот поглощающих материалов, увеличение которого при коэффициенте отражения в радиолокационном диапазоне не более 5 дБ влечёт за собой увеличение толщины и веса таких материалов в 2-2,5 раза, что негативно отражается на возможности транспортировки маскировочных комплектов.

Я считаю, что в решении данной проблемы может помочь активное развитие нанотехнологий. Примером может послужить идея создания маскировочных покрытий на основе технологий, применяемых в гибких дисплеях. Мобильные частицы пигмента, находящиеся на маскировочной

поверхности, могут менять своё положение, вследствие чего камуфляж приобретает «активные» маскирующие свойства, подобные которым мы можем наблюдать у птиц и насекомых. Помимо визуального скрытия такие маскировочные покрытия могут обеспечивать высокую незаметность в видимом и инфракрасном диапазонах, одновременно создавая некоторые «отражательные паттерны» в других частотных спектрах. В самом слове «нанотехнологии» подразумевается работа на тончайшем уровне, что само по себе способно обеспечить выгодные с практической точки зрения размерности и вес получаемого оборудования. В совокупности мы получаем отчётливые перспективы развития в создании маскирующих средств для техники и личного состава, которые будут удовлетворять всем требованиям, обозначенным ранее.

Заключение

Подводя итог, хотелось бы напомнить, что развитие средств маскировки по известным причинам не может обогнать развитие новых средств вооружения и разведки, так как напрямую зависит от них. Принимая во внимание этот факт, необходимо сконцентрировать все свои силы на сокращение того промежутка времени, когда новые разработки вооружения и разведки не имеют должного ответа со стороны маскировочной дисциплины. Данная установка поможет обеспечить наилучший подход к разработке и созданию новых средств скрытия.

Список литературы:

1. Основы маскировки: учебное пособие / Р.С. Федюк [и др.]. – Владивосток: Издательство Дальневосточного Федерального Университета, 2017. – 175 с.;
2. Королёв, А.Ю. Маскировка вооружения, техники и объектов / А.Ю. Королёв, А.А. Королёва, А.Д. Яковлев. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. – 155 с.;
3. Лыньков Л.М., Чембрович В.Е., Борботько Т.В. Гибкие конструкции поглотителей для электромагнитной маскировки наземных объектов//Доклады БГУИР. - 2003. - Т. 1, №2;
4. Militaryarticle [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://militaryarticle.ru/nauka-i-voennaya-bezopasnost/2006/11978-tendencii-razvitija-sredstv-maskirovki>. – Дата доступа: 19.11.2021;
5. ЦЕНТРАЛЬНОЕ КОНСТРУКТОРСКОЕ БЮРО СПЕЦИАЛЬНЫХ РАДИОМАТЕРИАЛОВ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ckbrm.ru/index.php?page=2>. – Дата доступа: 19.11.2021.

Ярусова Софья Борисовна^{1,2}, Гордиенко Павел Сергеевич¹, Козин Андрей Владимирович³, Федюк Роман Сергеевич³, Данилова Сахаяна Николаевна⁴, Достовалов Демьян Викторович¹, Балахнин Илья Александрович²

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА СИЛИКАТНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА СВОЙСТВА МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА

¹ *Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук, пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, Приморский край, Россия, 690022*

² *Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, ул. Гоголя, 41, г. Владивосток, Приморский край, Россия, 690014*

³ *Дальневосточный федеральный университет, п. Аякс, о. Русский, 10, г. Владивосток, Приморский край, Россия, 690922*

⁴ *Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова, ул. Белинского 58, г. Якутск, Республика Саха (Якутия), 677000*

Аннотация. В работе представлены сравнительные результаты по влиянию условий получения минеральной добавки на основе синтетического волластонита на прочностные свойства мелкозернистого бетона.

Ключевые слова: условия синтеза, наполнитель, волластонит, бетон, прочностные свойства.

Изучению влияния природного и синтетического волластонита $\text{Ca}_6\text{Si}_6\text{O}_{18}$ на функциональные свойства строительных материалов посвящен целый ряд отечественных и зарубежных работ. Анализ научной литературы за последние 15 лет [1–8] показал, что интерес ученых к данной проблеме сохраняется. В обзоре 2020 г., включающем порядка 80 научных исследований по применению волластонита в строительных материалах, сделан вывод о том, что волластонитовые микроволокна могут использоваться как армирующий материал в портландцементных композитах, в материалах на основе высокоглиноземистого цемента и фосфатных вяжущих композитах для получения высокой стабильности без ухудшения поверхности или объема с течением времени. В то же время исследователями отмечается, что использование волластонитовых микроволокон в качестве заменителя цемента для улучшения или модификации цементных композитов является новой темой исследований и требует дальнейшего изучения в ряде аспектов, одним из которых является влияние синтетических микроволокон волластонита, полученных с помощью различных процессов синтеза, на свойства вяжущих композитов [9].

Ранее учеными Института химии Дальневосточного отделения Российской академии наук совместно с Дальневосточным федеральным университетом и Владивостокским государственным университетом экономики и сервиса показана возможность переработки отходов борного производства (борогипса) с получением гидросиликатов кальция $n\text{CaO} \cdot m\text{SiO}_2 \cdot p\text{H}_2\text{O}$, волластонита $\text{Ca}_6\text{Si}_6\text{O}_{18}$

и калийных удобрений [10]. В проведенных исследованиях добавки на основе гидросиликатов кальция получали в результате щелочной обработки борогипса в интервале температур 118–220°C. При обжиге полученных гидросиликатов кальция в интервале температур 850–1200°C получали волластонит. При этом было установлено, что для получения игольчатого волластонита необходима предварительная гидротермальная автоклавная обработка борогипса щелочью при температурах до 200–220°C и последующий обжиг при 850–1000°C. В ряде работ были исследованы прочностные характеристики мелкозернистого бетона с добавками на основе волластонита. Показано, что введение полученных добавок способствует увеличению прочностных характеристик мелкозернистого бетона, уменьшению величины водопоглощения [11–16].

В результате исследований было установлено, что в зависимости от режима щелочной обработки борогипса (давление и температура) и температуры последующего обжига полученного материала происходит формирование волластонита различной структуры.

В результате проведенных исследований установлены следующие закономерности.

1) При автоклавной обработке борогипса при 118°C и последующем обжиге при 1200°C происходит формирование псевдоволластонита моноклинной модификации (PDF-2, 01-089-6463) и волластонита триклинной модификации (PDF-2, 01-084-0654). Введение 3,5 масс. % добавки на основе волластонита приводит к увеличению предела прочности мелкозернистого бетона через 28 суток при сжатии до 26 % и при изгибе до 46 %. Аналогичный эффект был получен авторами в более ранней работе [17].

2) При автоклавной обработке борогипса при 220°C с последующим обжигом в интервале температур 900–1000°C происходит формирование игольчатого волластонита триклинной модификации (PDF-2, 01-084-0654). После 28 суток твердения при нормальных условиях наибольшее увеличение прочностных характеристик бетона наблюдается при введении 4 масс. % добавки, при этом зафиксировано повышение прочности при изгибе на 25 %, а при сжатии на 21 %.

3) В результате безавтоклавной щелочной обработки борогипса при комнатной температуре (25°C) и последующего обжига при температуре происходит формирование волластонита моноклинной модификации (PDF-2, 01-072-2297). После 28 суток твердения при нормальных условиях наибольшее увеличение прочности наблюдается при введении 4 масс. % волластонита – при изгибе и при сжатии на 14%.

При увеличении количества добавок до 8 масс. % во всех случаях наблюдается снижение прочности. Однако в случае добавления волластонита в количестве 8 масс. % значения прочности при изгибе и при сжатии остаются выше или на уровне контрольных значений (без добавок).

Таким образом, установлено, что в зависимости от условий получения и фазового состава волластонитовой добавки, полученной из отходов борного производства, изменяются и прочностные характеристики мелкозернистого

бетона. В связи с этим установление взаимосвязи условий синтеза, фазового состава, структуры и конечных свойств получаемых волластонитсодержащих материалов при их применении в качестве наполнителей в бетон представляет интерес для дальнейших исследований.

Список литературы

1. Mathur R., Misra A.K., Goel P. Influence of wollastonite on mechanical properties of concrete // *Journal of Scientific & Industrial Research*. 2007. Vol. 66. P. 1029–1034.
2. Wahab M. A., Latif I. A., Kohail M., Almasry A. The use of wollastonite to enhance the mechanical properties of mortar mixes // *Construction and Building Materials*. 2017. Vol.152. pp. 304–309. **DOI:** 10.1016/j.conbuildmat.2017.07.005
3. Панина А.А., Самигуллин Р.Р., Цыплаков Д.С., Корнилов А.В., Тухватшина А.И. Волластонит – нетрадиционная минеральная добавка – наполнитель в портландцемент // *Вестник Казанского технологического университета*. 2010. № 8. С. 377–378.
4. Кулдашева А.Х. Экспериментальные исследования прочностных свойств бетонов на основе волластонитового сырья // *Вестник МГСУ*. 2011. № 7. С. 627–630.
5. Kalla P., Rana A., Chad Y.B., Misra A., Csetenyi L. Durability studies on concrete containing wollastonite // *Journal of Cleaner Production*. 2015. Vol. 87. pp. 726–734.
6. Yücel H.E., Özcan S. Strength characteristics and microstructural properties of cement mortars incorporating synthetic wollastonite produced with a new technique // *Construction and Building Materials*. 2019. Vol. 223. pp. 165–176. **DOI:** 10.1016/j.conbuildmat.2019.06.195
7. Zareei S.A., Ameri F., Shoaee P., Bahrami N. Recycled ceramic waste high strength concrete containing wollastonite particles and micro-silica: A comprehensive experimental study // *Construction and Building Materials*. 2019. Vol. 201. pp. 11–32. **DOI:** 10.1016/j.conbuildmat.2018.12.161.
8. Mandrawalia A.K., Gaur A. Compressive and sorptivity characteristic of concrete modified with wollastonite fibre and waste granite fines // *Materials Today: Proceedings*. 2021. Vol. 42, Part 2. pp. 1012–1016. **DOI:** 10.1016/j.matpr.2020.12.005.
9. He Z., Shen A., Lyu Z., Li Y., Wu H., Wang W. Effect of wollastonite microfibers as cement replacement on the properties of cementitious composites: A review // *Construction and Building Materials*. 2020. Vol. 261. 119920. **DOI:** 10.1016/j.conbuildmat.2020.119920.
10. Пат. 2601608 Российская Федерация, МПК C01B 33/24. Способ комплексной переработки борогипса / П.С. Гордиенко, С.Б. Ярусова, А.В. Козин, В.А. Степанова, И.А. Шабалин, О.В. Гриванова. – № 2015141651/05; заявл. 30.09.2015; опубл. 10.11.16, Бюл. № 31.
11. Гордиенко П.С., Козин А.В., Ярусова С.Б., Згиблый И.Г. Комплексная переработка отходов производства борной кислоты с получением материалов для стройиндустрии // *Архитектура и строительство Дальнего Востока: Горный*

информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отдельные статьи (специальный выпуск). 2014. № 12. М: Изд-во «Горная книга», 2014. С. 60–66.

12. Пат. 2595682 Российская Федерация, МПК C01B 33/24; C30B 7/10; C30B 29/34; C30B 29/62; B82B 3/00; B82Y 40/00. Способ получения волластонита / П.С. Гордиенко, С.Б. Ярусова, А.В. Козин, В.А. Степанова, И.А. Шабалин, И.Г. Жевтун. – № 2015141614/05; заявл. 30.09.2015; опубл. 27.08.16, Бюл. № 24.

13. Yarusova S.B., Gordienko P.S., Sharma Y.C., Perfilev A.V., Kozin A.V. Industrial waste as raw material for producing synthetic wollastonite in Russia // International Journal of Environmental Science and Development. 2017. Vol. 8. № 1. pp. 1-5. **DOI:** 10.18178/ijesd.2017.8.1.910

14. Гордиенко П.С., Ярусова С.Б., Козин А.В., Ивин В.В., Силантьев В.Е., Лизунова П.Ю., Шорников К.О. Материал на основе синтетического волластонита и его влияние на функциональные свойства мелкозернистого бетона // Перспективные материалы. 2017. № 9. С.40–48.

15. Yarusova S.B., Gordienko P.S., Kozin A.V., Zhevtun I.G., Perfilev A.V. Influence of synthetic calcium silicates on the strength properties of fine-grained concrete // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2018. Vol. 347. 012041 **DOI:**10.1088/1757-899X/347/1/012041.

16. Балахнин И.А., Ярусова С.Б., Гордиенко П.С., Козин А.В. Переработка промышленных отходов с получением добавки для строительной отрасли // Сборник тезисов XVIII Международной молодёжной экологической конференции «Человек и биосфера», 26-27 марта 2021 г., г. Владивосток. – Владивосток: НОКЦ "Живая вода", 2021. **DOI:** 10.13140/RG.2.2.26823.83365

17. Гордиенко П.С., Козин А.В., Ярусова С.Б., Згиблый И.Г. Комплексная переработка отходов производства борной кислоты с получением материалов для стройиндустрии // Архитектура и строительство Дальнего Востока: Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). Отдельные статьи (специальный выпуск). 2014. № 12. М: Изд-во «Горная книга», 2014. С. 60–66.

Батюк Иван Яковлевич

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМОБИЛЬНОГО ИМУЩЕСТВА ОТ КОРРОЗИИ

*Дальневосточный федеральный университет, п. Аякс, о. Русский, 10,
г. Владивосток, Приморский край, Россия, 690922*

Аннотация. Одной из важнейших научно-технических проблем является коррозия машин (автомобилей), металлического оборудования и установок, применяемых в технологических процессах, при воздействии на них агрессивных (коррозионно-активных) сред. Острота этой проблемы возрастает

ввиду того, что темп роста коррозионных потерь значительно превышает темпы роста производства металлов. Разрушение металлов в результате коррозионных процессов протекает по химическому или электрохимическому механизму.

Ключевые слова: автомобильная техника, коррозия, ржавчина, ингибиторная присадка

Борьба с коррозией осуществляется различными методами. Наиболее рациональным способом борьбы является изготовление конструкций и аппаратов из коррозионно-стойких материалов, однако они не всегда применимы в силу различных причин.

При выполнении работ по постановке машин на хранение для защиты их от коррозионных поражений производят внутреннюю консервацию рабочих поверхностей деталей двигателей и агрегатов трансмиссии и наружную консервацию деталей и агрегатов машин.

Защита от коррозии — комплекс мероприятий, направленных на предотвращение и ингибирование коррозионных процессов, сохранение и поддержание работоспособности сборочных единиц и агрегатов машин, оборудования и сооружений в требуемый период эксплуатации.

Применяемые в настоящее время методы защиты от коррозии разнообразны, выбор их представляет нелегкую задачу, требует знаний вопросов теории коррозии и наличия практического опыта. При разработке мер защиты от коррозии необходимо учитывать конкретные условия эксплуатации, а также вопросы экономии.

Методы защиты металлов и их сплавов от коррозии подразделяются на три группы:

- методы воздействия на металл;
- методы воздействия на среду и условия эксплуатации;
- комбинированные методы.

К методам воздействия на металл относятся легирование металлов, обработки поверхностей (термическая обработка, химическое или электрохимическое полирование, механическая обработка), нанесение защитных покрытий (постоянного, временного и периодического действия).

К методам воздействия на среду и условия эксплуатации относятся электрохимическая защита (катодная и анодная), герметизация (полная и частичная), осушка воздуха (статическое с применением силикагеля или активированного угля, динамическое осушение объёмов в основном на бронетехнике), создание искусственных сред (с легколетучими нейтрализующими компонентами, с легколетучими ингибиторами и фунгицидами, создание азотной среды в герметичных сооружениях и т.п.).

К комбинированным методам относятся комплекс мер воздействия на металл, среду, комплексное воздействие на металл и среду одновременно.

Рассмотрим некоторые из этих методов, нашедших широкое применение в отечественном автомобилестроении.

Технические средства создания искусственных средств для защиты автомобильной техники и вакуумирования автомобильного имущества, современные быстроразворачиваемые укрытия для машин хранения рассмотрены в отдельной работе.

Нанесение защитных покрытий постоянного действия

Металлические покрытия используются в технике для защиты от коррозии разнообразных изделий, деталей машин и приборов.

Наибольшее распространение получили металлические покрытия цинком, кадмием, хромом, никелем, алюминием, медью, свинцом, оловом, латунью и др. Так, например, если автомобильный кузов легкового автомобиля изготовить из оцинкованной стали, то он будет служить в 3 раза дольше. Некоторые зарубежные фирмы изготавливают кузова автомобилей из алюминия.

На защиту стали от коррозии расходуется не менее 40% мирового производства цинка.

Неметаллические покрытия используются для повышения коррозионной стойкости металлов путем создания на их поверхности оксидных пленок. В автомобильной промышленности широко применяют оксидирование стальных изделий, алюминия и его сплавов, магния и его сплавов, титана и его сплавов.

Образующиеся на металлах оксидные пленки металлов весьма прочно с ними связаны, часто беспористы, и заметно повышают их коррозионную стойкость. Путем химической обработки толщина оксидной пленки может быть доведена до 3-5 мкм.

Наибольшее применение получил метод электрохимического окисления (анодирование), так как коррозионная стойкость таких пленок выше, чем полученных химическим путем. При электрохимическом окислении можно получить пленки толщиной 20-30 мкм и более.

Широкое применение для повышения коррозионной стойкости изделий из стали нашел процесс фосфатирования. Фосфатные покрытия представляют собой пленки из труднорастворимых солей железа и цинка.

Фосфатирование служит одновременно для улучшения сцепления металла кузова автомобиля и слоев краски, а также для того чтобы отсрочить появление коррозии под краской. Во время фосфатирования поверхность металла взаимодействует с фосфатирующим раствором, в результате чего образуется состоящий из неразрывных фосфатов химически связанный слой. Важно иметь в виду, что между проведением фосфатирования и грунтованием должно пройти не более двух суток, это важно для того чтобы покраска получилась качественной.

Фосфатирование проводят с помощью специальных растворов. В условиях ПТОР раствор наносят при помощи кисти или же обливают кузов. На автозаводе фосфатирование проводят окуная кузов в специальную ванну, или помещая его в бокс, где проходит сплошное опыление.

Виды фосфатных покрытий

Сейчас используют три вида фосфатных покрытий.

Антикоррозионные покрытия для предварительного нанесения. Это улучшает адгезию материалов к металлической поверхности, а также защищает поверхность автомобильного кузова от коррозии.

Антикоррозийные покрытия, которые защищают отдельные элементы кузова непродолжительное время. Используются для защиты деталей, работающих в масле и смазке, и поэтому менее подверженных коррозии.

Покрытия, способные снизить трение. Эти покрытия отлично защищают трущиеся поверхности и значительно уменьшают время притирки.

На автозаводах используют фосфатные растворы КФ-1 и КФ-12, которые необходимо наносить при температуре от 40 до 50 градусов. В ремонтных подразделениях применяют холодное фосфатирование пастами для больших участков кузова с высоким содержанием солей и с большой кислотностью. Такие составы можно готовить самостоятельно.

Составы для холодного фосфатирования

Для самостоятельного приготовления пасты для холодного фосфатирования можно взять 1 литр воды, добавить в нее 80-85 г ортофосфорной кислоты плотностью 1.41, перемешать, добавить 15-17 г сухих цинковых белил, 1.2 г азотнокислого натрия и еще раз перемешать. Затем в полученный раствор добавить тальк, при постоянном помешивании до получения кашеобразной эмульгированной консистенции. Эту пасту необходимо использовать в течение суток. Перед применением такой пасты металл очищают от всех загрязнений, обезжиривают и сушат. Пасту наносят шпателем или кисточкой. После нанесения нужно подождать 40 минут пока не образуется пленка. Затем можно удалять шпателем излишки пасты, а кузов помыть водой и просушить.

Раствор для фосфатирования небольших деталей и элементов может, например, состоять из 0.5-1 части фосфорной кислоты, 5 частей азотнокислого натрия, 30 частей соли Мажеф и 60 частей азотнокислого цинка. Если в этот раствор добавить тальк (2 части талька на 3 части раствора), получится паста для фосфатирования холодного типа. При комнатной температуре для образования защитной пленки нужно подождать 40-60 минут. После образования темно-серого налета обрабатываемую поверхность надо промыть водой, чтобы не допустить появления на ней соли и отслаивания металла. Если вас устраивает качество проведенного фосфатирования, то можно заняться окраской или грунтованием. Фосфатирование улучшает адгезию и делает качество покрасочных работ выше.

Лакокрасочные покрытия

Лакокрасочные покрытия из неметаллических покрытий находят наибольшее применение. Ассортимент лаков и красок в настоящее время насчитывает более 1000 наименований. К лакокрасочным материалам относятся олифа, краски, эмали, грунты, шпатлевки. Лаки представляют собой растворы пленкообразующих веществ (синтетических или природных) в легколетучих органических растворителях. Наиболее распространенными лакокрасочными материалами для покрывных слоев являются алкидные, алкидно-мочевинные, перхлорвиниловые эмали и др. Современные методы нанесения лакокрасочных

покрытий разнообразны: с помощью кисти, вальцеванием, распылением, окунанием, электростатическим и электрофоретическим методами.

Последние два метода наиболее широко используются в автомобильной промышленности. После нанесения покрытия на изделие проводят холодную или горячую сушку.

Кроме защитных антикоррозионных свойств, лакокрасочные покрытия могут использоваться для маскировки техники в оптическом диапазоне (камуфлирующие покрытия кузова автомобиля), могут изменять эффективную отражающую поверхность корпуса машины за счёт подавления или поглощения части электромагнитного излучения РЛС.

Покрытие полимерами является весьма эффективным методом защиты деталей, сборочных единиц и агрегатов от воздействия окружающей среды. Применяемые для этой цели полимеры весьма разнообразны: полиэтилен, полиизобутилен, полистирол, фторопласты, эпоксидные смолы и др. Полимерные пленки могут иметь толщину в несколько миллиметров. Их наносят из расплава или суспензии кистью, окунанием или газопламенным напылением.

Защитные термостойкие покрытия эффективно защищают металлы и сплавы от высокотемпературной коррозии в агрессивных средах (горячие газы, расплавы). В качестве таких покрытий используются как металлы, так и неметаллы (кремний, бор), оксиды, композиции на основе оксидов, силикаты, эмали, ситаллы, керметы (керамико-металлические композиции).

Наиболее распространены эмалевые покрытия, применяемые для защиты черных металлов, алюминия и их сплавов. Это обусловлено простотой их получения, высокой химической стойкостью и относительно невысокой стоимостью.

Нанесение защитных покрытий временного действия

Среди средств временной защиты широкое распространение получили замедлители коррозии.

Замедлители коррозии снижают скорости коррозии путем введения их в коррозионную среду. Вещества, используемые в качестве замедлителей коррозии, называют ингибиторами.

Ингибитор коррозии — вещество, которое при введении в коррозионную среду (в незначительном количестве) заметно снижает скорость коррозии металла.

Это специальные вещества или комбинации определенных химических элементов, которые вносятся в рабочую среду в достаточном количестве для замедления или предотвращения коррозионных процессов. Эффективность данной защиты оценивается по двум показателям: коэффициенту остановки коррозии и степени защиты самого металла. При этом конечный эффект будет зависеть не только от самого химического соединения, но и от окружающих условий, среди которых свойства реакции, характеристики агрессивной среды и физико-химические параметры металла. Преимущественно ингибиторы коррозии действуют в тех случаях, когда имеет место цепная реакция между активным центром и агрессивными частицами. Защитное соединение действует

целенаправленно на активные элементы, задерживая, блокируя или разрушая их. Характер данного эффекта и результативность практически в каждом случае индивидуальны, но схемы сегментируются в зависимости от типа используемого средства.

Различают ингибиторы атмосферной коррозии, летучие ингибиторы, контактные ингибиторы, универсальные ингибиторы, малорастворимые, водорастворимые и маслорастворимые ингибиторы коррозии. В настоящее время в практике эксплуатации машин наибольшее распространение получили присадки (ингибиторы коррозии к моторным и трансмиссионным маслам) АКОР-1, КПИ-1, КПИ-9, М-1 и М-2, ВНХ-7, ВНХ-5 и др. (обеспечивающее приготовление рабоче-консервационных масел путем добавления присадки к товарным маслам в местах потребления).

Применение ингибиторов рационально в тех случаях, когда объем коррозионной среды не велик или этот объем постоянен и редко обновляется (система смазки агрегатов, система охлаждения и др.).

Механизм ингибирования связан с образованием на поверхности изделий пассивных пленок их оксидов, гидрооксидов, труднорастворимых солей, адсорбированных слоев.

Классификация ингибиторов коррозии металлов

Классифицируются эти вещества по разным признакам.

По механизму действия различают пассивирующие и адсорбционные ингибиторы.

По защитному действию: анодные, катодные, смешанные. Анодные и катодные ингибиторы замедляют соответствующие электрохимические реакции, а смешанные — оба вида реакций.

По виду среды, в которой они действуют, бывают замедлители коррозии:

- для кислых сред. Применяются при кислотном травлении. Они уменьшают скорость разрушения металла в кислой среде. И предотвращают снижение его прочности за счёт уменьшения выделения водорода.

- для щелочных сред. Применяются в моющих составах, при обработке щелочными растворами амфотерных металлов, для защиты выпарного оборудования.

- для нейтральных сред. Применяются для защиты систем охлаждения, водоснабжения, металлических изделий при транспортировке и хранении. В последнем случае их наносят на поверхность в виде раствора или используют в составе защитного воскового или лакокрасочного покрытия.

Составы ингибиторов

Чаще всего используют составы на основе нитрита натрия, которые добавляются к силикатам и фосфатам натрия, соляным растворам, бихроматам натрия, сульфоксидам, аминам, танину и т.д. Причем, используя тот или иной ингибитор, важно учитывать, что реакция защиты предполагает его расход, поэтому периодически необходимо вносить в агрессивную среду новые порции активного элемента. Например, типовой состав ингибитора коррозии на нитрите натрия вводится в объеме до 0,05 %. Также активные группы соединений по-

разному ведут себя в определенных средах. Так, если стоит задача окисления, то за основу берется гидрохинон, а для задержки процессов ржавчины применительно к стальным сплавам рекомендуется использование технеция. К специализированным составам можно отнести ингибиторы для защиты в средах с хлором и водородом. В данном случае применяют трихлорид азота, но в минимальных дозах. Как правило, для прекращения негативного взаимодействия хватает тысячной доли от общего количества реагентов.

Классификация ингибиторов по механизму действия

Принцип и характеристики образования защитной среды обуславливаются химической природой конкретной рецептуры. В этом смысле отмечаются следующие группы составов с антикоррозийным эффектом:

Адсорбционные. На поверхности предохраняемой конструкции или детали образуется мономолекулярная пленка, которая постепенно останавливает негативные электрохимические процессы. Среди таких веществ часто встречаются поверхностно-активные композиции — ПАВы.

Органические ингибиторы. Представляют средства, дающие смешанный эффект. Они способны тормозить анодные и катодные разрушительные реакции коррозии. Органический ингибитор нередко используется при металлическом травлении, облегчая дальнейшие процессы зачистки поверхностей от загрязнений и окалины. При этом сама структура металла остается прежней и не деформируется.

Таблица 1

Натуральные продукты и полимеры, используемые
в качестве ингибиторов

№ п/п	Продукт	Защищаемый металл или сплав
1	Кофеин	Углеродистая сталь, медь
2	Пурин и аденин	Медь
3	Витамин В ₁	Хромомолибденовая сталь, медь, никель
4	Витамин В ₆	Никель
5	Витамин В ₉	Ингибитор образования накипи
6	Витамин С	Сталь, никель
7	Лимонная кислота	Алюминий
8	Бензойная кислота	Железо, алюминий
9	Пептин	Алюминий
10	Лигнин	Алюминий
11	Крахмал маниоки	Алюминий
12	Каррагинан	Алюминий
13	Хитозан	Сталь

Таблица 1

Экстракты природных продуктов, используемых в качестве ингибиторов

№ п/п	Источник натурального продукта	Защищаемый металл или сплав
1	Экстракт мексиканского чая, экстракт листьев османтуса душистого, водный экстракт китайского гибискуса, водный экстракт куркумы длинной, водный экстракт ларреи трехзубчатой	Углеродистая сталь
2	Спиртовой экстракт семян гарцинии, экстракт цветов банана заостренного, экстракт растения мексиканской аргемоны, водный экстракт лаванды зубчатой, экстракты мелегетского перца, экстракты коры и листьев кадамбы, экстракт листьев мураи Кенига, берберин из китайского лимонника, экстракт розеллы, экстракт листьев моринды цитрусолистной	Малоуглеродистая сталь
3	Экстракт растений конопли	Медь
4	Масло полыни	Сталь
5	Танин мангрового дерева, вернония, сок фруктов финика пальчатого, водный экстракт чеснока, прозопис, опунция индийская, экстракт	Алюминий
6	Луковый сок	Цинк
7	Экстракт граната обыкновенного	Латунь
8	Лаванда стэхадская	Нержавеющая сталь

Неорганические ингибиторы. Обширная группа соединений, основанных на фосфатах, силикатах и полифосфатов. Комбинируя элементы химической композиции этого типа, можно получать практически универсальные средства для снижения интенсивности процесса разрушения структуры. Сложность заключается лишь в подборе подходящего активного элемента для конкретных задач.

Пассивирующие ингибиторы. Образуют на поверхности заготовки защитную пленку, оказывающую эффект пассивирования. Иными словами, выполняется окислительная реакция (с помощью нитритов и хроматов, к примеру), при которой коррозионный потенциал сводится к положительной неактивной стороне.

Механизм защитного действия ингибиторов

Ингибитор с окружающей средой не взаимодействует. Он взаимодействует только с поверхностью металла, которая по сравнению со всем количеством агрессивной среды является сравнительно небольшой.

Механизм действия ингибиторов очень сложен, и его не удастся объяснить при помощи одной универсальной теории. В настоящее время действие ингибиторов объясняется адсорбционной и пленочной теориями, которые были рассмотрены при изучении пассивности металлов. Сначала ингибитор адсорбируется на поверхности металла, а в дальнейшем образует с металлом химическое соединение в виде пленки. Пленка обнаруживает хорошие защитные свойства лишь тогда, когда она является труднорастворимым соединением в данной среде.

Электрохимический коррозионный процесс включает две сопряженные реакции: анодное растворение металла и катодную ассимиляцию электронов каким-либо деполяризатором. Введенный в агрессивную среду ингибитор может уменьшить коррозию металлов:

- торможением анодного процесса (анодный ингибитор);
- торможением катодного процесса (катодный ингибитор);
- торможением анодного и катодного процессов одновременно (смешанный ингибитор).

Анодные ингибиторы увеличивают анодную поляризацию металла, вследствие чего коррозионный потенциал сдвигается в сторону более положительных значений.

Действие анодных ингибиторов основано на пассивации анодных участков корродирующей поверхности металла. Торможение коррозии сводится к уменьшению скорости перехода ионов металла в раствор и уменьшению площади анодных участков за счет их изоляции защитными пленками. Анодные ингибиторы нередко называют пассиваторами. Любой пассиватор является анодным ингибитором, катодный ингибитор может и не быть пассиватором.

К анодным ингибиторам относятся: нитриты NaNO_2 — соли азотистой кислоты HNO_2 ; нитраты NaNO_3 — соли азотной кислоты HNO_3 ; хроматы K_2CrO_4 — соли хромовой кислоты H_2CrO_4 ; бихроматы $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ — соли бихромовой кислоты $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

Хроматы и бихроматы натрия и калия используются как ингибиторы коррозии железа, меди, латуни и алюминия в промышленных водных средах.

К катодным ингибиторам относятся: фосфаты натрия Na_2PO_4 , Na_2HPO_4 , NaH_2PO_4 , силикат натрия Na_2SiO_3 , бораты и другие вещества, образующие труднорастворимые соединения на поверхности металла. Их ингибирующее действие проявляется только при наличии растворенного кислорода, который и играет роль пассиватора. Фосфаты, адсорбируясь на поверхности стали, образуют с ионами железа экранирующие пленки, состоящие из смеси $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ и $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Анодные ингибиторы коррозии относятся к категории опасных, так как при определенных условиях они из замедлителей коррозии превращаются в ее стимуляторы. Концентрация анодного ингибитора не должна быть ниже определенной величины, иначе пассивация может не наступить или будет неполной. При концентрации ниже минимального значения ингибитор способен ускорить коррозию.

Катодные ингибиторы уменьшают скорость коррозии:

- торможением отдельных стадий катодного процесса за счет затруднения доступа деполяризатора к поверхности металла или за счет уменьшения концентрации деполяризатора вследствие взаимодействия с ингибитором;
- за счет сокращения площади катодных участков, которое достигается путем образования нерастворимых защитных пленок.

Ингибитор понижает плотность коррозионного тока и снижает скорость коррозии.

Для защиты, например, стальных трубопроводов в водной среде используют бикарбонат кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ как самый дешевый катодный ингибитор. Вследствие протекания деполяризующей реакции восстановления растворенного в воде кислорода происходит подщелачивание воды у поверхности металла и образование пленки карбоната кальция CaCO_3 , затрудняющей дальнейший процесс коррозии.

Катодными ингибиторами в кислых средах являются в большинстве своем органические вещества — декстрин, уротропин и др. Катодные ингибиторы по защитному действию менее эффективны, чем анодные. Однако они совершенно безопасны для металла, так как не вызывают усиления коррозии при их недостаточной концентрации.

Ингибиторы смешанного действия являются наиболее эффективными. Эти ингибиторы уменьшают скорости анодной и катодной реакций, результатом чего является, уменьшение скорости коррозии. К ингибиторам смешанного действия относятся силикаты $n \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{Me}_2\text{O}$ и полифосфаты $(\text{Me} \cdot \text{PO}_3)_n$. Растворимые в воде силикаты натрия и калия называются жидким стеклом.

Говоря об ингибиторах коррозии, необходимо рассматривать конкретную коррозионную систему (металл и среда), так как универсальных ингибиторов не существует. Определенное химическое соединение может быть ингибитором коррозии одного металла и одновременно в той же среде стимулировать коррозию другого металла.

Ингибиторы нейтральных сред

Химические ингибиторы, защищающие от коррозии, в отношении нейтральных сред классифицируются следующим образом:

С окислительными качествами. Могут по отдельности или в комбинированных составах применяться хроматы, нитриты и составы, включающие нитро- и карбоксильные элементы.

Средства, способствующие генерации труднорастворимым связок, но без окислительного действия. Это могут быть растворы ингибиторов коррозии на основе боратов и фосфатов.

Ингибиторы с ослабленным окислительным эффектом. Отличием этой категории можно назвать содержание анионов наподобие ванадатов и молибдатов.

Ингибиторы кислотных сред

Это вещества и элементы, которые снижают скорость коррозионного процесса, происходящего в кислотах при умеренной концентрации на уровне 5

г/л. Функцию антикоррозийной защиты такого типа чаще выполняют органические соединения. Их задевают при травлении металлов для устранения окалина с поверхности. Эффективность замедления ржавчины зависит от характеристик конкретной кислоты. Ингибитор коррозии на основе серы, кислорода и азота считается наиболее действенным. Специально для стали, алюминия, цинка и железных изделий применяются катионные ингибиторы типа катапина, КПИ-9, КПИ-1 и др. К универсальным средствам защиты металла в кислоте относятся составы ХОСП-10, КИ-1, ПБ-8 и другие продукты, которые демонстрируют высокую способность и к самозащите в агрессивных средах.

Ингибиторы атмосферной коррозии

В данной группе можно выделить контактные и летучие ингибиторы. Первые используются непосредственно на металлической поверхности, причем в зависимости от состава может достигаться и эффект пропитки. К контактными составам относятся композиции с содержанием нитритов, бензоатов и др. Преимущественно это неорганические соединения, оказывающие влияние на электродную кинетику. Что касается летучих ингибиторов коррозии, то к этому сегменту относят соли аминов и других слабых кислот. В частности, среди них можно выделить нитриты, бензоаты, фосфаты и т.д. Все они склонны адсорбироваться произвольно на поверхности детали, но при этом находятся в летучем состоянии в условиях нормального температурного режима.

Катодные и анодные ингибиторы

Составы катодного типа замедляют электрохимические реакции, которые могут вызывать коррозионные процессы на фоне растворения металлов. Происходит снижение коррозионного тока в результате сдвижения стационарного потенциала катода в отрицательную сторону. На поверхности материала формируются труднорастворимые химические пленки, связывающиеся деполяризатор. В свою очередь, анодные ингибиторы коррозии металлов считаются более эффективными, так как они оказывают и окислительное воздействие. Благодаря их поддержке образуется тонкий слой пассивной анодной пленки, уменьшающей площадь распространения коррозии. По сути, разрушительные процессы блокируются. Но важно учитывать, что аноды могут быть опасны при условии передозировки. Скорость развития коррозии будет снижена, но темпы растворения металла увеличатся.

Классификация ингибиторов по условиям применения

Пассиваторы. Ингибиторы такого рода (уротропин, гексамин, хроматы и др.) не адсорбируясь на поверхности, вступают в реакцию с металлом, создавая нерастворимые пленочные соединения. Металлическая поверхность, подвергнутая пассивации, почти невосприимчива к коррозии. Однако следует отметить, что при несоответствии кислотности среды, неправильно подобранной концентрации или при наличии ионов хлора, пассиваторы могут усилить коррозионные процессы, вызвав точечную коррозию.

Адсорбционные ингибиторы – образуют устойчивую адсорбционную или фазовую пленку на поверхности металла, которая, в свою очередь, замедляет электрохимические реакции.

Применение ингибиторов в бытовых условиях

Для обычных пользователей наиболее доступным средством защиты от коррозии с помощью ингибиторов будет укладка грунтового состава на целевую поверхность. Это легкое по своему воздействию ингибирующее покрытие, действие которого заключается в предотвращении прямого контакта воды или агрессивного раствора с поверхностью металла. Нередко и лакокрасочные средства содержат подобные ингибиторы коррозии. Вещества, которые используются в подобных целях, вырабатываются в заводских условиях. К ним можно отнести свинцовый сурик для грунтовок, растворы ортофосфатов цинка или железа, фосфатные покрытия и т.д.

Летучие ингибиторы

Являются современным средством защиты от атмосферной коррозии металлических полуфабрикатов и готовых изделий на время их хранения и транспортировки. Принцип действия летучих ингибиторов коррозии заключается в образовании паров, которые диффундируют через слой воздуха к поверхности металла, и защищают ее. Летучие ингибиторы коррозии раньше использовались преимущественно для защиты от коррозии военной техники и энергетического оборудования. В последние годы к известным летучим ингибиторам НДА, КЦА, Г-2, ИФХАН-100, ВНХЛ-49 добавился ряд новых — серии Protecsol (описание ниже).

Применение ингибиторов при обработке автомобильной техники

Наиболее остро проблемы защиты машин стоят в воинских частях, где подавляющее число машин находится на хранении часто на открытых площадках. Атмосферная среда негативно влияет не просто на металлические поверхности, а конкретно на сварочные соединения. Задачи обработки уязвимых участков защитными средствами усложняются в силу их нахождения внутри полостей. Поэтому применение ингибиторов коррозии обычно происходит в рамках планового ремонта консервационными составами. Для временной защиты от биологического и атмосферного воздействия автомобили обрабатывают пластичными смазками, маслами, восковыми дисперсиями, бензино-битумными составами, противокоррозионными присадками и т.д.

Применение ингибиторов для защиты топливной аппаратуры машин

Топливопроводы подвергаются коррозионным разрушениям не только при контакте с коррозионно-активными агентами атмосферы. Топливная аппаратура постоянно взаимодействует с сероводородом, двуокисью углерода и органическими кислотами. Очевидно, что и в этом случае необходимо использование специализированных защитных средств. В частности, задействуются ингибиторы коррозии в виде смесей, содержащих серу, азот и метанол. Спектр доступных для использования в данной сфере химически активных антикоррозионных средств обуславливается тем, что ингибиторы не должны никак влиять на процессы сгорания топливо-воздушных смесей в цилиндрах двигателей. Кроме этого, они должны иметь приемлемые показатели токсичности по отношению к окружающей среде.

Коррозия металлов в среднестиллятных топливах может быть различного характера, в зависимости от состава металла и среды.

Черные металлы в присутствии в топливе эмульсионной влаги будут разрушаться от коррозии электрохимического характера. Цветные металлы в этих условиях достаточно стойки. Агрессивные же примеси, содержащиеся в топливе, отрицательно влияют как на черные, так и на цветные металлы, особенно на медь и ее сплавы. К таким примесям относятся многие сернистые соединения (элементарная сера, сероводород, меркаптаны, дисульфиды), кислородные соединения (кислоты, особенно низкомолекулярные, оксикислоты). Окисляются металлы атмосферным и растворенным в топливе кислородом.

В зоне сгорания двигателя может происходить высокотемпературная коррозия металла, поскольку сернистые соединения топлив, независимо от их строения, сгорая до сернистого и серного ангидридов, в охлаждаемых участках системы образуют с конденсатом воды весьма агрессивные сернистую и серную кислоты. Серный и сернистый ангидриды через неплотности в зазорах поршневых колец дизельных двигателей могут проникать в картер, оказывая сульфидирующее действие на некоторые компоненты масла. Образующиеся при этом сульфокислоты, кислые серные эфиры, а также смолы масел весьма коррозионноактивны.

Для снижения коррозионной активности серосодержащих дизельных топлив рекомендуется применять нейтрализующие добавки, например такие, как аммиак или водные растворы углекислого аммония; они связывают образующиеся в зоне сгорания сернистый и серный ангидрид, одновременно предельно ограничивая образование последнего. Такие нейтрализующие добавки к сернистому (1,25% серы) дизельному топливу, подаваемые во всасывающую систему двигателя, снижали износ металла, предотвращали нагаро и лакообразование, а также пригорание поршневых колец.

Коррозия металлов резко интенсифицируется с увеличением температуры. Чем топливо лучше очищено от неуглеводородных примесей и изолировано от кислорода воздуха, тем меньше его коррозионная активность.

В условиях хранения топлива особенно агрессивна отстаивающаяся влага, в которой растворяются органические низкомолекулярные агрессивные соединения; на разделе фаз находят питательную среду и размножаются коррозионноактивные микроорганизмы.

Несмотря на отсутствие в стандартных топливах элементарной серы, сероводорода и ограниченное содержание меркаптанов, в процессе эксплуатации топлив элементарная сера и сероводород могут появляться вследствие распада сернистых соединений более сложного строения. В результате вторичных процессов может изменяться и содержание меркаптанов.

Черные и малолегированные стали топливных баков, фильтров-отстойников, резервуаров для хранения топлива в воде и во влажной среде корродируют. При этом образуются непрочные окисные и гидро- окисные пленки, скалывающиеся с поверхности металла и загрязняющие топливо.

Значительная часть загрязнений, извлекаемых из больших емкостей после длительного хранения в них топлива, состоит из окислов железа.

Окисные пленки образуются на черных и на цветных металлах в результате физической и химической адсорбции (хемосорбции) кислорода, содержащегося в воздухе и растворенного в топливе. Эта реакция протекает не только при низких, но и при высоких температурах, превышающих температуру кипения топлива. При физической адсорбции адсорбированные слои могут быть толщиной во много молекул; при этом кислород химически с поверхностью металла не связан. При химической адсорбции образуется слой нового химического вещества, удерживаемого на поверхности металла при помощи любого типа связей: ионных, ковалентных, координационных. Хемосорбированный слой кислорода может содержать от трех до четырех атомов кислорода на один атом поверхности металла, или около 0,35 мкг на 1 см². Активность металлов по отношению к хемосорбции кислорода возрастает в следующем порядке: Fe<Ni<Cu<Zn.

Некоторые разновидности применяемых ингибиторов при хранении машин в воинских частях

Масло ингибированное Ингибитрит МС-01 консервирующее

Консервирующее ингибированное масло для длительной защиты от атмосферной коррозии чёрных и цветных металлов (цинка, луженого железа, стали).

Перед применением разбавляется состав легкодоступными растворителями (толуол, уайт-спирит и др.), с температурой вспышки +80°С.

Ингибированное масло создает защитный слой на поверхности металла, препятствующий возникновению очагов коррозии до 5 лет. После нанесения образуется маслянистое, антикоррозионное покрытие прозрачно-коричневого цвета. Покрытие на основе консервирующего масла обладает гидрофобными водоотталкивающими свойствами.

Целесообразно обрабатывать конструкции, эксплуатирующиеся при избыточной влажности, даже при температурах ниже 0 °С (до -40). После нанесения средство образует тончайшую пленку. Идеальный при использовании в Приморском крае.

PROTECSOL 770P растворимый в воде, летучий ингибитор коррозии, предназначенный для защиты оборудования из стали и алюминия при кратковременной и/или длительной консервации. Рекомендуется для консервации систем охлаждения двигателей.

Характеристики. Обеспечивает эффективную трехфазную защиту от коррозии сплавов железа и алюминия при использовании влажного или сухого метода консервации оборудования, на период до 24 месяцев. При применении реагента не требуется специальной подготовки внутренних поверхностей оборудования подлежащего консервации.

Реагент может применяться в виде сухого порошка и водного раствора. При сухом методе консервации, реагент используется однократно, вместе с упаковкой. Внешний вид - сыпучий белый порошок.

Обеспечивает постоянную защиту поверхностей оборудования путем образования восполняющегося барьерного слоя/пленки. Защищает малодоступные и углубленные участки систем, благодаря летучести. Не требует удаления при введении оборудования в эксплуатацию. Исключается потребность в подаче азота, для бланкетирования, и добавках силикагеля. В составе реагента отсутствуют нитриты, фосфаты, тяжелые металлы и органические амины.

PROTECSOL 770 P может использоваться как ингибитор коррозии в составе водно-гликолевого наполнителя (в низкотемпературных охлаждающих жидкостях). В этом случае, предварительно растворите порошок в воде, а затем добавляйте к раствору гликоля. Установлена способность лучших летучих ингибиторов защищать металл от коррозии длительное время (более 24-х месяцев) даже после удаления их из упаковочного пространства.

Dinitrol ML

Уникальный состав на основе восковых компонентов обладает превосходной проникающей способностью. Это позволяет ему попадать в микротрещины металла, преодолевая ржавчину, вытеснять соль и влагу из самых труднодоступных мест. Средство усилено пленкообразователями, ингибиторами коррозии и растворителями, которые оставляют на поверхности плотную защитную пленку. Она перекрывает доступ кислорода и влаги, тем самым замедляя процесс коррозии металла. Обработку желательно проводить в два слоя по еще влажному железу с обязательным покрытием всех сварных швов, стыков и ржавых пятен.

Раствор пригоден для обработки труднодоступных скрытых полостей транспортных средств. Допускается нанесение средства на сильно поврежденные ржавчиной участки автомобиля с большим сроком эксплуатации. Антикор также подходит для очистки и сушки запчастей, которые трудно привести в порядок вручную.

Loctite SF 7803

Защитное покрытие на масляной основе с парафиновым воском и ингибиторами коррозии шведского производства может похвастаться долгосрочной противокоррозийной защитой и хорошей стойкостью к УФ-излучению. Благодаря не высыхающему и при этом не липкому покрытию раствор сохраняет свои свойства при температуре от -30 до +60 °С. Формула обогащена твердыми смазочными компонентами: алюминием и графитом для предотвращения излишнего трения деталей.

Состав имеет очень удачную формулу. Кроме обработки внутренних полостей авто, средство можно наносить на железные и стальные детали других механизмов, трубы, оборудование и конструкции, эксплуатируемые на открытом воздухе.

Ингибиторы коррозии — вещества, которые вводят в рабочую среду, где находятся металлические детали для уменьшения агрессивности среды.

Протекторы — металлы, более активные по своей химической природе, нежели тот, из которого выполнено защищаемое изделие.

Различия между этими способами защиты заключается в том, что в 1-м случае просто уменьшается скорость коррозии, а во 2-м — коррозированию подвергается другой материал (протектор)!

Электрохимическая защита

Электрохимическая защита может замедлить или устранить коррозию трубопроводов, топливных баков и т.д.

Существуют два метода электрохимической защиты: катодная и анодная защита.

Катодная защита. При катодной защите металлические конструкции соединяются с посторонним анодом из более активного металла (протектор) или к источнику постоянного тока, который вызывает на поверхности защищаемого металла катодную поляризацию электродов микрогальванических пар. В результате анодные участки металла конструкции превращаются в катодные, а разрушению будет подвергаться присоединенный анод.

Анодная защита. Некоторые металлы, например, хром, никель, титан, сплавы железа, содержащие эти металлы, легко переходят в пассивное состояние, которое сохраняется в окислительных средах. Пассивные пленки поверхности металлов можно создать искусственно за счет анодной поляризации от внешнего источника электрической энергии, что может существенно сократить скорость коррозии. Такой вид борьбы с коррозией получил название анодной защиты. В отличие от катодной защиты положительный полюс источника тока при анодной защите присоединяется к защищаемому изделию, а катоды размещаются вблизи поверхности эксплуатируемых изделий. Анодную защиту используют, если изделие эксплуатируется в сильно агрессивных средах.

Консервационные материалы

В зависимости от назначения все консервационные материалы можно разделить на две группы: для наружной противокоррозионной обработки и для внутренней защиты от коррозии деталей двигателя, трансмиссии и др. агрегатов.

Защитные материалы для наружной консервации автомобиля.

Защитные материалы предохраняют металл от коррозии благодаря изоляции его поверхности от влаги и кислорода воздуха, они должны обладать водовытесняющей способностью, быстроедействием и рядом других свойств.

Для наружной концентрации элементов автомобиля используют четыре типа защитных материалов: пластичные смазки, мастики, консервационные масла и пленкообразующие ингибированные нефтяные составы (ПИНСы).

Пластичные смазки. В качестве защитных (консервационных) смазок наиболее широко используют углеводородные смазки. В настоящее время в наиболее широких масштабах применяют защитную консервационную углеводородную пластичную пушечную смазку. Смазка пушечная представляет собой густую липкую мазь темно-коричневого цвета. В состав пушечной смазки вводят присадку МНИ-7 (окисленный церезин), которая улучшает защитные свойства и увеличивает способность смазки удерживаться на вертикальных наклонных поверхностях. Смазка предотвращает коррозию изделий из черных и

цветных металлов в течение длительного времени, измеряемого годами при температуре от плюс 50°С до минус 50°С.

Смазка графитная применяется для обработки поверхностей труб отвода картерных газов глушителя, троса лебедки и листов рессор.

Замазка защитная консервационная герметизирующая ЗЗК-Зу применяется для герметизации корпуса тягача, кузова мастерской, двигателя, агрегатов трансмиссии, электрооборудования.

Мастики. Основное назначение мастик — снижение внутреннего шума, связанного с вибрацией кузова автомобиля. Однако, предохраняя днище и крылья (брызговики) автомобилей от ударов щебня, песка и гравия, мастики также изолируют их от воздействия агрессивных факторов и тем самым снижают коррозионный износ кузова. К ним относятся мастики №579 и №580 противорумные, мастика БПМ-3 антикоррозионная и др.

Мастики на битуме (синтетической смоле). Нанесенное толстым слоем застывшее вещество защищает кузов не только от коррозии или механических повреждений, но и обеспечивает хорошую звукоизоляцию.

Каучуковые и ПВХ средства – очень стойкие, хорошо держатся на любом металле, не реагируют на температурные изменения и образуют прочную механическую защиту днища. Именно такое покрытие наплавляют производители, используя специальное оборудование.

Жидкий пластик – хорошо ложится на большинство ЛКМ и обеспечивает достаточную защиту от ржавчины. Его недостаток – низкая механическая стойкость, поэтому средство обычно используется только на порошках, скрытых полостях арок, элементах подкапотного пространства.

Мастика с добавлением сланца – минеральной составляющей высокой прочности. Идеально защищает днище, колесные арки и крылья. Материал хорошо противостоит механическому истиранию и отличается легким нанесением.

Антигравийные покрытия, которыми обрабатываются кузовные элементы для защиты от механических повреждений. Они состоят из каучуковых полимеров, фенола и карбида. Таким средством можно обрабатывать имеющуюся ржавчину – консервирующие компоненты замедлят ее распространение.

Защитные материалы для внутренней консервации агрегатов машин.

Консервационные масла предназначены для предохранения неокрашенных металлических поверхностей машин, приборов, деталей техники и стрелкового оружия от атмосферной коррозии.

Консервационное масло К-17 — смесь масел трансформаторного и авиационного марки МС-20 с защитной композицией присадок на базе сульфаната кальция. Рекомендуются для консервации наружных и внутренних поверхностей систем, сборочных единиц, агрегатов и деталей.

В зависимости от условий хранения, конструктивных особенностей и вариантов упаковки объектов консервации обеспечивает их защиту от коррозии в течение 1-10 лет и ввод военной техники в эксплуатацию без расконсервации.

Консервационное масло НГ-203Р — смесь масла трансформаторного и индустриального с защитной композицией на базе сульфата кальция и окисленного петролатума.

По назначению, областям применения и защитной эффективности аналогично маслу марки К-17.

Универсальное всесезонное рабоче-консервационное масло ТМ-5-12з (рк) — высокоиндексное низкозастывающее масло селективной очистки, загущенное низкомолекулярным полимером, содержащее многофункциональное (противоизносную, противозадирную, антиокислительную), защитную (консервационную) и антипенную присадки.

Рекомендуется для агрегатов трансмиссий и различных зубчатых редукторов, имеющих цилиндрические, конические, спирально-конические, гипоидные и некоторые червячные передачи, при эксплуатации в интервале температур окружающего воздуха от плюс 50 до минус 50°С, контактных напряжений в зацеплении зубьев до 4000 МПа, и скоростях скольжения до 15-17 м/с.

Обеспечивает эксплуатацию, хранение техники без коррозионных поражений не менее 10 лет.

Присадка АКОР-1 — нитрованное минеральное масло марки АС-9,5, нейтрализованное гидроокисью кальция в присутствии стеариновой кислоты. Применяется для приготовления рабоче-консервационного масла при введении 5-10% в рабочие моторные, трансмиссионные и др. масла.

Рабоче-консервационные и консервационные масла на базе присадки АКОР-1 в зависимости от условий хранения и конструктивных особенностей обеспечивают защиту объектов консервации от коррозии в течение 1-10 лет.

При вводе в эксплуатацию техники, законсервированной маслами с присадкой АКОР-1, расконсервация ее не требуется.

Материалы, используемые при подготовке машин к хранению.

Ткань герметизирующая ТТ. Используется для герметизации двигателя, агрегатов трансмиссии, электрооборудования и зачехления карданных шарниров, оклейки кузовов-фургонов. Ткань герметизирующая ТТ (выпускается по ТУ 17-21-40-75 Ткань ТТ). Основа Перкаль марки А-85 суровый расшлихтованный с огнестойкой пропиткой, бязь арт. 262 с огнезащитной пропиткой и другие. Цвет зеленый.

Алюминиевая пудра с лаком №283 (АМИГ-С). Используется для покрытия наружных поверхностей автомобильных шин и РТИ при хранении машин на открытых площадках, покраски двигателя и агрегатов трансмиссии.

Трилон-Б (Тринатрийфосфат, нитрит натрия, двуххромовокислый калий) применяется для промывки и консервации систем охлаждения.

Тальк (влагоотталкивающий минерал) применяется для припудривания внутренних поверхностей автомобильных покрышек и наружных поверхностей камер и других резинотехнических изделий.

Применяться могут также шпагат (шпагат используется для крепления (фиксации) ткани ТТ, крепированной бумаги и т.д.), картон прокладочный,

силикагель КСМ гранулированный, бумага крепированная (обладает мелко-складчатой или гофрированной поверхностью, высокая устойчивость на разрыв, пропитывается летучими ингибиторами коррозии), пломбы, наждачная бумага, ветошь и другие вспомогательные материалы.

Заключение

Из всего многообразия методов защиты изделий от коррозии при консервации автомобильной техники в воинских частях широко применяются методы нанесения защитных покрытий постоянного и временного действия, статическое осушение воздуха в герметизированных объемах с применением в качестве влагопоглотителя силикагеля и их сочетания. Для консервации автомобильной техники и имущества применяются средства временной противокоррозионной защиты.

Список литературы

1. Зарубина Л.П. Защита зданий, сооружений, конструкций и оборудования от коррозии. Биологическая защита. Материалы, технологии, инструменты и оборудование. / Л.П. Зарубина. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. - 224 с.
2. Хайдерсбах, Р. Защита от коррозии и металловедение оборудования для добычи нефти и газа / Р. Хайдерсбах. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2014. - 416 с.
3. Семенова, И.В. Коррозия и защита от коррозии 2010: Учебное пособие / И.В. Семенова, Г.М. Флорианович, А.В. Хорошилов. - М.: Физматлит, 2010. - 416 с.
4. Мустафин, Ф.М. Защита трубопроводов от коррозии. В 2-х книгах. Том 2 / Ф.М. Мустафин, Л.И. Быков и др. - М.: Недра, 2007. - 708 с.
5. Коррозия и защита металлов. – Ч. 1. Химическая коррозия металлов: учеб. пособие / Н.А. Азаренков, С.В. Литовченко, И.М. Неклюдов, П.И. Стоев. – Харьков, 2007. – 187 с.
6. Шевченко, А.А. Химическое сопротивление неметаллических материалов и защита от коррозии / А.А. Шевченко. - М.: Колос, 2006. - 248 с.
7. Руководство по хранению бронетанкового вооружения и техники, автомобильной техники в Вооруженных Силах Российской Федерации в 3-х книгах. Книга 1. Организация хранения бронетанкового вооружения и техники, автомобильной техники. Утверждено приказом начальника вооружения ВС РФ – зам. МО РФ № 22 от 18 октября 2005 г. – М: ВИ, 2006. - 189 с.
8. Скороходов, В.Д. Защита неметаллических строительных материалов от биокоррозии. / В.Д. Скороходов. - М.: Высшая школа, 2004. - 204 с.
9. Андреев И.Н. Введение в коррозиологию: учеб. пособие. – Казань: Изд-во Казанского гос. технолог. ун-та, 2004. – 140 с.
10. Ингибиторы коррозии: в 2 т. – Т. 2. Диагностика и защита от коррозии под напряжением нефтегазового оборудования /под ред. Д.Е. Бугай и Д.Л. Рахманкулова. – М.: Химия, 2002. – 367 с.
11. Решетников С.М. Ингибиторы кислотной коррозии металлов. – Л.: Химия, 1986. – 144 с.

12. Малахов А.И., Жуков А.П. Основы металловедения и теории коррозии: учебник для машиностроительных техникумов. – М.: Высшая школа, 1978. – 192 с.
13. Лайнер В.И. Защитные покрытия металлов. – М.: Металлургия, 1974. – 559 с.
14. Томашов Н.Д., Чернова Г.П. Теория коррозии и коррозионно-стойкие сплавы. – М.: Металлургия, 1973. – 232 с.
15. Розенфельд И.Л. Коррозия и защита металлов. – М.: Металлургия, 1969. – 448 с.
16. Современные ингибиторы коррозии / И.А. Шипигузов, О.В. Колесова, В.В. Вахрушев, А.Л. Казанцев, В.З. Пойлов, С.В. Лановецкий, Л.А. Черезова// Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. №1 2016, стр.114-127.

Кадочников Максим Михайлович

**КОНЦЕПЦИЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ
ДЕКАМЕТРОВЫХ РАДИОЛИНИЙ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ
ОДНОЛУЧЕВЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ**

*Тихоокеанское высшее военно-морское училище имени С.О. Макарова,
кафедра Боевого применения средств связи,
г. Владивосток, Камский переулок, 6, индекс 690062
Научный руководитель: д.т.н., профессор Орошук И.М.*

Аннотация: В материале описывается способ повышения пропускной способности декаметровых (ДКМ) радиолоний путем выделения на приеме одного дискретного луча, отраженного от ионосферы. Для реализации способа предлагается использовать остроаправленные цифровые антенные решетки (АР) с нелинейной обработкой сигналов, размещенные на естественных прибрежных склонах.

Ключевые слова: однолучевой прием; многолучевость, пропускная способность, декаметровые радиолонии, антенные решетки.

Несмотря на большие успехи в использовании спутниковых систем связи декаметровые (ДКМ) радиолонии по-прежнему остаются незаменимыми для передачи данных на дальние и сверхдальние расстояния как на пунктах радиосвязи гражданских ведомств, так и подразделениями силовых структур. На основании чего ДКМ радиосвязь играет ключевую роль для управления силами ВМФ.

Актуальность применения ДКМ радиосвязи обусловлена, прежде всего, большой дальностью распространения радиоволн. Однако, декаметровый радиоканал имеет ряд недостатков, связанных с его применением, такие как многолучевость, зависимостью рабочей частоты от времени года, времени суток,

протяженности трассы, так и присутствием большого числа аддитивных помех от посторонних радиостанций, а также наличием возможных преднамеренных помех, создаваемых противоборствующей стороной [1]. По этой причине в системах ДКМ связи возникает ряд недостатков:

- низкое качество приема;
- ограниченный объем и скорость передачи информации;
- значительная доступность для средств радиотехнической разведки.

В связи с увеличением доли обмена данными в сфере связи, актуальным является вопрос повышения пропускной способности ДКМ радиолиний для организации файловой и потоковой передачи данных.

Тенденций развития ДКМ радиолиний таковы, что основные способы повышения скорости передачи информации в ДКМ каналах связи строятся на основе:

- расширения частотного спектра сигнала;
- применения многопозиционных видов модуляции;
- использования множественных передач и приемов по технологии ММО (англ. Multiple Input Multiple Output – «множественный вход множественный выход»);
- применения адаптации в радиоканалах.

Все указанные способы направлены на совершенствование модемной части радиоканалов, но они не устраняют первопричину ограничений скорости передачи информации в ДКМ диапазоне, связанных с многолучевым распространением ионосферных волн, которое вызывает межсимвольную интерференцию и увеличение вероятности ошибки при приеме дискретного сигнала.

Многолучевость возникает в результате прихода нескольких дискретных лучей, претерпевших различное число отражений от ионосферы в точку приема (рис. 1, а). Интерференция таких лучей, кроме временного рассеивания, приводит также к возникновению глубоких замираний, в результате чего амплитуда сигнала уменьшается в десятки и даже сотни раз, что резко снижает качество приема [2].

Кроме того, при однократном отражении от ионосферы также происходят временные искажения импульсов, вызванные рассеянием сигнала на ионосферных неоднородностях (рис. 1, б). Такой вид многолучевости носит диффузный характер. В этом случае, отраженный от ионосферы дискретный луч представляет собой пучок подлучей, содержащий множество элементарных лучей с угловым растром в несколько градусов. Интерференция этих лучей в условиях непрерывного изменения их фаз также приводит к временным искажениям дискретных сигналов: размытости фронта и увеличению длительности переданного импульса.

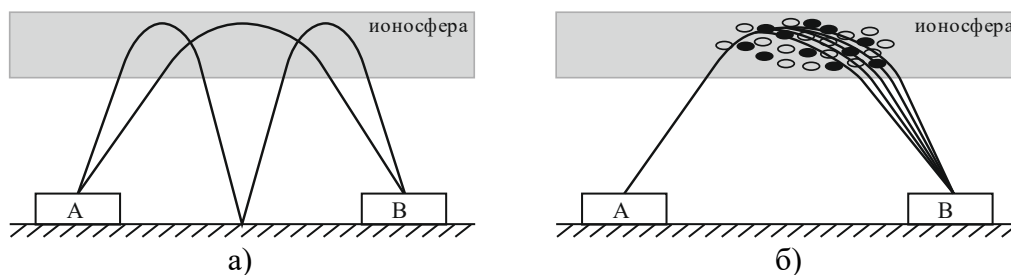


Рисунок 1 – Механизм образование многолучевости:

- а) дискретная многолучевость при отражениях в стационарной ионосфере;
- б) диффузная многолучевость отдельного луча при отражениях от ионосферных неоднородностей (ИН).

Для оценки влияния межсимвольной интерференции на сигналы в канале связи используется характеристика временного рассеивание лучей $\Delta\tau_i$ в точке приема. Исследования показали, что приходящие в точку приема подлучи диффузного рассеяния одного дискретного луча (рис. 1, б) будут иметь временное рассеяние значительно меньше ($\Delta\tau_i = 50\text{--}200$ мкс), чем при дискретной многолучевости ($\Delta\tau_i = 0,3\text{--}5$ мс) (рис. 1, а). На основании этого при использовании классических ненаправленных антенн, исключается возможность эффективного разделения лучей ионосферного канала, в результате чего суммарное временное рассеяния лучей достигает 2–5 мс, что ограничивает длительность передаваемых импульсов $\tau_{\text{и}}$, так как для исключения временного искажения длительности импульса его длина должна быть больше величины временного рассеяния ($\tau_{\text{и}} \geq 1,5\Delta\tau_i$).

Современные технологии позволяют синтезировать цифровые фазированные антенные решётки (ЦФАР), направленные свойства которых позволяют выделять отдельные дискретные лучи подверженные только диффузному рассеянию (рис. 1, б). В результате применения ЦФАР можно снизить временное рассеяние принимаемых сигналов до $\Delta\tau_i = 50\text{--}200$ мкс и, тем самым, обеспечить минимальные временные искажения передаваемых импульсов, что как следствие даст возможность повысить допустимую скорость манипуляции радиомодемов до 13333 Бод. [3].

По результатам исследования установлено, что для выделения одного дискретного луча, отраженного от ионосферы с учетом дрейфа угла прихода волны, необходимо использовать антенны с шириной главного лепестка диаграммы направленности не более 10° [4]. В этом случае применение многопозиционных видов модуляции, таких как PSK (англ. Phase-shift keying – «фазовая манипуляция»), QAM (англ. Quadrature amplitude modulation – «модуляция методом квадратурных амплитуд») и т.д., совместно с обеспечением однолучевого приема могут позволить значительно повысить скорость обмена данными в ДКМ диапазоне.

Поскольку примерно 80% территории Приморского края имеет горный ландшафт, для формирования трехмерной диаграммы направленности (ДН) предлагается вместо высоких мачт размещать антенные элементы ЦФАР на естественном склоне на нескольких уровнях по высоте (рис. 2). Это позволит сформировать ДН в любом направлении в верхней полусфере, тем самым

обеспечить возможность позиционирования АР на выбранный дискретный луч ионосферного канала связи.

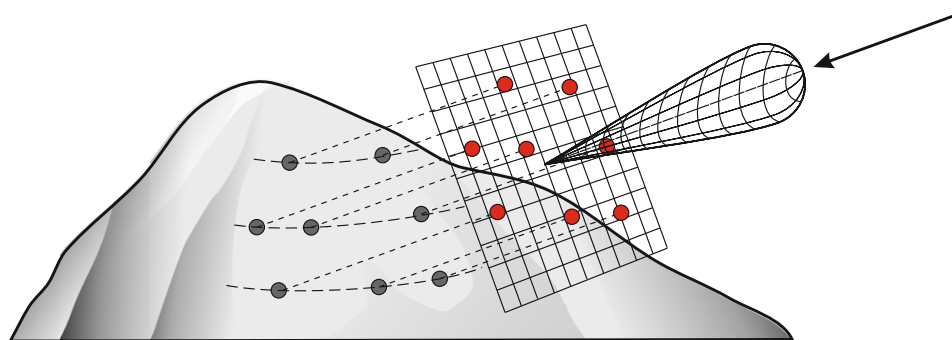


Рисунок 2 – Размещение приемных элементов на естественном склоне и пример ее позиционирования на плоскость, ортогональную направлению приема

Размещение АР на естественных прибрежных склонах обеспечит ряд преимуществ перед вертикальными АР, размещенными на антенных мачтах:

- не потребуются сложные конструкции антенных элементов для подавления заднего лепестка ДН;
- не потребуются расходы на изготовление и монтаж громоздких мачтовых сооружений;
- снизится ветровая нагрузка на конструкцию антенн;
- для обслуживания и ремонта не потребуется привлечение специалистов-высотников (обслуживание может выполняться силами эксплуатирующей организации).

Определённым недостатком АР, размещенной на склоне, является ограничение позиционирования по азимуту. Однако данный недостаток может быть решен использованием многосекторного размещения подобных АР по периметру возвышенности.

Заключение

Приведенный анализ показал актуальность размещения ДКМ ЦФАР на естественных прибрежных склонах, позволяющих формировать ДН в любом направлении трехмерного пространства, что даст возможность использования однолучевых ДКМ каналов связи и дополнительное позиционирование АР в направлении объекта связи в море.

Выбранная концепция построения АР позволит повысить помехоустойчивость и скорость передачи информации в ионосферных каналах связи, тем самым обеспечить возможность эффективного применения каналов обмена данными в системах связи ВМФ.

В силу новизны вопросы принципов построения таких АР малоизучены и требуют дополнительных исследований.

В дальнейших исследованиях ставится задача оценки потенциальных возможностей таких антенных решеток и разработка метода их синтеза для ДКМ систем связи ВМФ.

Список литературы

1. Хазан, В.Л. Методы и средства проектирования каналов декаметровой радиосвязи : специальность 05.12.04 «Радиотехника, в том числе и устройства телевидения» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Хазан Виталий Львович ; Омский государственный технический университет. – Москва, 2009. – 35 с.
2. Халаева, Т.Н. Распространение радиоволн и антенно-фидерные устройства : учебное пособие / Т.Н. Халаева, А.М. Николаев. – Владивосток : ТОВВМУ, 2020. – 248 с.
3. Гуреев, И.Е. Возможности повышения скорости обмена данными в декаметровой системе радиосвязи с пространственной селекцией сигналов / И.Е. Гуреев // Техника радиосвязи: научно-технический сборник. – Омск : ОНИИП, 2020. – Вып. 1 (44). – С. 17–28.
4. Результаты исследования пространственно-корреляционных характеристик однолучевого ионосферного декаметрового канала связи / И.М. Орощук, И.Е. Гуреев, А.Н. Сучков, М.В. Соловьев // Морские интеллектуальные технологии. – Санкт-Петербург : ООО «НИЦ «МОРИНТЕХ», 2020. – Вып. 1 (47), т. 2. – С. 145–150.

Прийма А.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДАПТИВНОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ РЕГИСТРАЦИИ ШУМОИЗЛУЧЕНИЯ МОРСКОГО ОБЪЕКТА В УСЛОВИЯХ АКВАТОРИЙ ЗАВОДОВ-СТРОИТЕЛЕЙ

*ТОВВМУ, кафедра Гидроакустики,
г. Владивосток Камский переулок 6, 690062*

*Научный руководитель профессор кафедры Гидроакустики ТОВВМУ, д.т.н.
профессор Колмогоров В.С.*

Аннотация: Рассмотрена проблема повышения помехоустойчивости, приведены результаты эксперимента проведенного с целью оценки эффективности работы адаптивного фильтра с вертикальной антенной решеткой и одиночными гидрофонами, приведены результаты вычисления коэффициентов взаимной корреляции.

Ключевые слова: адаптивный фильтр, первичное акустическое поле, вертикальная линейка гидрофонов, коэффициент взаимной корреляции.

Одной из актуальных проблем по поддержанию акустического качества морских объектов перед сдачей ВМФ является проблема измерения гидроакустического поля морского объекта в условиях акваторий заводов-строителей при высоких уровнях промышленных фоновых помех включая импульсные помехи и зависимость качества измерений от гидрометеоусловий в момент измерений.

Одним из важнейших свойств морских объектов, используемых в целях ВМФ является скрытность. Это качество оправдывает существование весьма сложных, дорогостоящих морских объектов таких, к примеру, как АНПА, которые способны выполнять поставленные задачи, как в океане, так и в прибрежных морских районах. В отличие от корабельных сил и средств, АНПА способны более эффективно решать задачи на малых глубинах в местах прибрежного рассредоточения пунктов базирования ВМС.

Подводный шум морского объекта (МО), имея характерные сингулярные составляющие в своем спектральном составе, является классификационным признаком. Поэтому уровни и спектральный состав подводного шума, излучаемого МО, в настоящее время стоят в одном ряду с такими традиционно важными тактико-техническими их характеристиками, как скорость полного хода, живучесть энергетической установки, параметры вооружения и т.д.

Решение проблемы повышения помехоустойчивости систем регистрации малозумных морских объектов в условиях повышенного уровня шумов акватории моря (судоходства) возможно при использовании современных цифровых технологий адаптивной компенсации помех. Это позволит оценить степень скрытности АНПА, на различных режимах их движения в условиях повышенного уровня шумов в закрытой морской акватории.

Проблема повышения помехоустойчивости регистрации малозумных морских объектов приобретает все более актуальный характер. Вызвано это тем, что уровни шумов некоторых подводных объектов, к примеру, АНПА несопоставимы или ниже собственных шумов акустических полигонов и морских акваторий, где проводят измерения.

С целью повышения помехоустойчивости средств регистрации ПГАП АНПА возможно использование принципов адаптивной фильтрации [1]. При этом методика измерения (подавления) шумов моря в условиях повышенного уровня шумов моря предполагает использование второго измерительного гидрофона, расположенного таким образом, чтобы он мог использоваться как образцовый источник помехи при измерении шумоизлучения морского объекта. Использование адаптивного фильтра, на который, с одной стороны, подается смесь сигнала шумоизлучения с помехой, а, с другой стороны, измеренный с помощью второго гидрофона образцовый сигнал помехи, приведет к подавлению помех приему сигнала шумоизлучения от морского объекта [2, 3].

Адаптивная компенсация помех с использованием адаптивного фильтра типа LMS предполагает винеровскую фильтрацию сигнала с использованием уравнения Винера – Хопфа согласно которому весовые коэффициенты адаптивного фильтра вычисляются согласно выражению

$$w = R_{xx}^{-1} p_{dx}$$

где R_{xx} – автокорреляционная матрица по помехе; p_{dx} – взаимокорреляционная матрица между опорным сигналом и помехой.

Пространственно-корреляционные характеристики акустического поля согласно уравнению Винера – Хинчина, связаны со спектральными характеристиками, которые в мелководных районах имеют весьма сложный характер из-за интерференционных явлений. Интерференционная структура акустического поля в морском волноводе формируется в результате суперпозиции как рефрагированных, так и многократно отраженных от поверхности и дна гидроакустических волн.

Как показано в статье [4], повышение помехоустойчивости возможно при использовании распределенной в вертикальной плоскости антенной решетки за счет формирования характеристики направленности. Как показано в работе [5], пространственный интервал интерференционных осцилляций зависит от усреднения сигнала, как по времени, так и по пространству. Поэтому для сглаживания интерференции и повышения коэффициента корреляции возможно использование вертикально распределенной антенны.

С целью оценки эффективности работы адаптивного фильтра типа LMS и корреляционных функций зарегистрированных сигналов, был проведен эксперимент в гидроакустическом бассейне, схема которого приведена на рис. 1.

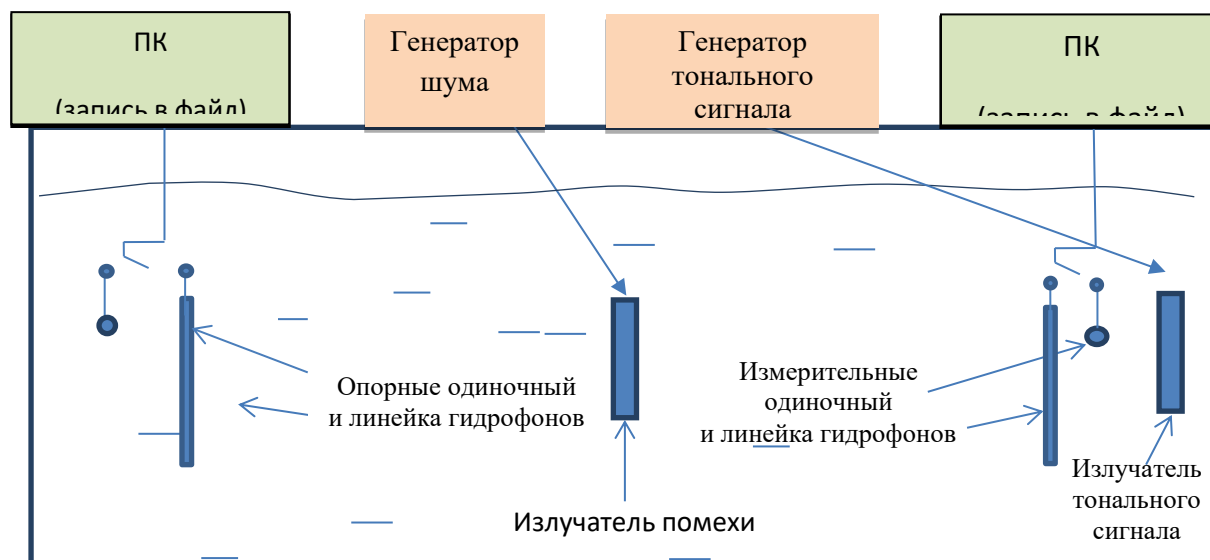


Рисунок 1. Проведение эксперимента в гидроакустическом бассейне

Экспериментальные исследования в гидроакустическом бассейне по схеме, представленной на рис. 1, проводились для оценки возможности компенсации помех с использованием адаптивного фильтра, одиночных гидрофонов и распределенной в вертикальной плоскости антенных решеток.

Методика проведения эксперимента в гидроакустическом бассейне предполагала установку уровня тонального сигнала таким образом, чтобы он регистрировался на измерительном гидрофоне (линейке гидрофонов) и не регистрировался на опорном гидрофоне (линейке гидрофонов), который располагался на определённом расстоянии от измерительного гидрофона. На опорном гидрофоне (линейке гидрофонов) формировалась только помеха.

В качестве одиночных гидрофонов использовались гидрофоны первого частотного диапазона КИП-10. В качестве распределенной антенных решеток использовались гидрофонные линейки от радиогидроакустического буя РГБ-1.

На рис. 2 показан спектр тонального сигнала, полученного с гидрофонной линейки РГБ-1.

Уровень сигнала по превышению над помехой устанавливался около 10 дБ (рис.2, б), при этом на опорной гидрофонной линейке (рис.2, а) сигнал частотой 9745 Гц не наблюдался.

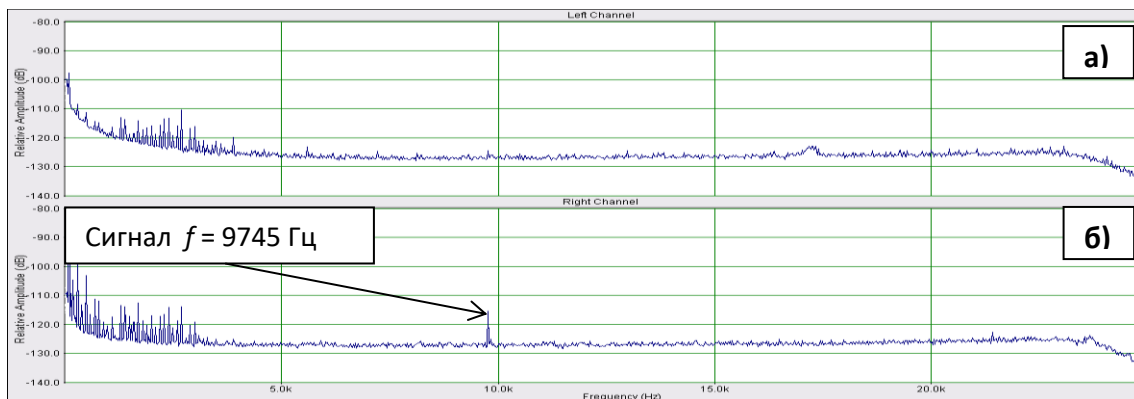


Рис. 2. Спектр регистрируемого сигнала на опорной (а) и измерительной (б) линейке гидрофонов при подаче только тонального сигнала $f = 9745$ Гц

На рисунке показан спектр регистрируемого сигнала на опорном (рис. 3, а) и измерительном (рис 3, б) гидрофоне при подаче сигнала и помехи

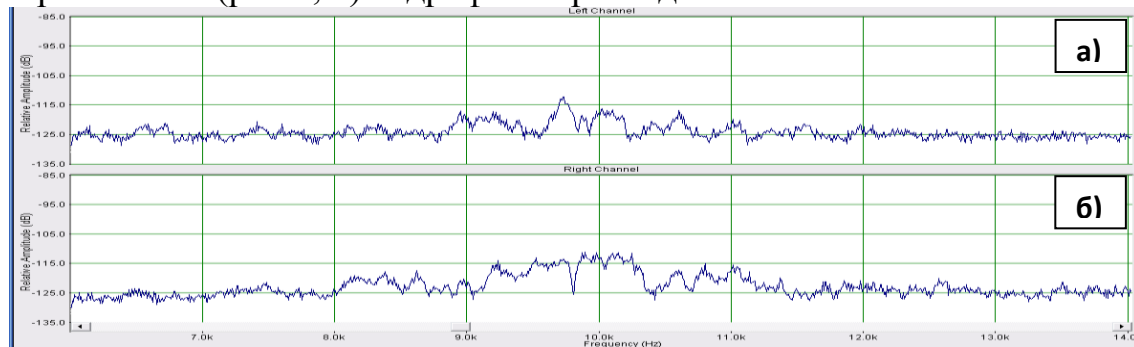


Рис. 2. Спектр регистрируемого сигнала на опорном (а) и измерительном (б) гидрофоне при подаче тонального и шумового сигнала (помехи)

Аналогичным образом была произведена запись на одиночные гидрофоны.

Спектры сигналов после адаптивной обработки сигналов с использованием одиночных ненаправленных гидрофонов и после адаптивной обработки сигналов с использованием линейки гидрофонов показаны на рис. 4, 5.

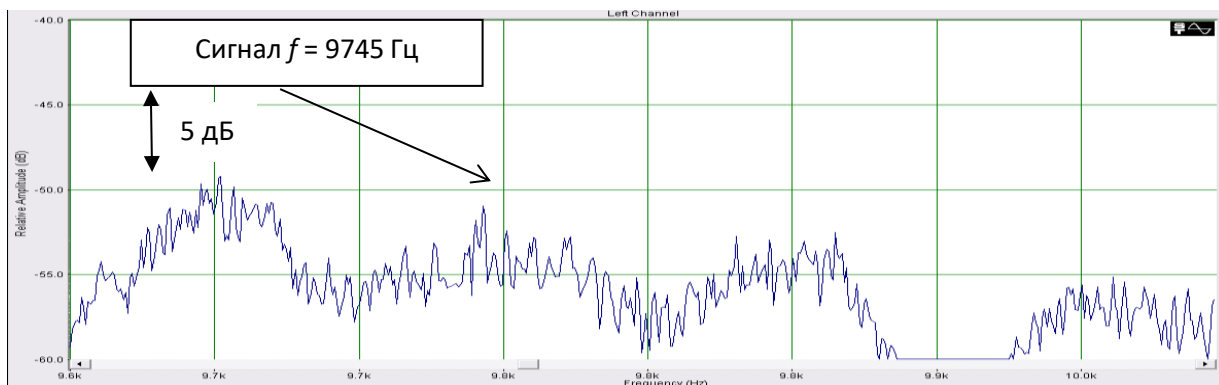


Рис. 4. Спектр на выходе схемы адаптивной обработки сигнала с использованием одиночного ненаправленного гидрофона

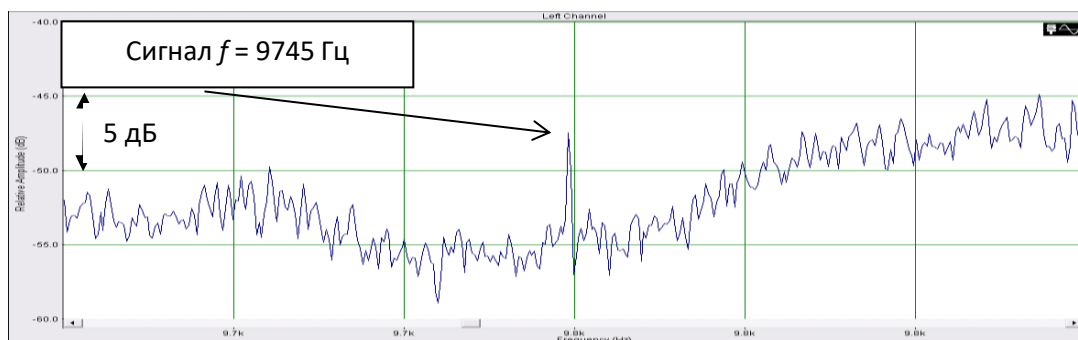


Рис. 5. Спектр на выходе схемы адаптивной обработки сигнала с использованием распределенной линейки гидрофонов

Как видно из рис. 4 и 5, уровень сигнала после адаптивной компенсации помех с использованием распределенной линейки гидрофонов от РГБ больше на 6–7 дБ, чем после адаптивной компенсации помех с выхода одиночного гидрофона.

На рис. 6, 7 показаны измеренные коэффициенты взаимной корреляции на выходе распределенной в вертикальной плоскости линейки гидрофонов и на выходе одиночных гидрофонов.

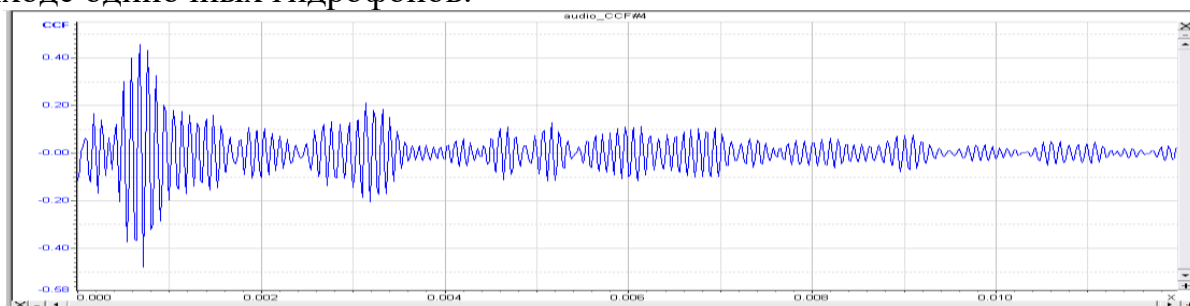


Рис. 6. Коэффициент взаимной корреляции на выходе распределенной в вертикальной плоскости линейки гидрофонов

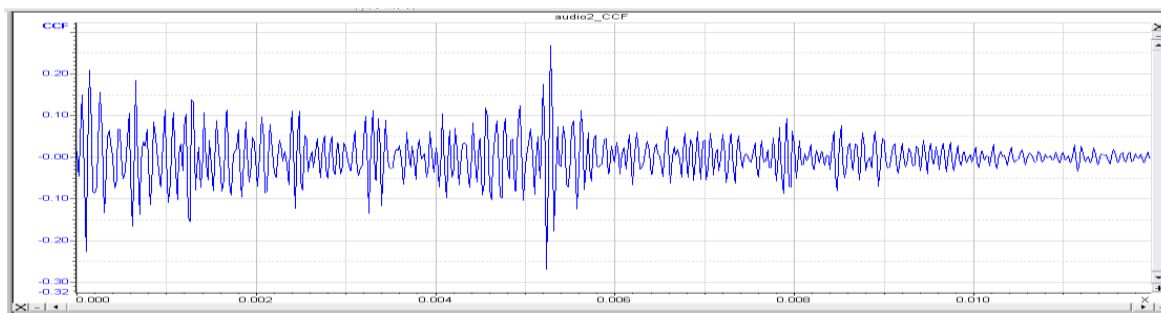


Рис. 7. Коэффициент взаимной корреляции одиночного гидрофона

По итогам данного эксперимента можно заключить, что пространственное усреднение в виде использования распределенной в пространстве линейки гидрофонов даёт больший коэффициент взаимной корреляции в условиях многолучевости по сравнению с одиночным гидрофоном и, как следствие, даёт больший уровень сигнала после обработки с использованием адаптивного фильтра на основе винеровской фильтрации.

Список литературы

1. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: учебное пособие. – 3-е изд. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 768 с.
2. Патент РФ № 2616357 от 14.04.2017. Способ регистрации малозумного морского объекта с использованием медианной фильтрации / Колмогоров В.С., Пономарев М.О., Шпак С.А. и др.
3. Патент РФ № 2659186 от 28.06.2018. Способ регистрации уровня шумоизлучения морского объекта / Колмогоров В.С., Крупеньков А.В., Шпак С.А.
4. Бармак А.С., Коротин П.И., Слизов А.Б. и др. Комплекс для измерения параметров гидроакустического поля СИ ГАП «Нева-ИПФ» // Морская радиоэлектроника. – 2011. – № 1.
5. Орлов Е.Ф., Шаронов Г.А. Интерференция звуковых волн в океане. – Владивосток : Дальнаука, 1998. – 196 с.

Плосконосова Алена Олеговна

РАБОТА СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КАРКАСА В ЗДАНИЯХ ИЗ МОНОЛИТНОГО ПЕНОБЕТОНА

*Ангарский государственный технический университет, кафедра ПГС
665831, Ангарск, Иркутской области, ул. Чайковского, 60.
Научный руководитель -Савенков Андрей Иванович*

Аннотация: В статье рассмотрена работа внецентренно-сжатых металлических элементов зданий с каркасом из легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) и несъемной опалубкой наружного слоя с заполнением

стены и перекрытия из монолитного пенобетона теплоизоляционных марок по плотности. Несущая способность стойки, находящейся в пенобетонной обойме, превысила расчётную более чем вдвое. Это подтверждает предположение о повышении устойчивости элементов металлического каркаса, находящихся внутри пенобетонного массива.

Ключевые слова: монолитный пенобетон, быстровозводимые здания, технология строительства, металлический каркас, сжатые элементы.

Применение в строительстве технологии, при которой совмещено возведение зданий из монолитного пенобетона совместно с облегченными конструкциями металлических каркасов имеет ряд достоинств. К ним относятся: относительно малый вес несущих конструкций каркаса, уменьшение общего веса стеновой конструкции и нагрузки на фундамент здания, возможность минимальных транспортных расходов по доставке сырья и конструктивных элементов на строительный объект, простота в приготовлении и подаче пенобетона к месту укладки, повышенная огнестойкость, сейсмостойкость и коррозионная стойкость конструкций, обеспечиваемая тем, что несущие элементы каркаса находятся внутри пенобетонного массива, являющегося хорошим теплоизоляционным материалом (рис. 1).

Металлический каркас здания, совместно с пенобетонным заполнением отвечает всем современным требованиям к постройке: он легкий, прочен, быстро монтируется и надежен в эксплуатации. Данная технология развивается и применяется при строительстве быстровозводимых зданий [1,2].

В настоящее время расчет элементов каркаса ведется без учета фактора стесненности, вызванного влиянием пенобетонной обоймы по [2] и согласно СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» (Актуализированная редакция СНиП II-23-81*).



Рисунок 1 - Возведение здания с каркасом ЛСТК и несъемной опалубкой ограждающих конструкций.

Для определения напряженно-деформированного состояния конструкций, работающих в пенобетонной обойме и уточнения параметров устойчивости сжато-изогнутых тонкостенных стержней, открытого и закрытого профилей, находящихся в пенобетоне, был произведен расчет и контрольное испытание металлической стойки без пенобетона, изготовлена пенобетонная обойма, имитирующая ограждающую конструкцию здания и проведены испытания стойки, находящейся внутри пенобетона.

Теоретические расчеты несущей способности свободной внецентренно-сжатой стойки проводились согласно СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции».

$$\text{Условная гибкость } \bar{\lambda} = \frac{\mu l}{i} \sqrt{R_y/E} = 3,77 \sim 3,8 \text{ ([3] п. 11.2.2)}$$

$$\text{Относительный эксцентриситет } m = \frac{eA}{W_c} = \frac{1,7 \cdot 3,72}{2,71} = 2,33$$

$$\text{Коэффициент влияния формы сечения } \eta = 1,8 + 0,15m = 2,15 \text{ ([3] т. Д.2)}$$

$$\text{Приведённый эксцентриситет } m_{ef} = \eta \cdot m = 2,15 \cdot 2,33 = 5,01 \text{ ([3] ф. 110)}$$

$$\varphi_e = 0,162 \text{ (СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» т. Д.3 по } \bar{\lambda} \text{ и } m_{ef}\text{),}$$

$$\text{отсюда: } \sigma = 24,5 \cdot 0,16 = 3,9 \frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$$

$$\text{Несущая способность } N = R_y A \varphi_e = 24,5 \cdot 3,72 \cdot 0,162 = 14,8 \text{ кН (ф.109)}$$

В соответствии с данным расчетом, максимальное значение продольной силы свободно нагруженной стойки с эксцентриситетом 1,7 см составляет 14,8 кН. При работе стойки внутри пенобетона возможны продольные деформации, но затруднены поперечные (схема рис.2).

При испытании стойки, датчики деформаций находились в растянутой зоне, поэтому значения абсолютных перемещений получены близкими к теоретическим (рис.3).

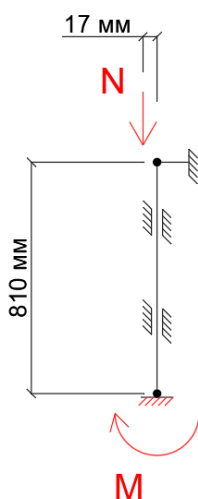


Рисунок 2 - Возможная расчетная схема стойки в обойме из пенобетона.

Минимум деформации объясняется наличием пенобетонной обоймы, поскольку пенобетон имеет высокую жесткость, намного большую чем у прочих

теплоизоляторов. Пенобетон, плотно облекая стойку, не дает ей свободно выгибаться. Поэтому стойка, как элемент конструкции, под действием нагрузки деформируется только в продольном направлении.

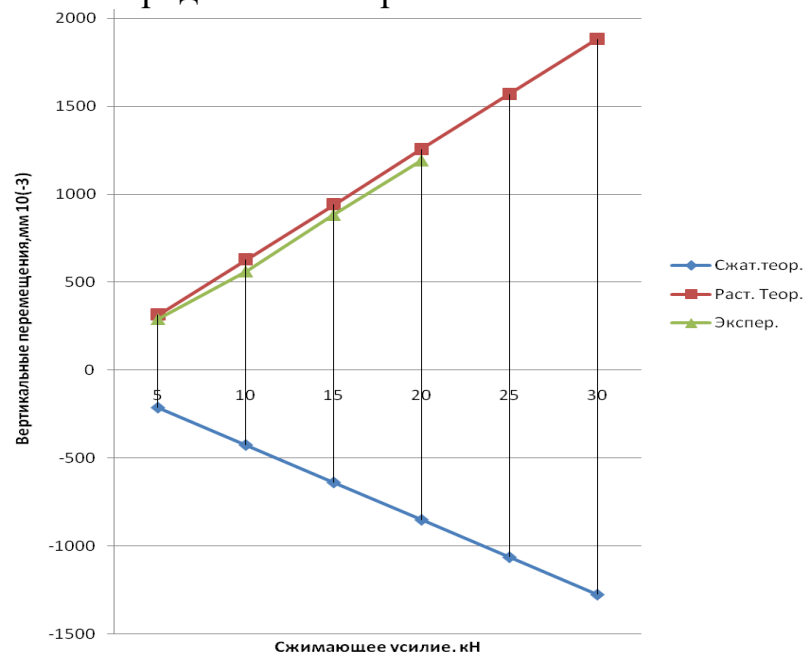


Рисунок 3 - Результаты испытаний стойки без обоймы. Теоретические вертикальные перемещения точек стойки и практические на растянутом волокне.

Следовательно, в случае, когда внецентренно нагруженная стойка находится внутри пенобетонной обоймы, возможно увеличение её несущей способности по причине поперечной стесненности статической работы.

Стойка в пенобетонной обойме при испытаниях вела себя иначе (рис. 4). В ходе испытаний выяснилось, что стойка продолжала работать упруго даже после исчерпания теоретической несущей способности, определенной в соответствии с СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции».

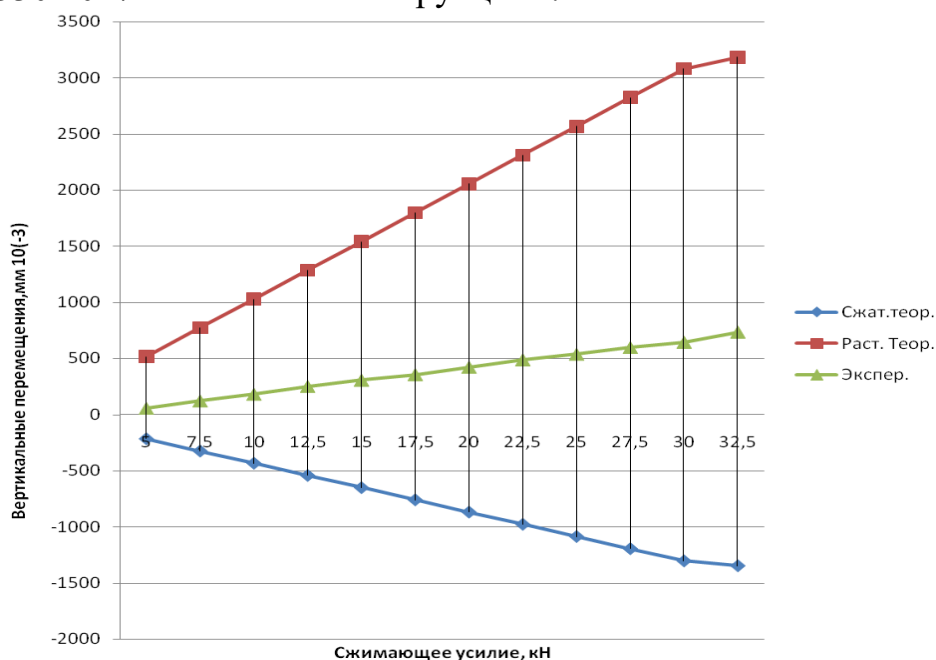


Рисунок 4 - Результаты испытаний стойки с пенобетонной обоймой. Вертикальные перемещения точек стойки на растянутом волокне.

В итоге, несущая способность испытуемой стойки превысила расчетную более чем вдвое. Это подтверждает предположение о повышении устойчивости элементов металлического каркаса, находящихся в пенобетонном массиве [4].

Теоретические максимальные нормальные напряжения в растянутых волокнах, соответствующие данным перемещениям, составили более 24 кН/см^2 , это превышает величину расчётного сопротивления. Но, фактические суммарные нормальные напряжения были намного меньше, что объясняется перераспределением напряжений внецентренно-сжатого элемента из-за стеснённого изгиба в пенобетонной обойме.

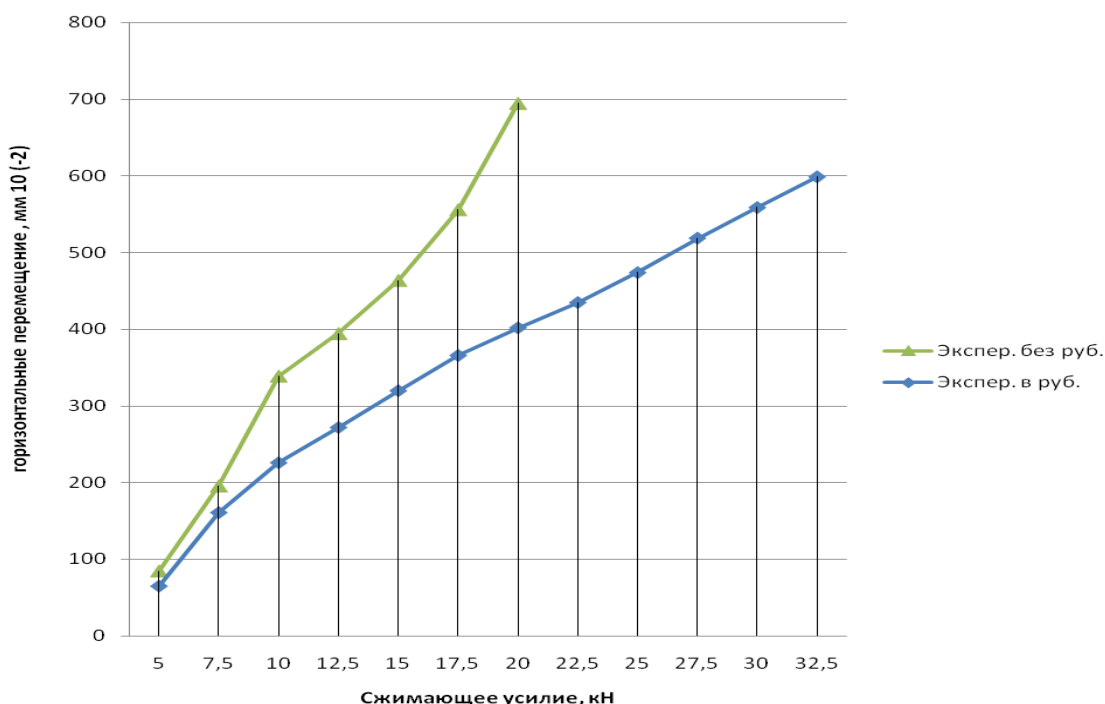


Рисунок 5 - Результаты испытаний свободной стойки и с пенобетонной обоймой. Горизонтальные перемещения стойки в середине пролета.

В ходе испытаний показано, что стойка продолжала работать упруго даже после исчерпания несущей способности, определённой по СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции» Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. В итоге, несущая способность испытуемой стойки превысила расчётную более чем вдвое. Это подтверждает предположение о повышении устойчивости элементов металлического каркаса, находящихся в пенобетонном массиве.

Список литературы:

1. Савенков А.И., Горбач П.С., «Сборно-монолитные пенобетонные здания с металлическим каркасом», // Специализированный журнал «Строим вместе». – Иркутск, 2007.
2. Туснин А.Р. Облегченные перекрытия многоэтажных зданий со стальным каркасом // Промышленное и гражданское строительство. 2016. №10. С. 99-103.

3. Белый А.Г. «Деформационный расчет и устойчивость тонкостенных призматических стержней произвольного профиля, с двухосным эксцентриситетом», -СПб.: 2000.

4. Савенков А.И., Заенец Е.О., Кетнер А.В. «Деформации внецентренно-сжатой стойки в пенобетонной обойме» //Сборник научных трудов АнГТУ 2021,-Ангарск: 2021 с.130.

References:

1. Savenkov A.I., Gorbach P.S., "Prefabricated monolithic foam concrete buildings with a metal frame", // Specialized magazine "Building together". - Irkutsk, 2007.

2. Tusnin A.R. Lightweight overlappings of multi-storey buildings with a steel frame // Industrial and civil construction. 2016. No.10. pp. 99-103.

3. Bely A.G. "Deformation calculation and stability of thin-walled prismatic rods of arbitrary profile, with biaxial eccentricity", -St. Petersburg: 2000.

4. Savenkov A.I., Zaenets E.O., Ketner A.V. "Deformations of an off-center compressed rack in a foam concrete cage" //Collection of scientific works of AnGTU 2021,-Angarsk: 2021 p.130.

Оселедец Александр Георгиевич¹, Тушков Александр Анатольевич²

СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ АСПЕКТЫ ПОТЕСТАРНЫХ ОТНОШЕНИЙ В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ РУССКОЙ ЛОКАЛЬНОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ

¹*Дальневосточный федеральный университет, п. Аякс, о. Русский, 10, г. Владивосток, Приморский край, Россия, 690922*

²*Владивостокский государственный университет экономики и сервиса, ул. Гоголя, 41, г. Владивосток, Приморский край, Россия, 690014*

Аннотация. Для современной российской политической практики характерны три вида различных социальных установок, обусловленных социальными причинами: корпоратократические, которые являются установками новообразованных элит, чаще всего экономического толка.

Ключевые слова: власть, цивилизация, социальные причины

Переплетение архаичных и современных черт властного процесса в современной России дают возможность говорить о том, что характеристики цивилизации влияют на свойства власти — власть создает прецеденты в рамках цикла, являясь агентом, через который внешние элементы поступают в среду цивилизации.

Цивилизация, как явление существует в трех плоскостях: время, пространство и прецедент, которые являются переменными величинами и также связаны с таким циклом, как стагнация — хаос — отчуждение — восстановление. Русская локальная цивилизация влияет на власть через базовые свойства, а власть на цивилизацию — через прецедент, внедряя новые внешние

элементы. Тем самым происходит адаптация привнесенных отношений и систем ценностей к внутренней среде. Политическая власть в рамках цивилизационного развития в таком случае носит следы травмы восприятия соседней, противостоящей цивилизацией, где маркирована как «антимир». Такое посттравматическое состояние влияет на рациональность всей нации, ставя культуру русской локальной цивилизации в подчиненное положение, создавая феномен отчуждения. Последующее изменения трех аспектов цивилизации, таких как, структура ценностей и цивилизационный выбор моделей и ориентиров, изменения самоидентификации и репрезентации, а также динамику элит и процессы происходящие в процессе социализации и рекрутинга последних определяют выживаемость и успешность цивилизации на следующем этапе. Для современной российской политической практики характерны три вида различных социальных установок, обусловленных социальными причинами: корпоратократические, которые являются установками новообразованных элит, чаще всего экономического толка. Второй вид — это традиционные элиты включающие национал-патриотически ориентированные элиты, также представители так называемых «силовиков». Третью разновидность культурных установок можно обозначить как гражданские или народные представления, больше связанные с концепцией социал-демократии.

Важную роль в изменении принципов действия политической власти в локальной цивилизации имеет процесс вторичной архаизации. Создаваемая квазитрадиция из эклектичного сплава предыдущих практик меняет облик не только процессов управления, но и основные принципы. Существующий культурный упадок ставит общество и элиты перед задачей создания нового общества через формирование образа будущего для всех, либо для избранных, в чем и заключается основная проблема. Так как частично ядро цивилизации — это ценности и язык, основным изменениям под влиянием в том числе внешних факторов подвергаются именно они как наиболее уязвимые и неустойчивые к воздействию элементы. Тактика цивилизационных конкурентов в смещении акцентов, изменении центра локальной цивилизации, с ценностей на технологии и механические действия, с языковых практик в практики социальных сетей, которые подменяют язык и его нормы.

Попытка осмысления цели существования не только самой России, создание целостного имиджа русской локальной цивилизации, ставит задачи не просто формирования идентичности, но и преодоление последствий распада 90-х годов и раскола внутри самого «Русского мира». Существует три возможные сферы осмысления «Русского мира» как феномена, а, следовательно, и русской локальной цивилизации. Геополитическая, связанная с суверенитетом страны и культурной самобытностью, геоэкономическая приобретающая особую актуальность в условиях надвигающегося мирового экономического коллапса, а также непосредственно геокультурная связанная с работой как с соотечественниками за рубежом, так и мигрантами, прибывающими в Россию [1]. Несколько уровней существования русской локальной цивилизации предполагают не только разнообразие культур и возможных сценариев развития,

но также разные уровни восприятия власти как феномена. Это — светский, государственный уровень, внешний транснациональный, а также культурная и духовная оценка политической реальности. Каждый уровень в свое время соответствует ядру локальной цивилизации. Архетипические отношения элементов системы, власти и культурной матрицы позволяют моделировать способ развития цивилизации или ее отдельных, так и проследить изменения власти в русской локальной цивилизации, которая задает определённый тон всей социальной жизни сообщества.

Таким образом бессознательное восприятие власти, пространства, «иного» и самих себя формирует те принципы, на которых основывается русская локальная цивилизация. Здесь изменчивость власти, её стремление перетягивать чуждые архетипы, саму форму «чужеродности» как способ легитимации не совсем совпадает не только с ожиданиями населения, но и с логикой процесса.

Список литературы

1. Градировский, С.Н. Русский мир как объект геокультурного проектирования / С. Н. Градировский, Б.В. Межуев. Русский Архипелаг. Сетевой проект «Русского Мира». — URL: https://archipelag.ru/ru_mir/history/histori2003/gradirovsky-russmir/ (дата обращения 21.04.2021).

Волков Илья Евгеньевич, Стародубцев Павел Анатольевич

УНИФИКАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ РАБОЧИХ МЕСТ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ СПОСОБОМ РЕКОНФИГУРАЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПО ДОЛЖНОСТНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

*Тихоокеанское высшее военно-морское училище имени С.О. Макарова,
г.Владивосток, 690062, Камский пер., 6*

Аннотация. В статье предложен способ унификации автоматизированных рабочих мест автоматизированных систем управления специального назначения за счет применения реконфигурации специализированного программного обеспечения по идентификации должностных лиц в зависимости от функционального распределения ролей в системе управления.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, информационное обеспечение, специальное программное обеспечение, идентификация, аутентификация, реконфигурация, унификация средств автоматизации управления.

Современное состояние и развитие информационных и телекоммуникационных технологий позволяют широко использовать в системах управления автоматизированные системы управления (АСУ) различного

назначения, построенные на использовании комплексов средств автоматизации, технологий локально-вычислительных сетей и соответствующего информационного и программного обеспечения.

Существует множество теоретических и практических разработок в области создания и построения автоматизированных систем управления. Особенностью проектирования и разработки современных АСУ специального назначения является требование по возможности их интеграции в уже существующие и функционирующие АСУ общего и специального назначения, а также обеспечение их информационной безопасности с учетом открытого принципа построения автоматизированных систем.

Основными принципами, которыми необходимо руководствоваться при разработке автоматизированных систем являются принципы: системности, развития (открытости), совместимости, стандартизации (унификации) и эффективности [1].

Стандартизация (унификация) является одним из основных способов реализации принципов проектирования автоматизированных систем и комплексов средств автоматизации.

Принцип стандартизации (унификации) заключается в том, что при создании систем должны быть рационально применены типовые, унифицированные и стандартизированные элементы, проектные решения, пакеты прикладных программ, комплексы и компоненты.

Унификация средств автоматизации (комплексов средств автоматизации управления, автоматизированных рабочих мест должностных лиц системы управления) позволяет производить их резервирование и оперативную замену в случаях выхода из строя или воздействия других дестабилизирующих факторов.

Реализация этого принципа в полной мере коррелирует с такой характеристикой системы управления как устойчивость, которая определяется вероятностью надежного управления при деструктивных воздействиях на систему управления, а также при передаче функций управления с одного пункта управления на другой [2].

Возможность применения унифицированных автоматизированных рабочих мест (АРМ), с учетом их подключения к сети АСУ, должностными лицами при изменении их местонахождения или при перемещении с одного пункта управления на другой позволяет, кроме того, обеспечить мобильность и гибкость системы управления.

Автоматизированное рабочее место представляет собой программно-технический комплекс автоматизированной системы, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида [3, 4].

Исходя из данного определения, можно обозначить два направления унификации АРМ должностных лиц: техническое и программное.

Техническая унификация достигается за счет применения однотипных и совпадающих по своим характеристикам электронно-вычислительных машин. В данном случае на этапе проектирования АСУ и выбора типа АРМ необходимы обоснование и расчет требуемых минимальных характеристик соответствующих

техническому заданию на проектирование или запрашиваемому функционалу автоматизированных рабочих мест.

Программная унификация АРМ должностных лиц подразумевает наличие на автоматизированном рабочем месте определенного набора программного обеспечения, необходимого для автоматизации выполнения заданных функций управления и деятельности должностного лица. Из этого следует, что использование общего и специального программного обеспечения на АРМ должно быть четко регламентировано. Кроме того, в зависимости от обязанностей и функций (ролей) выполняемых разными должностными лицами им должен предоставляться доступ к информационным ресурсам системы, а также различное специальное программное обеспечение, позволяющее выполнять им заданные функции. Это определяет необходимость разграничения доступа должностных лиц к информационным и программным ресурсам. Для разграничения доступа к ресурсам АСУ применяются процедуры идентификации и аутентификации.

Идентификация – процедура распознавания пользователя по его личному идентификатору.

Аутентификация – проверка подлинности пользователя перед предоставлением ему доступа к ресурсам или сервисам.

Для выполнения процедур идентификации и аутентификации каждому пользователю присваивается сетевое имя (логин) и пароль доступа.

Таким образом, определив необходимость и порядок разграничения доступа, можно сформулировать соответствующие требования к структуре построения специального программного обеспечения, которые заключаются в создании единого порядка входа в программную среду автоматизированной системы управления, и различных вариантов построения программного обеспечения в зависимости от ролей пользователей.

Для реализации отдельного использования специального программного обеспечения в зависимости от выполняемых функций целесообразно применить модульный принцип построения программного обеспечения, при котором каждый пользователь системы будет иметь доступ к конкретному программному модулю. Требуемый модуль программного обеспечения в случае его отсутствия на автоматизированном рабочем месте может загружаться с сервера автоматизированной системы дополнительно к общей программной среде при идентификации пользователя. То есть, специальное программное обеспечение может реконфигурироваться под конкретного пользователя системы.

Реконфигурация программного обеспечения – изменение конфигурации ранее сконфигурированного программного обеспечения [4].

Процедура реконфигурации программного обеспечения востребована в том числе при изменении местоположения должностного лица и его работы на любом автоматизированном рабочем месте входящим в автоматизированную систему. Данный способ построения специального программного обеспечения позволит повысить устойчивость работы системы в случаях отказов и

необходимости восстановления функционирования информационно-управляющей подсистемы автоматизированной системы управления.

Такой подход к унификации автоматизированных рабочих мест позволит обеспечить устойчивость функционирования объектов системы управления за счет возможности восстановления и переразвертывания информационно-управляющей подсистемы, включающее переустановку операционных систем, общего программного обеспечения и специального программного обеспечения при деструктивных информационно-технических воздействиях на систему управления, повысить качество информационно-программного обеспечения, обеспечить отдельный доступ пользователей к информационным ресурсам и соответственно повысить безопасность АСУ [5].

Таким образом, в целях обеспечения выполнения требований к функционированию АСУ и соблюдения принципов ее построения предлагается унификация АРМ, входящих в состав АСУ способом реконфигурации программного обеспечения по должностной идентификации.

Список литературы

1. РД 50-680-88. Методические указания. Автоматизированные системы. Основные положения. Руководящий документ по стандартизации. Введен в действие 01.01.90 – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1989. – 8 с.
2. Автоматизация управления и связь ВМФ / под общ. ред. Ю.М. Кононова. – Изд. 2-е. – СПб. : Элмор, 2001. – 512 с.
3. Словарь войск связи Вооруженных Сил Российской Федерации / под общ. ред. Е.А. Карпова. – М. : – Воениздат, 2008. – 215 с.
4. ГОСТ 34.003-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения : Межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 27.12.1990 г. № 3399 : введен впервые : 01.01.1992 г./ разработан Министерством электротехнической промышленности и приборостроения СССР. – М. : Стандартинформ, 2009. – VII, 16 с.
5. ГОСТ Р ИСО 9241-129–2014. Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 129. Руководство по индивидуализации программного обеспечения : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10.09.2014 г. № 1056-ст : введен впервые : 10.09.2014 г./ разработан Автономной некоммерческой организацией «Институт безопасности труда». – М. : Стандартинформ, 2015. – VII, 40 с.

Шведов Михаил Петрович

**МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АППАРАТУРЫ
СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ
ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И УЧЁТА ВРЕМЕНИ НАРАБОТКИ
ТЕХНИКИ СВЯЗИ**

*Тихоокеанское высшее военно-морское училище имени С.О. Макарова,
г.Владивосток, 690062, Камский пер., 6
Научный руководитель - Волков Илья Евгеньевич*

Аннотация. В статье представлено разработанное устройство контроля технического состояния и учёта времени наработки техники связи, реализующие автоматизацию мониторинга и оперативный контроль технического состояния техники связи подсистемы технического обеспечения связи и автоматизированных систем управления (ТОС и АСУ).

Ключевые слова. Автоматизация, устройство, контроль, техническое состояние, учёт наработки, Arduino.

В настоящее время наиболее перспективными, наукоемкими и значимыми для Военно-Морского Флота являются новейшие информационные технологии создания и развития средств автоматизации управления [1], контроль технического состояния, а также планирование, учёт эксплуатации и ремонта техники связи, которые позволяют обеспечить планирование и своевременное техническое обслуживание техники связи.

В современных условиях развития отечественного производства техники связи особенно актуальным становится внедрение телеметрической системы и информационных технологий в производственные процессы сопровождения технической эксплуатации, где одним из ключевых вопросов является использование полной, достоверной и актуальной информации о техническом состоянии техники связи, от которой зависит качество мониторинга технического состояния техники центров и узлов связи Военно-Морского Флота.

Как показывает анализ большинство современных образцов техники связи в своем составе, не имеют средств учёта времени наработки.

В настоящее время применение устройств контроля технического состояния и учёта времени наработки техники связи в системе управления связью не реализовано и рассматривается в качестве перспективного решения задач мониторинга и контроля текущего состояния техники связи, а также возможности учёта времени наработки техники связи на средствах автоматизации управления в масштабе времени близкому к реальному в подсистеме технического обеспечения связи и автоматизированных систем управления (ТОС и АСУ).

Данное устройство контроля технического состояния и учёта времени наработки техники связи было разработано на базе аппаратно-программной платформы Arduino UNO с микроконтроллером ATmega328 (рис. 1).



Рисунок 1. Аппаратно-программная платформа Arduino UNO
с микроконтроллером ATmega328

Плата Arduino UNO – самое популярное и самое доступное устройство, в основе которой лежит чип ATmega.

Arduino – это название технологии, которая открывает широкие возможности по автоматизации. Для работы с инженерными проектами не нужно покупать дорогие решения – можно легко и дешево купить электронную плату Arduino UNO, а все необходимые библиотеки можно скачать с официального сайта [2] или найти на сотнях других ресурсов в интернете. Миллионы людей используют платформу Arduino для своих проектов, создавая интересные решения для умного дома, робототехники или интерактивных развлечений, именно поэтому, Arduino UNO была выбрана для решения разработки устройства контроля технического состояния и учёта времени наработки техники связи.

Для расширения функциональных возможностей по контролю технического состояния и учёта времени наработки техники связи, качественного планирования технического обеспечения связи, а также для оперативного контроля технического состояния средств связи с использованием сопряжения с автоматизированным рабочим местом должностных лиц, осуществляющих управление средствами связи, было разработано устройство контроля технического состояния и учёта времени наработки техники связи, показанное (рис.2) [3].

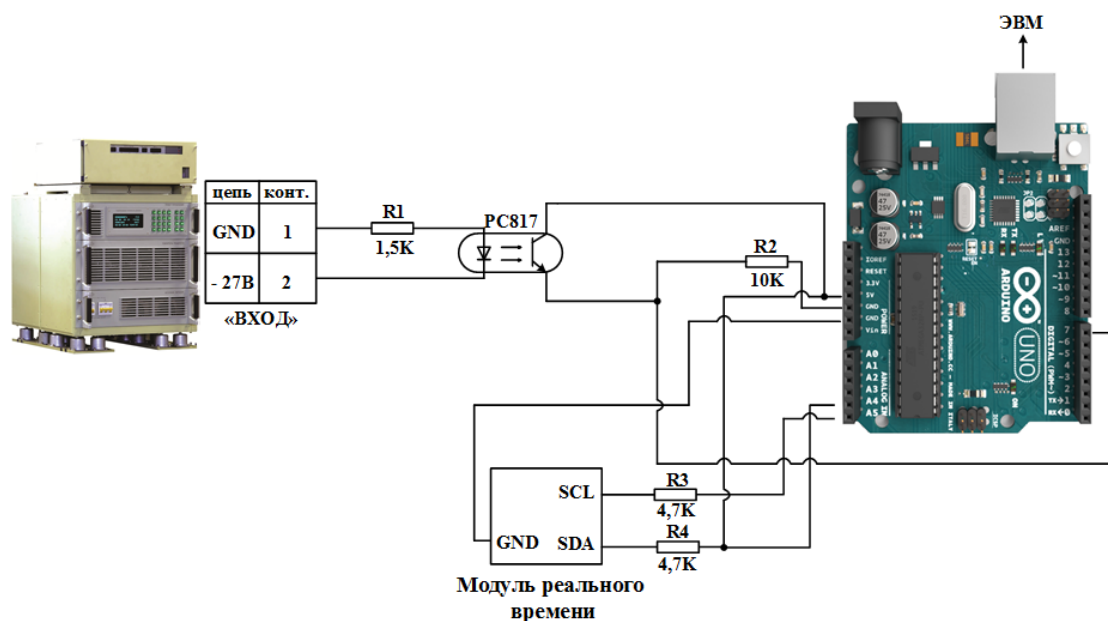


Рисунок 2. Схема подключения устройства контроля технического состояния и учёта времени наработки техники связи к ЭВМ

Разработанное устройство контроля технического состояния и учёта времени наработки техники связи позволяет осуществлять подключение к электро-вычислительной машине (ЭВМ) и контролировать состояние и вести учёт времени наработки до 12 единиц техники связи. Кроме того, имеется возможность увеличения контролируемой техники за счёт добавления необходимого количества микроконтроллеров или выбора другого микроконтроллера [4].

Апробация натурных испытаний устройства контроля технического состояния и учёта времени наработки техники связи была проведена на современном транзисторном радиопередающем устройстве Р-646 (рис.3), которое в настоящее время поступает на вооружение надводных кораблей, подводных лодок новых проектов и используется в береговых частях связи [5].



Рисунок 3. Радиопередающее устройство Р-646

Устройство контроля технического состояния и учёта времени наработки техники связи, показанное на рис. 2, принимает сигнал от системы управления вторичным источником питания аппаратуры связи, обрабатывает и формирует его в цифровой сигнал для передачи на ЭВМ.

Система управления вторичным источником питания выполняет функции контроля рабочих параметров и защиты от недопустимых режимов работы. Также, система управления обеспечивает изменение и передачу параметров, характеризующих состояние техники связи.

Автоматизированный контроль технического состояния включает в себя аналоговую и цифровую часть. Аналоговая часть обеспечивает регистрацию сигнала, получаемого от техники связи, и формирует управляемое напряжение, подаваемое на микроконтроллер.

Цифровая часть формирует и передаёт через интерфейс информационный двоичный сигнал, который обрабатывается специальным программным обеспечением, установленным не в устройстве, которое оценивает состояния техники, фиксирует время работы при помощи модуля реального времени и реализует отображение результатов контроля технического состояния и учёта наработки техники связи на ЭВМ.

От радиопередающего устройства Р-646 при исправности изделия индикации на панели управления «ГОТОВ» на устройство контроля технического состояния и учёта времени наработки поступает управляющее постоянное напряжение минус -27 В . В сопротивлении $R1$ происходит преобразование напряжения до уровня необходимого для открытия оптрона РС817. Для защиты от помех напряжение 5 В поступает на делитель сопротивления $R2$ и далее на землю. К микроконтроллеру подключен автономный модуль реального времени с часами и календарём для подсчёта времени работы изделия. С микросхемы подаётся напряжение 5 В , которое поступает через оптрон на микроконтроллер, имеющий в своем составе: многоканальный мультиплексированный порт АЦП (аналого-цифровой преобразователь) для опроса и управления напряжением источника питания, формируя, таким образом информационный сигнал в виде двоичного кода «0» или «1» для программного обеспечения, установленного на компьютере, что в результате даёт возможность вести автоматизированный контроль технического состояния и учёта времени наработки техники связи в режиме реального времени.

На основе проведенных на современном транзисторном радиопередающем устройстве Р-646 натурных испытаний устройства контроля технического состояния и учёта времени наработки техники связи при взаимодействии с разработанной программой контроля технического состояния аппаратуры связи, предназначенной для реализации функционирования устройства контроля технического состояния и учёта времени наработки техники связи, на которую получено свидетельство о регистрации программы, позволяют производить контроль работоспособности и фиксацию времени наработки техники связи в

реальном масштабе времени на автоматизированное рабочее место должностного лица.

В качестве предложения по дальнейшему использованию разработанного устройства контроля технического состояния и учёт времени наработки техники связи, является внедрение его в конструкцию современной техники связи.

Таким образом, внедрение разработанного устройства контроля технического состояния и учёта времени наработки техники связи в конструкцию современной техники связи и комплексов военного назначения, позволит реализовать автоматизацию подсистемы ТОС и АСУ, обеспечив мониторинг и оперативный контроль технического состояния техники связи, а также отображения времени наработки техники связи в базе данных на автоматизированном рабочем месте должностного лица при планировании мероприятий ТОС и АСУ.

Список литературы

1. Автоматизация управления и связь ВМФ / под общ. ред. Ю.М. Кононова. – Изд. 2-е. – Санкт-Петербург : Элмор, 2001. – 512 с.
2. Официальный сайт «ARDUINO» [Электронный ресурс]. <https://arduino.cc.ru>.
3. Шведов М.П., Разработка устройства контроля технического состояния и учёта времени наработки техники связи / Морской Сборник №12. г. Москва, 2021. – С. 73-76.
4. Шведов М.П., Волков И.Е. Разработка принципиальной схемы устройства контроля технического состояния и учёта времени наработки / Материалы 63-й Всероссийской научной конференции: Сб. научных трудов – Вып. 63. – Владивосток: ТОВВМУ, 2020. – С. 140-142.
5. Изделие Р-646. Руководство по эксплуатации. ПЯИУ.464127.02 РЭ. – 64с.

Саламанова Мадина Шахидовна

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ БЕТОНОВ

ГГНТУ имени М.Д. Миллионщикова, РФ, Грозный, 364051, пр. Исаева 100

Аннотация. Отечественный промышленный опыт высотного строительства требует проектирования современных высококачественных композитов, так как при возведении высотных зданий необходимо использование бетонов классов В60–120 для успешного восприятия огромных нагрузок на несущие конструкции, фундаменты и сваи. В работе представлены результаты разработок высококачественного бетона с использованием тонкодисперсной вулканической добавки и суперпластификатора нового поколения. Предлагаемая технология создания бетонов способствует получению

классов бетона В40–55, высокая плотность и незначительное водопоглощение позволят создавать жесткие и прочные конструктивные элементы высотного монолитного строительства.

Ключевые слова: высококачественный бетон, вулканический пепел, суперпластификатор, прочность, жесткость, добавки, минеральный порошок, вяжущие вещества

Отечественный промышленный опыт высотного строительства (выше 26 этажей) интенсивно развивается, тенденция к росту городов верх становится мировым трендом, и небоскребы являются визитной карточкой региона, отличающиеся более сложными инженерными системами жизнеобеспечения и конструктивными элементами, выполненными из высококачественного бетона. Поэтому при проектировании и возведении высотных зданий необходимо разрабатывать линейку классов бетона В60–120, для успешного восприятия огромных нагрузок, в том числе ветровых, на несущие конструкции, фундаменты и сваи [1, 3, 5].

Разработка высококачественных и прочных бетонов требует полного отказа от экономически выгодных вариантов, и тщательного подбора всех компонентов композиции. Для обеспечения высокой жесткости конструктивной схемы даже стержневую арматуры заменяют одиночными или сдвоенными двутаврами. Невозможно выделить определяющую роль какого-то отдельного элемента, все применяемые материалы должны обладать высоким спектром свойств. Вяжущие вещества, обеспечивают набор проектной прочности бетона, поэтому должны иметь высокую активность и характеризоваться стабильным химико-минералогическим составом, с повышенным содержанием трехкальциевого силиката кальция. Особое внимание уделяется и заполнителю, ведь известно, что доля его в объеме бетонного композита занимает примерно 80%, и именно этот компонент отвечает за жесткость моделируемой системы [2, 4]. Поэтому мелкий и крупный заполнитель должен отвечать всем требованиям, предъявляемым к высококачественным материалам и обладать соответствующей минералогией. Особенно важно учитывать, что бетонные смеси должны будут транспортироваться вертикально вверх на большие расстояния, и чтобы снизить нагрузку и давление на пневмонасосы, рекомендуется использовать мелкозернистые фракции щебня 5–20 мм, при этом с сопоставимо равным расходом с мелким заполнителем. Также учитывается петрографический состав материалов, желателен заполнитель из магматических, глубинных горных пород, с высокой прочностью по дробимости (1200–1400 МПа). Перечисленные составляющие используют в основном для получения традиционных классов бетона, а современные технологии требуют применения минеральных порошков и суперпластификаторов стерического и электростатического механизмов действия. Без перечисленных минеральных и химических модификаторов невозможно будет получить высокоподвижную бетонную смесь, легко транспортируемую по трубопроводу и качественно

укладывающуюся в форме сложной геометрической конфигурации, что позволит повысить качество поверхности и свойства элемента в целом [6, 7].

Перечисленные требования к моделированию и подбору состава высококачественного бетона, подтверждают всю ответственность и важность этого процесса, непосредственно влияющего на формирование структуры, кинетику набора свойств и на эксплуатационную надежность здания в общем. Следовательно, вопросы разработки высокопрочных бетонов с использованием сырья местного региона, остаются в постоянном поиске и требуют дальнейшего исследования, тем более что рынок химической продукции развивается, поэтому желательно изучить влияние современных новых модификаторов на технологические и физико-механические свойства конечного продукта [8, 9].

В научно-техническом центре коллективного пользования «Современные строительные материалы и технологии» ГГНТУ имени академика М.Д. Миллионщикова на протяжении многих лет осуществляются экспериментальные работы по получению модифицированных высококачественных бетонов, с использованием многокомпонентных вяжущих систем, фракционированных заполнителей, минеральных тонкодисперсных порошков различной природы и современных гипер- и суперпластификаторов. Конечно в первую очередь преследуется возможность использования местной сырьевой базы, использование на практике таких проверенных технологических приёмов, как домол вяжущего, способ перемешивания бетонной смеси, активация системы и др. позволят достигнуть желаемых результатов.

Для получения многокомпонентного вяжущего был использован портландцемент бездобавочный ЦЕМ I 42,5 Н, производитель АО «Чеченцемент». Физико-механические свойства:

- удельная поверхность изменяется в диапазоне 328–337 м²/кг;
- водопотребность 24–25%;
- начало и конец схватывания 2 часа 15 минут и 3 часа 40 минут соответственно;
- предел прочности при сжатии 52,6 МПа и 6,2 МПа.

Минералогический состав представлен следующими соединениями, % по массе: C₃S=59; C₂S=16; C₃A=8; C₄AF=13.

Известно, что именно клинкерные минералы являются активными составляющими в бетонной композиции, и взаимодействуя с водой, образуют труднорастворимые и прочные соединения, но необходимо учитывать, что одновременно существуют продукты гидратации, требующие связывания их в целях устранения коррозионных процессов, поэтому вяжущую систему рекомендуется наполнять активными минеральными добавками (АМД). В качестве АМД был использован механоактивированный порошок вулканического пепла, представляющего собой смесь аморфизированной субстанции (до 80%) из силикатов и алюмосиликатов и их гидратов в кристаллическом состоянии. Химический состав порошка вулканического пепла в % по массе: MgO = 0,20; Al₂O₃ = 13,57; SiO₂ = 73,67; K₂O = 6,00; CaO = 1,79; Fe₂O₃ = 1,52; Na₂O = 2,85; CuO = 0,40.

Изучение частиц вулканического пепла сканирующим электронным микроскопом (рис. 1) показало на поверхности зерен неровности различной формы и размеров, а у отдельных пластин установлена закрытая пористость, следовательно, поверхность частиц порошка вулканической добавки послужит основой для зарождения и роста кристаллов новообразований.

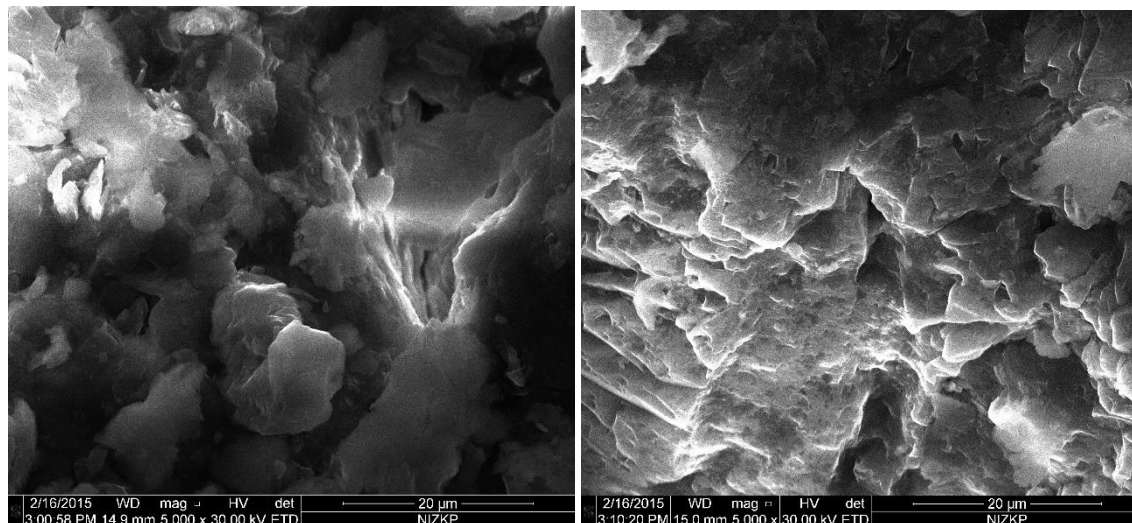


Рисунок 1. Микрофотография частиц порошка вулканического пепла при увеличении 5000 раз.

Вулканическая добавка подвергалась тонкому измельчению в вибрационной шаровой мельнице в течение 30 минут, удельная поверхность порошка составила $545 \text{ м}^2/\text{кг}$. Продолжительность измельчения, помольный агрегат был выбран экспериментальным путем, именно эти значения являются наиболее рациональными. Оптимальная степень наполнения вяжущей системы «портландцемент – вулканический порошок» составила 15%, именно при этом содержании минеральной добавки происходит ощутимый прирост прочности на 10-12%, несмотря на то, что водопотребность цементного теста увеличилась на 1,5 порядка, активность была обеспечена дополнительной порцией низкоосновных гидросиликатов кальция.

Местный ресурс испытывает дефицит крупнозернистых качественных песков, республика богата мелкими и тонкими песками, поэтому для создания высококачественного бетона мелкий заполнитель использовали привозной из близлежащего региона. Алагирский песок кварцево-полевошпатовой минералогии с модулем крупности 2,8 соответствует требованиям ГОСТ 8736–2014 «Песок для строительных работ. Технические условия». Рельеф и форма поверхности зерен шероховатый, остроугольный с явным металлическим блеском. Кривая просеивания мелкого заполнителя, выстроенного по специальной программе приведена на рисунке 2. График зернового состава Алагирского песка находится в зоне песков, рекомендуемых для строительства.

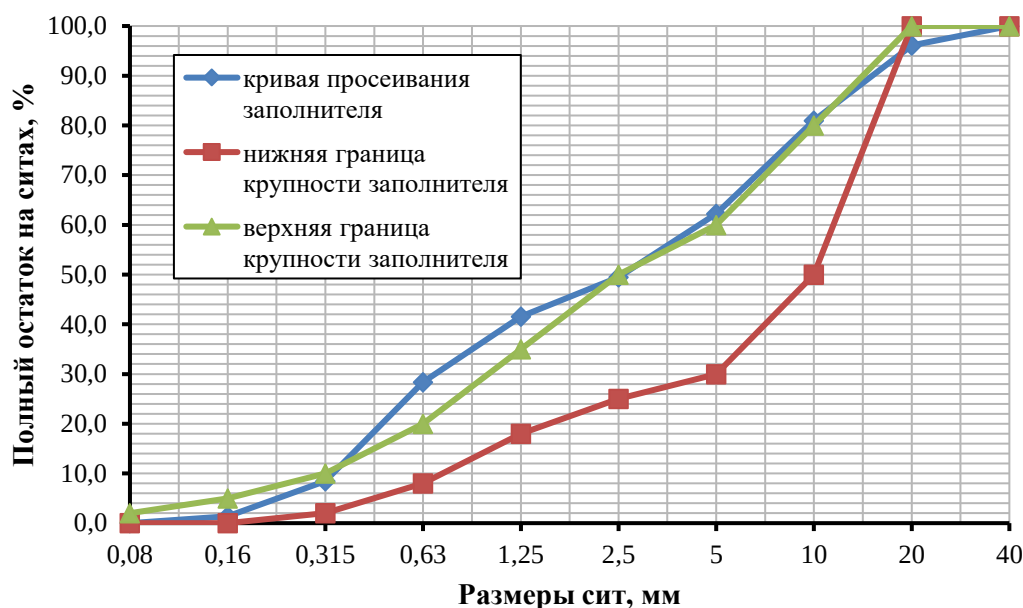


Рисунок 2. График зернового состава Алагирского песка

Крупный заполнитель также применяли в исследованиях завозной, так как местный щебень в основном представлен флювиогляциальными осадочными горными породами с невысокой прочностью при дробимости (600–700 МПа). Кубовидный щебень Алагирского месторождения получен дроблением гранитно-диабазовых магматических горных пород, нужная для эксперимента фракция 5–20 мм с содержанием пластинчатых и лещадных частиц 12,2 %, что соответствует требованиям ГОСТ 8267-93 «Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия».

Химический модификатор исследовался MasterPolyHeed 3043 на основе эфиров полиарилов, отличающийся высокими водоредуцирующими показателями, интенсивным набором ранней и конечной прочности продукции. Для подтверждения приведенных особенностей, определялась оптимальная дозировка гиперпластификатора MasterPolyHeed 3043, расход добавки варьировался в диапазоне 0,1 – 1,4 % от массы вяжущего. В результате проведенных работ установлена оптимальная дозировка MasterPolyHeed 3043, что составило 0,8% (рисунок 3).

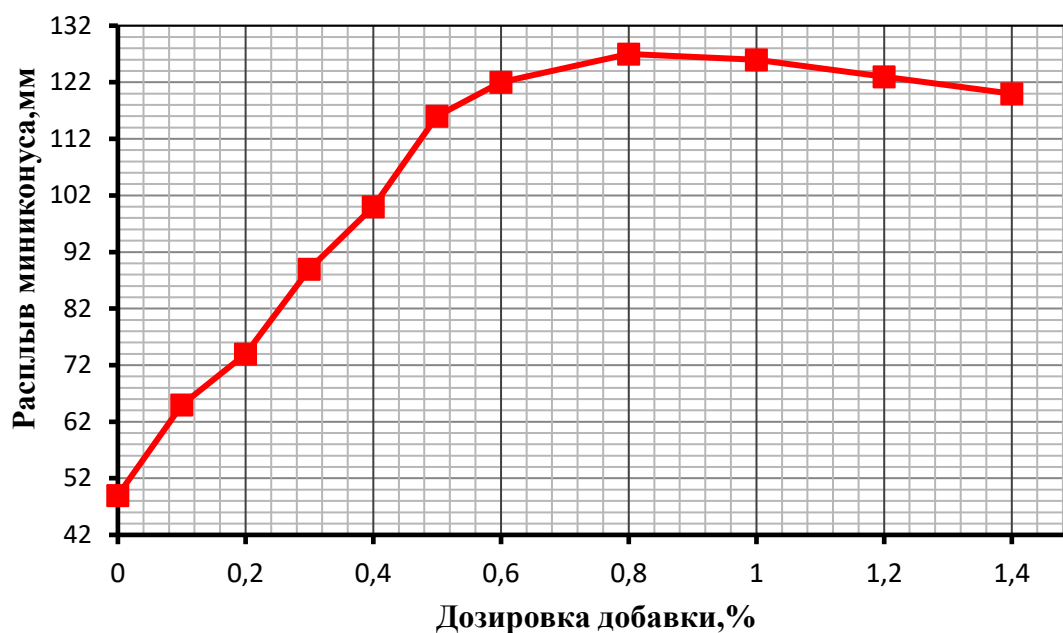


Рисунок 3. График зависимости подвижности смеси от дозировки MasterPolyHeed 3043

Проектирование составов высококачественного бетона проводили с учетом всех рекомендаций, соотношение мелкий и крупный заполнители подбирали примерно 1:1, фракции щебня 5-20 мм и 10-20 мм определяли экспериментами исследованиями. Составы разработанных бетонов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Составы высококачественных бетонов

Составы	Расход, кг на 1м ³							В/Ц
	Цемент	Песок	Щебень фракция 5-20 мм	Щебень фракция 10-20 мм	Вулканическая добавка	MasterPoly Heed 3043	Вода	
1	460	770	350	390	80	6,9	193	0.42
2	450	770	360	410	80	6,9	176	0.39
3	468	770	380	390	80	6,9	201	0.43
4	455	770	390	380	80	6,9	182	0.40
5	465	770	370	400	80	6,9	195	0.42
6	465	770	870	-	-	-	293	0.63

Из предлагаемых рецептов были изготовлены бетонные смеси с маркой по подвижности П4, исследовались реологические свойства по осадке стандартного конуса. Далее забивались образцы бетона по 6 кубиков размером 10см с каждого состава бетона. Свойства бетонной смеси и бетона приведены в таблице 2. В возрасте 28 суток нормально-влажностного твердения образцы бетона испытывались на гидравлическом прессе Р-100.

**Свойства высококачественных бетонных
смесей и бетонов**

№	Расплав конуса, см	Плотность бетонной смеси, кг/м ³	Водопогло- щение, %	Предел прочности МПа, в возрасте сутки	
				7	28
1	50	2329	5,8	44.7	58.4
2	56	2320	6,7	44.8	53.1
3	58	2335	5,5	49.5	60.1
4	50	2323	6,6	44.3	53.8
5	58	2340	5,1	57.5	67.3
6	40	2236	8,1	37.4	48.1

Проведенные исследования подтвердили эффективность предлагаемых составов высококачественного бетона, использование тонкодисперсной вулканической добавки и суперпластификатора нового поколения способствует созданию плотной структуры, гарантирующей высокую прочность конечного продукта, получен класс бетона В40-55. Сравнительный анализ показал прирост прочности на 20-25%, расплав конуса свидетельствует о высоком пластифицирующем эффекте 56-58 см. Показатели плотности цементного камня 2335-2340 кг/м³ и водопоглощение характеризуют полученные композиты, как непроницаемый конгломерат, противостоящий действию больших нагрузок. Конструктивные элементы из полученных составов бетона позволяют создавать жесткие и прочные конструктивные решения высотного монолитного строительства.

Список литературы

1. Ицкович, С.М. Заполнители для бетона. / С.М. Ицкович //- Минск: «Высшая школа», 1983. – 216 с.
2. Баженов, Ю.М. Модифицированные высококачественные бетоны / Ю.М. Баженов, В.С. Демьянова, В.И. Калашников// – М.: АСВ, 2006 – 289 с.
3. Баженов, Ю.М. Бетон: технологии будущего / Ю.М. Баженов // Строительство: новые технологии – новое оборудование. -М.: ИД "Панорама", 2009. -№ 8. -С.29-32.
4. Hillemeier, B., Buchenau, G., Herr, R., Huttel, R., Klubendorf, St., Schubert, K.: Spezialbetone, Betonkalender, Ernst & Sohn, 2006. -№1. -С.534-549.
5. Муртазаев, С-А. Ю. Влияние тонкодисперсных микронаполнителей из вулканического пепла на свойства бетонов / М.Ш. Саламанова, Р.Г. Бисултанов // Сборник статей международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВО «ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова», 24-26 марта 2015 г., г. Грозный, т. 1, -С . 171-176
6. Калашников, В.И. Промышленность нерудных строительных материалов и будущее бетонов // Строительные материалы. -2008.- №3. –С. 20-24.

7. Гаркави, М.С. Отсевы дробления – эффективный способ повышения качества бетонов / М.С. Гаркави, В.И. Якубов // Строительные материалы. -2006. -№11.-С. 13-17

8. Муртазаев, С-А.Ю. Использование в мелкозернистых бетонах отходов переработки горных пород / М.Ш. Саламанова, М.С. Сайдумов, М.И. Гишлакаева// Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Наука и образование в Чеченской республике: состояние и перспективы», посвященной 10-ти летию со дня образования КНИИ РАН. - С.181-184. Грозный: 2011г.

9. Саламанова М.Ш., Сайдумов М.С., Муртазаева, Т.С-А., Хубаев М. С-М. Высококачественные модифицированные бетоны на основе минеральных добавок и суперпластификаторов различной природы // Инновации и инвестиции. 2015. №8. С. 159-163. Каприелов, С.С. Модифицированные высокопрочные бетоны классов В80 и В90 в монолитных конструкциях. Ч. II / С.С. Каприелов [и др.] // Строительные материалы. - 2008. - №3. - С.9-13.

Черепанова Ирина Александровна

АРХИТЕКТУРНЫЙ БЕТОН ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Белгородский государственный технологический университет

*им. В. Г. Шухова, кафедра строительного материаловедения, изделий и
конструкций, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46*

*Научный руководитель: д.т.н., профессор, заведующий кафедрой строительного
материаловедения, изделий и конструкций Лесовик В. С.*

Аннотация. для улучшения среды обитания человека необходимо обеспечить использование промышленных отходов для разработки композиционных вяжущих и создания архитектурных бетонов на их основе.

Ключевые слова: архитектурный бетон, безопасность человека, промышленные отходы, архитектура среды.

Глобальные проблемы среды обитания человека в последние годы более выражены, в частности, деградация окружающей среды и активизация аномальных техногенных и природных процессов [1-2]. Увеличение численности населения, необходимость в огромном количестве энергии, развитие промышленности - все это привело к большему потреблению природных ресурсов и более высокому уровню загрязнения [5]. Вместе с тем, увеличилось число промышленных отходов. В России ежегодно образовывается около 3,5 млрд. тонн, а в отвалах и хвостохранилищах их накопилось около 60 млрд. тонн. Все это, естественно, отражается на жизнедеятельности человека,

снижает его иммунитет, что подтверждается реакцией цивилизации на эпидемию Covid.

Благодаря современным тенденциям получения экоматериалов и защиты природных ресурсов появляется необходимость в новом поколении строительных материалов, которые обеспечивают возможность использования промышленных отходов и снижения загрязнения окружающей среды. Возрастает потребность в разработке инновационных идей для переработки образующихся отходов и для их использования разрабатываются полезные материалы, такие как архитектурный бетон.

Популярность бетона в качестве предпочтительного материала в области дизайна, архитектуры и строительства в сочетании с растущим беспокойством по поводу экологических последствий, прочно поставили бетон в центр внимания инноваций и экспериментов.

Архитектурный бетон является современным решением практически для всех строительных задач и превратился в одно из важнейших средств улучшения среды обитания человека, удивительным образом сочетая в себе практические и эстетические свойства, что позволяет конструкциям существовать как в криволинейных, так и в строгих геометрических формах (рис.1) [7].

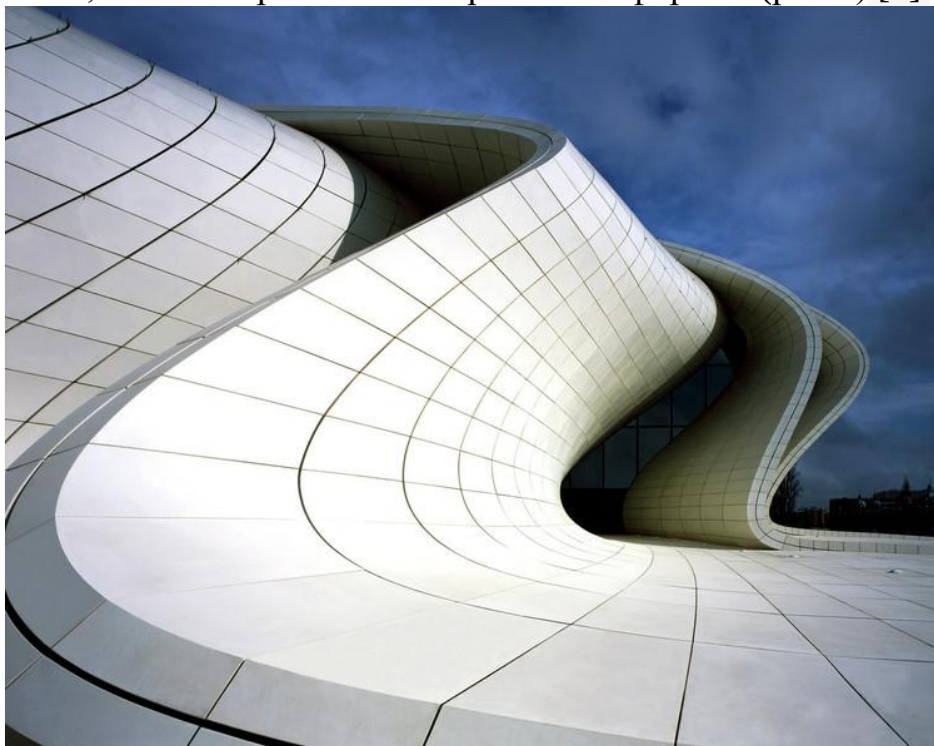


Рисунок 1 - Центр Гейдара Алиева, архитектор Захи Хадид

Универсальность использования и конструктивные возможности, а также положительное воздействие на здоровье и психологический комфорт человека, важнейшие факторы в создании безопасной архитектурной среды. Несмотря на то, что бетон в своем естественном состоянии имеет серый цвет, использование пигмента для окрашивания становится все более распространенным и придает большую эстетическую выразительность изделиям. Не влияя на физические

характеристики архитектурного бетона, красящие добавки сохраняют свое качество при включении в сухую бетонную смесь около 2-5%. (Рис.2) [8]



Рисунок 2 - Casa das Histórias Paula Rego, музей художницы Паулы Рего

Решение проблемы сохранения природных ресурсов и улучшения архитектурной среды может быть реализовано, в том числе, за счет использования промышленных отходов попутнодобываемых пород и отходов обогащения горнорудных предприятий в качестве сырья для получения композиционных вяжущих и архитектурных бетонов на их основе.

Белгородская область находится на территории Курской магнитной аномалии, где расположен Лебединский горно-обогатительный комбинат, имеющий карьер по добыче железистых кварцитов, диаметром около 5 км, глубиной более 500 м. Кафедрой строительного материаловедения, изделий и конструкций БГТУ им. В.Г. Шухова, под научным руководством д.т.н. Лесовика В.С., был выполнен большой комплекс работ по изучению вскрышных и попутнодобываемых пород Курской магнитной аномалии, на основании чего их запасы были утверждены в Государственной комиссии по запасам [3-4]. Благодаря этому, стройиндустрия белгородской области обеспечена щебнем из кварцитопесчанников, который является высококачественным заполнителем бетонов [6]. Песчаная фракция отсева дробления кварцитопесчанников на щебень является прекрасным сырьем для получения мелкозернистых бетонов.

Породообразующий минерал кварцитопесчанников – халцедоновидный метаморфогенный кварц зеленосланцевой степени метаморфизма, - обладает дефектной кристаллической решеткой. Совместный помол отсева дробления кварцитопесчанников и цемента позволяет получить композиционно вяжущие с

удельной поверхностью 500 м²/ кг и пределах прочности при сжатии свыше 50 МПа.

Присутствие в композиционных вяжущих подобного кварца позволяет связывать выделяющиеся при гидратации клинкерных минералов Са(ОН)₂ в гидросиликаты кальция второй генерации, улучшая при этом структуру цементного камня и свойства бетонов.

На основе аналогичных композиционных вяжущих с добавками различных пигментов получена широкая номенклатура бетонных смесей для использования в монолитном строительстве, малых архитектурных формах и декоративных изделиях.

Заключение

Таким образом, предложенный подход позволяет решать задачи в нескольких направлениях:

- утилизация промышленных отходов горнодобывающей отрасли;
- получение композиционных вяжущих с экономией до 50-55% цемента, в следствие чего, сокращение выбросов СО₂ в атмосферу;
- разработка широкой номенклатуры архитектурных бетонов для улучшения архитектуры и дизайна окружающей среды.

Использование эффективных стратегий на всех этапах проектирования, включая разработку дизайна, производство материалов и инженерные мероприятия, несомненно благоприятно сказывается на конечном продукте. Возможность реализации идей по переработке и использованию отходов еще один шаг к снижению негативного воздействия застройки на окружающую среду и созданию комфортных и безопасных условий архитектурной среды.

Список литературы

1. Геоника. Предмет и задачи: монография / В. С. Лесовик. –2-е изд, доп. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 219 с.
2. Лесовик В. С. Архитектурная геоника. Взгляд в будущее // Вестник волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. № 31-1 (50). С. 131-136
3. Лесовик В. С. Генетические основы энергосбережения в промышленности строительных материалов / В. С. Лесовик // Изв. вузов. Строительство. – 1994. – № 7, 8. – с. 96-100
4. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород: монография / В. С. Лесовик. – Москва, 2006. - 462 с.
5. Geonics. Subject and objectives / V. S. Lesovik, Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 100 p.
6. Lesovik V. S. Zum problem der Forchung des System Mensch-Stoff-Umwelt / V. S. Lesovik, A. M. Gridchin. – 12.Ibaus. Internationale Baustofftagung – Weimar, 1994.

7. Niall Patrick Walsh. "What is the Future of Concrete in Architecture?" 23 Oct 2019. ArchDaily <https://www.archdaily.com/926854/what-is-the-future-of-concrete-in-architecture>

8. Pereira, Matheus. "Tips For Using Concrete in Architecture" 21 Aug 2018. ArchDaily <https://www.archdaily.com/899839/tips-for-using-concrete-in-architecture>

**Загороднюк Л.Х., Оноприенко Ю.С., Рыжих В.Д., Сытов Г.А.,
Кожушков А.Д.**

ЗАКЛАДКА ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА ГОРНЫХ МАССИВОВ

*ФГБОУ ВО «БГТУ им. В.Г. Шухова», кафедра Строительного
материаловедения, изделий и конструкций. Россия, г. Белгород,
ул. Костюкова 46, 308012.*

*Научный руководитель: Загороднюк Лилия Хасановна: д-р. техн. наук,
профессор*

Аннотация. В настоящее время при разработке месторождений горных выработок подземным способом применяются системы с последующей твердеющей закладкой. Технология твердеющей закладки выработанного пространства позволяет решить сразу три проблемы — сохранить окружающую среду, дать значительный экономический эффект и сделать подземные работы безопасными. Однако постоянное увеличение глубины разработки месторождений, усложнение горно-геологических и горнотехнических условий их эксплуатации, увеличение отходов горно-обогательного производства служат предпосылкой для все более широкого распространения различных вариантов систем разработки с закладкой выработанного пространства, что в значительной мере определяет эффективность отработки месторождений. Наиболее сложным моментом, связанным с применением твердеющей закладки, является правильный подбор ее состава, применительно к конкретным условиям и материалам. Совершенствование технологии приготовления и транспортирования закладочной смеси, а также использование в качестве вяжущих и заполнителей дешёвых материалов, какими являются промышленные отходы, позволяет значительно снизить затраты, связанные с выполнением закладочных работ[1].

Ключевые слова: закладка, подземная разработка, выработанное пространство, горный массив, рудник

Цель работы. Получение рациональных способов закладки выработанного пространства горных массивов.

Задачи. Установление наилучших условий, с учетом классификационных признаков, этапов закладки выработанного пространства горных массивов.

Основная часть. Первоначально закладка выработанного пространства рудников применялась в основном для обеспечения сохранности камер и выработок от разрушения, а также увеличения объемов извлечения высокоценных полезных ископаемых и снижения их разубоживания. В дальнейшем к этим функциям закладки добавилась функция утилизации (захоронения) в выработанном пространстве минеральных и жидких (зачастую – токсичных) отходов горного и обогащательного производств. На современных горных предприятиях (в основном использующих технологию подземной разработки месторождений) себестоимость закладки выработанного пространства в добыче минерального сырья зачастую доходит до значения 30-35 %. Такой довольно высокий показатель обуславливает необходимость разработки главным классификационным признакам и таксонам научной группировки различных способов и видов закладки выработанного пространства.

Таблица 1

Классификационные признаки группировки закладки выработанного пространства

№ п/п	Классификационный признак
1.	Агрегатное состояние закладки
2.	Фазовое состояние закладки
3.	Гранулометрический состав закладки
4.	Физическая природа перемещения закладочного материала в выработанное пространство
5.	Последовательность закладки выработанного пространства и ведения горных работ
6.	Вид закладочного материала
7.	Состав и характеристики закладочного материала
8.	Вид активизации закладочного материала

Первоначально, в соответствии с представленными классификационными признаками группировки закладки выработанного пространства, необходимо выделять твердеющие и бесцементные ее виды, а также различать жидкую и сухую формы закладки. В частности, в настоящее время при подземной добыче полезных ископаемых широко используется твердеющая закладка выработанного пространства. Определенный практический интерес представляет способ гидрозакладки выработанного пространства, включающий ограждение отработанной камеры или блока камер перемычками и подачу за них пульпы с измельченными горными породами в две стадии (с дозакладкой во второй стадии). Причем вторую стадию закладки начинают после горизонтальной усадки закладочного массива первой стадии на 1-1,5 % и заканчивают не позднее, чем начнется стадия прогрессирующей ползучести в целиках. К настоящему времени разработан и применяется способ гидрозакладки отработанных камер, который включает формирование

изолирующих перемычек с водопропускными элементами и подачу пульпы в камеры через специальные каналы[2].

Согласно этому способу, в нижней части камеры создают фильтрующий слой. Отвод воды из камеры выполняют из ее верхней части, удаленной от места подачи пульпы, а осушение закладочного массива происходит фильтрацией, с выпуском воды через водопропускные элементы. Помимо этого, отвод воды из камеры может производиться под давлением столба пульпы в подающем канале. Пульпу в камеру подают по ее борту. Технический результат применения данного решения состоит в повышении качества текучей закладочной смеси за счет снижения в ней концентрации вредных веществ до норм ПДК, при содержании дисперсных глинистых частиц, обеспечивающем заданные модуль крупности и расход цемента для достижения установленных норм прочности закладочного массива. Для сухой закладки выработанного пространства рудников также имеется ряд эффективных технических решений. Согласно одному из них, производят проведение этажных выработок, выемку подсечного слоя, засыпку его сухой закладкой, настилку ограждающего мата, который настилается на почву подсечного слоя после его выемки.

В следующем аналогичном способе применения сухой закладки для защиты выработанного пространства при подземной разработке месторождений полезных ископаемых от возможного обрушения, в выработанном пространстве (еще до подачи сухого закладочного материала) предварительно размещают емкости с быстротвердеющей полимерной расширяющейся жидкостью (например, пенополиуретаном) и создают полимерно-рудную защитную прослойку в днище камеры путем взрывания этих емкостей в отбитой рудной толще зарядами ВВ. После чего производят подачу основного объема сухого закладочного материала в выработанное пространство. Важным классификационным признаком являются различные силы перемещения закладочного материала в выработанное пространство. Здесь возможна самотечная закладка или же ее перемещение под действием гидродинамического давления. В соответствии с этим признаком была разработана специальная технология, включающая замешивание в воде цемента и угольной пыли до состояния пульпы, с последующим добавлением измельченной горной породы с формированием пастообразной твердеющей смеси и её доставку по трубопроводу самотёком до выработанного пространства. Помимо этого, возведение искусственного массива осуществляют забрасыванием порций закладочной смеси сжатым воздухом[2].

Кроме этого важным представляется такой классификационный признак, как последовательность закладки нескольких или одной отдельной камеры, а также различная последовательность ведения горных работ (обусловленная формированием или наличием закладочного массива). Так, в соответствии с этим признаком была разработана инновационная технология, основанная на различной последовательности закладки нескольких камер, которая включает в себя следующие стадии:

- в начале осуществляется очистная выемка первого слоя, с выдачей руды через добычной орт;

- при достижении камерой определенной высоты, строится первый короткий добычной орт, а порода от проходки орта закладывается в камеру;

- материал от проходки доставочного штрека и других коротких ортов, параллельных первому, также используется для закладки первого слоя камеры [3].

Далее в камере бетонируется лежащий бок рудного тела, тем самым позволяя отработать треугольную область залежи. Таким образом, решается проблема размещения отходов горного производства, а также увеличивается скорость проведения подготовительно-нарезных работ и увеличивается коэффициент извлечения руды. Также известен способ, который включает выемку полезного ископаемого слоями сверху вниз в границах выемочного участка, отработку участков камерами первой и второй очереди, формирование межкамерных целиков и закладку выработанного пространства подачей в них различных закладочных смесей.

Отрабатываемые камеры первой и второй очереди формируют из разрезного штрека, причем камеры располагают по обе стороны разрезного штрека в шахматном порядке относительно оси разрезного штрека, а межкамерные целики - напротив друг друга. После отработки камер первой и второй очереди верхнего слоя осуществляют их закладку и закладку выработанного пространства межкамерных целиков твердеющими смесями, армируя ее в нижней части на высоту $1/3$ высоты верхнего слоя. Затем осуществляют отработку нижнего слоя камерами первой и второй очереди с оставлением межкамерных целиков и их последующей отработкой. Камеры первой и второй очереди нижнего слоя закладывают твердеющими смесями, а выработанное пространство межкамерных целиков нижнего слоя - бесцементной закладкой на основе глины с добавлением инертного наполнителя и золы. Разрезной штрек каждого слоя после отработки участка в целом закладывают с использованием твердеющих смесей [3].

Целью следующего технического решения является обеспечение безопасности подработки водозащитной толщи и сооружений на земной поверхности при уменьшении объема закладочных работ. Поставленная цель достигается тем, что в известном способе управления кровлей пологих калийных пластов, включающем выполнение подготовительных, очистных и закладочных работ с оставлением незаложенных очистных камер, над которыми образуются своды, незаполняемые закладкой камеры регулярно оставляют через блоки заложенных [4].

Минимальное значение ширины блоков камер с закладкой делают равной величине, при которой конечные оседания от разрушения межкамерных целиков равняются конечным оседаниям от заполнения сводов породами кровли. Максимальное значение - величине, при которой верхняя часть трапецеидальных целиков, сформировавшихся в кровле пласта между сводами, приходит в предельное состояние на высоте от кровли вынимаемого пласта, находящегося

ниже отметки предельно допустимого разрушения налегающей толщи, выше которой еще сохраняются ее водозащитные свойства, на величину конечных оседаний от заполнения сводов кусками разрушенной верхней части трапецеидальных ленточных целиков. При этом незаложенные очистные камеры оставляют за пределами внутренней границы краевой части мульды сдвижения, которая бы образовалась при закладке всех камер.

Известен и способ закладки отработанных камер, включающий подачу в камеру закладочных смесей с различным содержанием вяжущих. При этом закладку камер смесями, содержащими вяжущие, производят в нижней ее части до уровня верхней границы отработки нижележащего горизонта, а далее до отметки почвы бурового горизонта осуществляют закладку смесями без вяжущих. После усадки заложеного массива, фильтрации и испарения воды по периметру камеры в усадочную щель размещают арматурную конструкцию. В заложеном массиве вдоль стенок камеры бурят скважины до отметки, находящейся ниже верхней отметки слоя закладки в нижней части камеры. После чего часть горного массива между стенками камеры и стенками скважин разрушают. В скважины вставляют арматурные стержни с превышением их над уровнем заложеного твердеющего массива. А затем скважины и усадочную щель заливают раствором, содержащим вяжущие. После чего верхнюю часть камеры заполняют смесью без вяжущих.

В способе разработки мощных крутых пластов гидроотбойкой с литой твердеющей закладкой, включающем вскрытие и подготовку выемочного поля вентиляционными и откаточными штреками, а также квершлагами, пройденными к центральному полевому скату, разделение этажа на подэтажи, выемку угля гидромонитором заходками по простиранию и подачу литой смеси в выработанное пространство каждой заходки по трубопроводу, после обработки очередной заходки на ее границе в вышележащем закладочном массиве размывают полость высотой, при которой выпускной конец закладочного трубопровода находится выше самой высокой точки заходки. Кроме этого устанавливают в штреках перемычки, а закладочный трубопровод монтируют до отработанной заходки со стороны центрального ската по вентиляционному штреку. После, к его концу присоединяют специально выполненное колено, которое заводят в полость и подают литую твердеющую смесь. При этом перед подачей закладочной смеси на расстоянии 3-4 м от забоя со стороны подэтажного выемочного штрека гидромонитором проводят сбойку с вентиляционным штреком[5].

Существует способ, включающий деление разрабатываемого пласта на наклонные слои и отработку их в нисходящем или восходящем порядке, с выемкой каждого слоя короткими полосами по простиранию с закладкой. Причем в закладочном массиве разрабатываемого слоя формируют штреки и скаты для отработки смежного наклонного слоя, смещая одноименные штреки в смежных слоях на величину половины сечения по падению или восстанию пласта. Скаты в смежных слоях формируют, чередуя на различных участках выемочного поля, меняя при этом направление отработки коротких полос в

смежных слоях на противоположное. Кроме того, перед закладкой в каждой полосе на ее почву укладывают элементы крепи с анкеровочными приспособлениями.

Еще один аналогичный способ включает проходку подготовительно-нарезных выработок, слоевую выемку наклонных полос очистного блока, имеющих наклон согласно углу падения рудного тела, начиная от висячего бока в направлении к лежащему боку, и дальнейшую отбойку руды взрывными шпурами. Отбойку, доставку и выпуск породы из породных прослоев в рудном теле осуществляют раздельно через фланговые породоспуски. Отработанный слой после соответствующей подготовки заполняют малопрочной твердеющей закладкой, тем не менее обеспечивающей устойчивость его стенок. При этом исключаются междублоковые целики, с оставлением свободного технологического пространства между кровлей рудного забоя и горизонтальной поверхностью закладочного массива предыдущего слоя. В первую очередь производят выемку нижнего слоя блока заходками на всю его ширину. Затем заполняют в определенной последовательности отработанные заходки прочной твердеющей смесью, с предварительным устройством арматуры, так что после полной выемки слоя образуется монолитная железобетонная плита, выполняющая функции потолчины при отработке запасов нижележащего блока.

Разработан способ закладки выработанного пространства, согласно которому при разработке месторождений полезных ископаемых (представленных неустойчивыми рудами и породами), на уровне верхней подсечки над каждой выемочной единицей отрабатывают до или после возведения искусственных оконтуривающего и разделительных массивов и заполняют (с предварительным армированием или без него) твердеющей смесью. Причем создают защитный слой заданной формы, мощность которого определяют из условия обеспечения его устойчивости. Очистную выемку осуществляют послойным самообрушением руды, которое при необходимости инициируют и поддерживают посредством секционного разрушения, в пределах толщины слоя, рудного массива в зоне замка свода естественного равновесия[5].

Заключение

Анализ различных способов и методов закладки выработанного пространства горных массивов показал, что в различных условиях добычи эксплуатации принимаются самые различные методы. Но для закладки конкретного выработанного пространства горных массивов в зависимости от особенностей горно-геологических и горнотехнических условий эксплуатации необходимо индивидуально, с учетом всех факторов работы эксплуатации объекта, разрабатывать и применять те методы, те составы закладочных смесей, которые гарантируют прочность, безопасность выполнения и дальнейшую эксплуатацию данного месторождения.

Список литературы

1. Кияшко И.А. Процессы подземных горных работ. Учебник для вузов. – К.: Вища школа, 1984.-255 с.

2. Пат. RU 2422640 C1 Российская Федерация МПК E21F 15/00 (2006.01). Состав закладочной смеси / Р.В. Лесовик, Г.А. Лесовик, В.В. Строкова, Е.Н. Авилова, А.Н. Ластовецкий; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (БГТУ им. В.Г. Шухова). - Х» 2009146778/03. Заявл. 16.12.2009. Опубликовано: 27.06.2011 Бюл. № 18 - 4 с.
3. Лесовик, Г.А. Пути повышения эффективности использования закладочных смесей / Г.А. Лесовик // Наука, Техника и Технология XXI века (НТТ - 2009): Материалы IV Международной научно-технической конференции. - Нальчик, 2009. - С. 376 - 379.
4. Маннанов Р. Зверев А.П., Ангелов В.А., Лавенков В.С. Исследование составов и способов приготовления закладочных смесей на подземных передвижных закладочных установках// Маркшейдерский вестник. 2012. № 3. С. 12- 16. ЕЗ
5. Хайрутдинов М.М. Пути совершенствования системы разработки с закладкой выработанного пространства. // Горный журнал. - 2011.-№7.-С.40-43.

Чумляков Егор Владимирович

**РАБОТА ВНЕЦЕНТРЕННО-СЖАТЫХ СТАЛЕФИБРОБЕТОННЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ И ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ
ТЕМПЕРАТУРАХ**

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный
университет, кафедра: железобетонных и каменных конструкций, адрес: 2-я
Красноармейская ул., 4, 190005
Попов Владимир Мирович*

Аннотация. на сегодняшний день бетон является наиболее популярным строительным материалом, при этом, за последние годы строительство расширило свою географию. Выявление преимущества использования фибробетона по сравнению с обычным бетоном. Большое применение в строительстве находят фибробетоны, обладающие улучшенными прочностными и деформативными характеристиками.

Ключевые слова: сталефибробетон, бетон, фибра, сжатие, конструкция.

В бетономешалку с заранее увлажненной внутренней поверхностью последовательно укладываются компоненты – песок и портландцемент, далее в течение 5 минут идет перемешивание. После этого постепенно добавляется 2/3 от необходимого расхода воды и оставшаяся треть, смешанная с добавкой. После введения добавки обеспечивается достаточное время перемешивания.

В готовый цементно-песчаный раствор равномерно добавляется фибра и фибробетонная смесь тщательно перемешивается для равномерного распределения волокон по всему объёму (рис. 1).



Рисунок 1 – Фибробетонная смесь

Готовая смесь укладывается в предварительно смазанную маслом форму в 2 слоя и штыкуется по 15 раз по всей площади, поверхность выравнивается шпателем и производится ещё 10 ударов штыковкой по большому торцу формы (рис. 2).



Рисунок 2 – Виброармирование образцов

Формы заполненные фибробетоном помещаются в сушильный шкаф на 28 суток для соблюдения необходимого температурно-влажностного режима и обеспечения правильного процесса затвердевания образцов.

Для испытания на морозостойкость фибробетонные образцы (рис. 3) помещают в морозильную камеру в закрытых ёмкостях с 5%-ом водном растворе

хлорида натрия (рис. 4). Между образцами и между гранями образцов и стенками ёмкости укладываются вкладыши, также соблюдается расстояние не менее 50 мм между стенками ёмкости и камерой. Замораживание-оттаивание происходит в течение 12 часов при диапазоне температуры от -20°C до $+20^{\circ}\text{C}$.

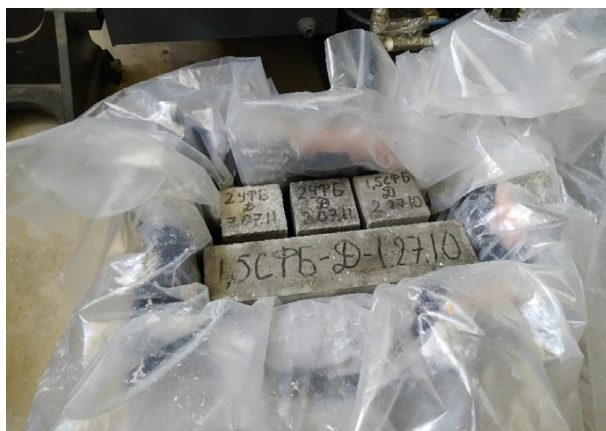


Рисунок 3 – Помещение образцов в емкость



Рисунок 4 – Помещение емкости в морозильную камеру

Методики испытаний образцов.

Для определения призмной прочности бетона и фибробетона необходимо изготовить образцы-призмы с размерами $100 \times 100 \times 400$ мм.

В ходе исследований провести испытания прочности бетонных и фибробетонных образцов на сжатие согласно ГОСТ 10180-2012 [1].

Образцы-призмы испытать в универсальной испытательной машине ГМС-50. Призма нагружается до уровня нагрузки, принятого за условный нуль – 2% от предполагаемой разрушающей нагрузки, затем нагружение производить

ступенями, равными 10% от разрушающей нагрузки. Выдержка ступеней должна составлять 4-5 минут, при этом отсчёты по приборам нужно фиксировать в начале и в конце каждой ступени нагружения. При уровне нагрузки 60% от разрушающей, приборы снять и образец нагружать вплоть до разрушения.

Результаты испытаний.

В результате испытаний было выявлено, что разрушение образцов носит хрупкий характер, т.к. при достижении максимальной разрушающей нагрузки наблюдались образования одной или нескольких магистральных трещин.

Фиброармирование при растягивающей нагрузке должно увеличивать предел прочности при растяжении и/или пластичность бетона как при растягивающей, так и при сжимающей нагрузке, повышать стойкость к трещинообразованию и способность к поглощению энергии. Равномерно распределенное в матрице армирование из прочных волокон сдерживает раскрытие трещин и при значительных деформациях растяжения способствует нехрупкой деформации материала, сопровождаемой большим числом очень тонких и, как правило, безвредных трещин.

У фибробетона можно различить два основных механизма действия фибры: противодействие приросту микротрещин и противодействие расширению трещин на мезо- и макроуровнях.

В затвердевающем бетоне всегда возникают микротрещины, которые образуются вследствие ранних вынужденных напряжений и собственных напряжений, например, в результате усадки бетона или отвода тепла при гидратации цемента. В большинстве случаев они возникают в пористой зоне контакта «цементный камень/зерно заполнителя». С увеличением нагрузки начинается рост этих трещин. При попадании основания трещины на волокно дальнейшее распространение трещины на какое-то время предотвращается, так как волокно воспринимает растягивающие усилия, действующие на основание трещины; трещина стабилизируется.

По полученным и обработанным результатам испытаний были построены графики зависимости «напряжение – деформации»

Графики результатов испытаний образцов на сжатие и растяжение представлены на рис. 5 – 6.

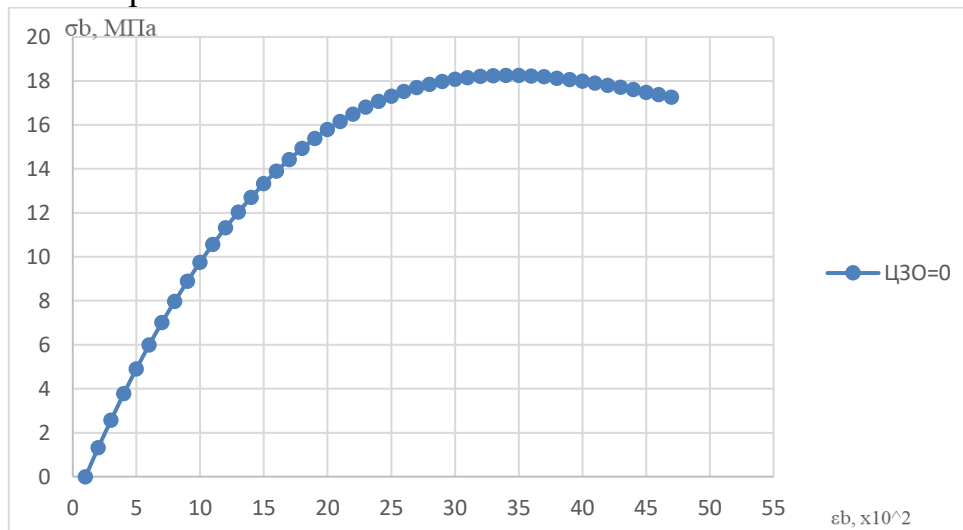


Рисунок 5 – График зависимости « σ - ε » для сталефибробетонных образцов на сжатие при ЦЗО = 0

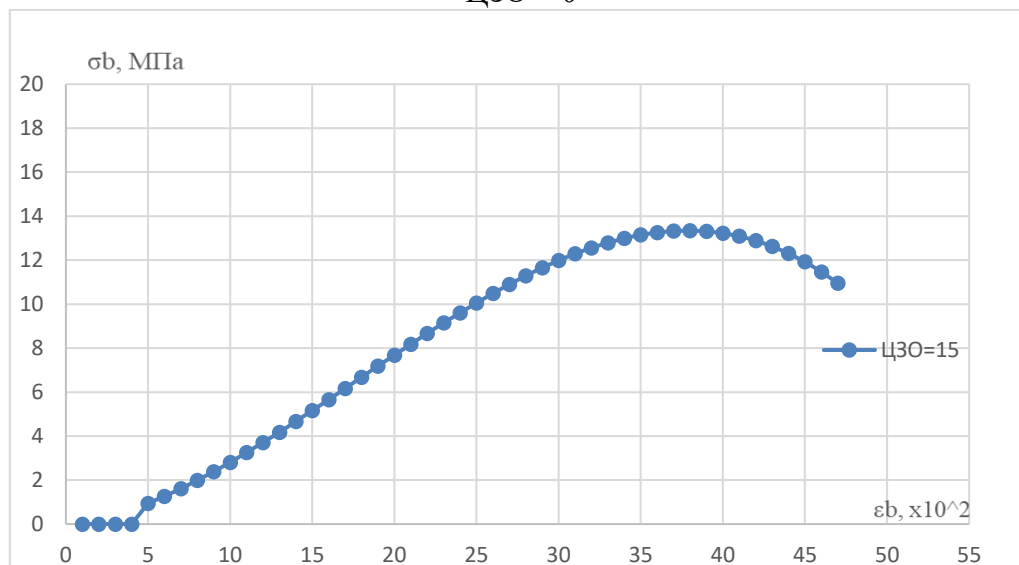


Рисунок 6 – График зависимости « σ - ε » для сталефибробетонных образцов на сжатие при ЦЗО = 15

Так как возникает множество коротких очень тонких невидимых микротрещин, то для эффективного предотвращения развития таких трещин важным фактором, прежде всего, является большое количество волокон с малым диаметром. Длина волокон при этом имеет второстепенное значение, так как на данной стадии развития трещины не происходит никаких относительных перемещений между волокнами и матрицей цементного камня.

Список литературы

1. Баженов, Ю.М. Обзор современных высокоэффективных бетонов / Ю.М. Баженов, Р.С. Федюк, В.С. Лесовик // Научные технологии и инновации. Электронный сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2019. - С. 45-49.
2. Лесовик, В.С. Новая парадигма создания композитов для строительной индустрии // Современные строительные материалы, технологии и конструкции. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФГБОУ ВПО "ГГНТУ им. акад. М.Д. Миллионщикова". Грозный. 2015. - С. 17-24.

Игнатова Марина Сергеевна, Лысикова Нина Владимировна, Аль Мокдад Амджад, Игнатов Евгений Николаевич

СУХИЕ БИОЦИДНЫЕ СМЕСИ И АКТУАЛЬНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Инженерно-строительный институт
УПКВК*

*Кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций
ул. Костюкова, 46, г. Белгород, 308012
Научный руководитель Загороднюк Лилия Хасановна,
доктор технических наук, профессор.*

Аннотация. Для строительной отрасли в отечественной и зарубежной практике сухие строительные смеси используются для различных целей. В связи с тем, что строительные материалы и изделия в зданиях и сооружениях все больше подвержены влиянию различных агрессивных сред, все большее внимание уделяется повышению долговечности строительных материалов, изделий и конструкций, в том числе тех, которые изготовлены из сухих строительных смесей. Одной из агрессивных сред, наряду с химическими и физическими, которые негативно влияют на строительные материалы и конструкции, являются биологические среды. При проведении ремонтных и отделочных работ в зданиях с биологически активными средами целесообразно и практично использовать биоцидные сухие строительные смеси, которые позволят повысить долговечность строительных конструкций и улучшить экологическую ситуацию в зданиях и сооружениях. В настоящее время проблема исследования биокоррозии и биологическое сопротивление строительных материалов и конструкций является исключительно актуальным, т.к. процессы биоразрушения прогрессируют с каждым годом.

Ключевые слова: сухие строительные смеси, биоцидные добавки, биоцидная активность, биоцидные свойства, микроорганизмы

В настоящее время в строительной отрасли все больше внимания уделяется разработке технологии получения и оптимизация цементных составов строительных композитов с биоцидными добавками, обладающими повышенной стойкостью в биологических и химических агрессивных средах, а также улучшенными физико-механическими свойствами.

В связи с тем, что на здания и сооружения воздействует большое количество различных агрессивных сред, повышению долговечности бетонов и других строительных материалов, используемых для изготовления изделий и конструкций, уделяется все большее внимание. Одними из агрессивных сред, оказывающих негативное воздействие в эксплуатационных условиях на строительные материалы и конструкции, наряду с химическими и физическими, являются - биологические среды. Биоповреждения вызывают различные живые организмы - микроорганизмы (бактерии и грибы).

В биозараженных зданиях и сооружениях при недостаточной стойкости материалов к микробиологической коррозии снижается эксплуатационная надежность изделий и конструкций, ухудшается их внешний вид и экологическая ситуация.

Биоразрушение конструкций зданий жилого и общественного назначения вызывает снижение уровня здоровья людей, происходит потеря их трудоспособности за счет ухудшения городской среды. Микробы, содержащиеся

в строительных конструкциях, в отделочных и защитных материалах, могут оседать на коже или попадать через легкие в кровь, а также с пищей в организм человека. Риск возникновения и развития биоповреждений должен быть исключен на самой ранней стадии, то есть при проектировании строительных изделий и конструкций. Долговечную эксплуатацию зданий и сооружений в условиях воздействия биологически активных сред можно обеспечить только при знании процессов биодegradации [1].

Основной ущерб материалам наносят микроскопические организмы. В благоприятных условиях для развития микроорганизмов деструктивные процессы начинаются с переноса на поверхность продуктов, адсорбции, образования и роста микроколоний за счет роста гифов и спор грибов, сопровождающегося выделением вредных веществ и их накоплением. Поэтому строительные материалы подвергаются разрушению быстрее, вследствие этого ухудшается экологическая ситуация. Негативное воздействие микроорганизмов предотвращается несколькими способами: путем обеззараживания поверхностей материалов и конструкций и путем введения биоцидных добавок в состав композиционных материалов.

Сухие строительные смеси, содержащие биоцидные добавки, применяются не только при строительстве и ремонте зданий, но и во время эксплуатации, т.к. подвергаются воздействию биологических организмов, которые развиваются при высокой влажности и температуре и приводят к коррозии строительных конструкций.

Широкий спектр технических характеристик, которые требует одновременно придать бетонам и строительным растворам, делает неизбежным создание комплексных добавок, состоящих из нескольких разнотипных компонентов, которые могут быть как простыми соединениями, так сложными.

В бетонных смесях применяют разные многокомпонентные добавки, которые улучшают технологические характеристики бетонных смесей и повышают физико-механические характеристики бетонов.

Комплексные добавки на основе лигносульфонатов обладают низкой биоустойчивостью. При контакте с окружающей средой в них развиваются микроорганизмы (бактерии, грибы, дрожжи), это сопровождается изменением органолептических (запах, цвет) и технических характеристик продуктов.

В технологии бетона существуют добавки, обладающие биоцидными свойствами. Очень высокой активностью обладает оловоорганическое производное – АПБ-40 [2]. Активный компонент в этой добавке представляет собой сополимер трибутиловоометакрилата с метилметакрилатом, бутилакрилатом и акриловой кислотой. Т.к. данное вещество нерастворимо в воде, то используется для вторичной защиты бетона, а не для уничтожения микроорганизмов в растворах самих добавок.

Высокой биоцидной активностью обладает формалин, но его недостатком является характерный резкий запах формальдегида даже при низких концентрациях вещества (порог чувствительности запаха 0,1-0,3 мг/м³), а его

пары обладают высокой токсичностью для человека (ПДК в воздухе рабочей зоны - 0,5 мг/м³, в воде – мг/л, класс опасности 2).

Соединения класса четвертичных аммониевых оснований имеют меньшую токсичность при высокой биоцидной активности. Применение в качестве биоцидной добавки «Катапин-бактерицид» на основе поли (бензил триметиламмоний) хлорида) [3]. Недостатком данного класса биоцидов является несовместимость с анионными ПАВ, особенно полимерными. Поэтому его применение сильно ограничено.

В качестве биоцидной добавки применяют производные изотиазолинона. Т.к. он хорошо растворим в воде и не осаждается анионоактивными ПАВ. Недостатками данного класса соединений являются высокие значения токсичности и неспособность концентрироваться на границе жидкого и газообразного, где и развиваются микроорганизмы.

Биоцидная добавка «Полипласт БИО», в которой используется биоактивный сложный эфир на основе монозамещенного полиэтиленгликоля. Обладает широким спектром действия по отношению к различным микроорганизмам и низкой токсичностью для человека.

Биоцидные добавки для бетонов и строительных растворов обеспечивают задержку роста микроорганизмов и выраженное бактерицидное действие на штаммы микроорганизмов, существенно снижая их концентрацию.

Они не должны снижать своей эффективности после высушивания в составе комплексной добавки и последующего повторного растворения в воде. Т.е. биоцидные добавки должны быть совместимы со всеми типами водорастворимых химических добавок и обладать широким спектром действия по отношению к различным микроорганизмам и низкой токсичностью для человека, при низком содержании в композиции и не терять эффективности при выпуске комплексных добавок в сухой форме.

Дальнейший прогресс в области повышения биологической защиты жилых и общественных зданий видится в создании на предприятиях, изготавливающих бетонные и железобетонные конструкции, условий для налаживания совместной работы между инженерно-техническими работниками, биологами, химиками, медиками и другими специалистами, занятыми исследованиями в области биокоррозии материалов, проектированием приборов, аппаратов, изделий, зданий и сооружений; в повышении научной квалификации инженерно-технических работников промышленных, строительных, сельскохозяйственных и других отраслей в области биодеградации и биосопротивления материалов; организации обследования зданий городов, проведении экспертиз и анализа результатов. Учитывая значительный ущерб, наносимый коррозионными, в том числе биологическими разрушениями зданиям и сооружениям, несущими угрозу здоровью и жизни людей, необходимо готовить квалифицированных специалистов, способных управлять биохимическими и коррозионными процессами в строительстве, с тем, чтобы обеспечивать должную защиту и безопасность зданий и сооружений.

Список литературы

1. Антонов Б.В. Влияние биоповреждений зданий и сооружений на здоровье человека // Биоповреждения и биокоррозия в строительстве: материалы II Междунар. науч.-техн. конф. Саранск, 2006. С. 238-242.
2. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. -2-е изд., переработанное и дополненное. – М., 1998, - 768 с.
3. Батраков В.Г., Феликман В.Р., Вовк А.И., Хазова Н.Н. перечень химических добавок для бетонов и строительных растворов, выпускаемых промышленностью в 1987 г. М.: ВНИИИС. 1998 г. – 28 с.

Маковкин Александр Александрович

СРЕДСТВА И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МАСКИРОВОЧНОГО ОКРАШИВАНИЯ

*Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток, Россия
Научный руководитель, к.т.н Федюк Роман Сергеевич*

Аннотация. При выполнении инженерно-технических приемов маскировки подразделения применяют различные средства, которые можно условно разделить на средства скрытия и средства имитации. К средствам скрытия относятся средства индивидуальной маскировки (маскировочная одежда), табельные маскировочные комплекты и маски для скрытия от оптических средств разведки, уголковые отражатели, предназначенные для устройства радиолокационных масок-помех, средства световой и дымовой маскировки; к средствам имитации – макеты техники и радиолокационные отражатели, воспроизводящие радиолокационные демаскирующие признаки техники и сооружений.

Ключевые слова: маскировочная окраска, деформирующая окраска, имитирующая окраска, цвет, фон

Маскировочное окрашивание техники и вооружения не может быть неизменным. При изменении окружающих фонов, первоначальная окраска должна быть заменена на другую, отвечающую конкретным условиям маскировки (рис. 1 - 2).



Рисунок 1 – Неправильное окрашивание автомобиля УАЗ-3962

Маскировочное окрашивание применяют в целях уменьшения заметности техники и сооружений или искажения их внешнего вида, придания им цвета и рисунка окружающей местности, повышения правдоподобия макетов техники и ложных сооружений.



Рисунок 2 – Зимнее окрашивание комплекса Панцирь-С1

Способ определения нужного цвета для маскировки - ассоциативный метод. Если при рассмотрении объекта, окрашенного в этот цвет, возникает ощущение тоскливости, неприязни, неприятия этого цвета, появляется желание поскорее избавиться от него ил протереть глаза то это именно то, что нам нужно.

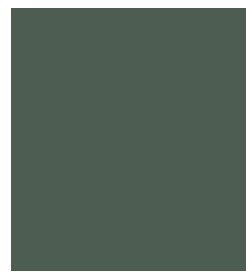
Лучшими маскировочными цветами являются такие тусклые цвета которым невозможно подобрать определенное название. Истинные маскировочные цвета получили условные названия – драб, хаки, фельдграу, оливе по каталогам чаще всего используется обозначение RAL-7006 (рис. 3).



а- Хаки



б - Оливе драб



в - Фельдгау

Рисунок 3 – Оттенки различных цветов

Переходы по краске

Переход от одного цвета к другому должен быть плавным, резкие переходы лучше подходят под яркого солнца и для местности с резким переходом цветом (рис.4).



Рисунок 4 – Способы перехода от одного цвета к другому

Организация маскировочного окрашивания

- 1) анализ и учет местных условий и условий обстановки;
- 2) планирование окраски техники и инженерных сооружений в соответствии с сезонными изменениями фонов местности;
- 3) определение вида маскировочного окрашивания (защитное, деформирующее, имитирующее);
- 4) выбор рисунков окрашивания на основе имеющихся альбомов и разработка недостающих эскизов окраски отдельных образцов техники и вооружения;
- 5) разработка схем окрашивания инженерных сооружений;
- 6) постановка задач подразделениям, службам, органам тыла;
- 7) подготовка сил и средств, расчёт потребностей и распределение красок и материалов;
- 8) определение мест стоянок техники и вооружения, ожидающих окраски;

9) оборудование площадок для подготовки техники и вооружения к окраске, для непосредственной работы по окраске, а также выбор места для стоянки техники и вооружения до полного высыхания (рис. 5 – 6).



а



б



в



г



д

Рисунок 5 – Этапы маскировочного (деформирующего) окрашивания



а



б

Рисунок 6 – Инструменты для окрашивания
а – ручную, б – механизированным способом

Эмали и краски

Маскировочное окрашивание техники и вооружения для снежных, пустынных, степных фонов, а также все виды деформирующего окрашивания осуществляют маскировочными вододисперсионными красками ЭВА-524 восьми цветов: светло-зеленого, темно-зеленого, зеленовато-коричневого (хаки), желто-серого, светло-серого, серого и белого. С целью подгонки яркости и цветов окраски окружающему фону допускается смешивание красок, но не более трех одновременно. Краски ЭВА-524 легко разбавляются на месте чистой водой, безопасны для человека и не оказывают разрушающего действия на окрашиваемые поверхности

Виды маскировочной окраски

1) защитная окраска (одноцветная, наиболее близкая по цвету и преобладающему фону местности) цвет может быть: зеленовато-коричневый, желто-серый, белый (рис. 7).



Рисунок 7 – Защитная окраска легкового автомобиля

2) деформирующая окраска (многоцветная окраска пятнами различной формы, сходными по цвету с основными пятнами фона местности) (рис. 8).



Рисунок 8 – Общий вид деформирующей окраски легкового автомобиля

3) имитирующая окраска (цветной рисунок, который является продолжением на объекте рисунка окружающего фона) (рис.9).



Рисунок 9 – Имитирующая окраска танка

Технические средства маскировки

УМС – универсальная маскировочная станция - предназначена для изготовления макетов боевой техники из пенополиуретани, офактуривания и маскировочного окрашивания техники и вооружения в полевых условиях. Технические возможности маскировочной станции приведены в таблице 1.

Таблица 1

Технические характеристики универсальной маскировочной станции УМС

№	Характеристики	показатели
1	Изготовление	
1.1	-Макетов техники из полиуретана <u>ед/ч</u>	3-5
1.2	-Макетов башни <u>бмп ед/ч</u>	45-90
1.3	-Макетов башни танка <u>ед/ч</u>	10-15
2	Окрашивание техники, <u>кв.м/ч</u>	500
3	Диапазон температур	
3.1	-Напылительного оборудования	-15 +40
3.2	-Окрасочного оборудования	+5 +40
4	Расчет	6 человек
5	Срок эксплуатации	8 лет
6	Время разворачивания станции	60 минут

Техника маскировочного окрашивания маскировочной станцией УМС

Командир расчета маскировочной станции, получив задание на маскировочное окрашивание техники или других объектов уточн уточняет:

- место разворачивания;
- маршрут выдвижения;
- последовательность перемещения из одного района в другой;
- объем работ и отводимое время;
- порядок обеспечения станции краской.

По прибытии в район разворачивания, командир расчета маскировочной станции совместно с командиром части (подразделения) уточняет места расположения технологических площадок окраски техники, выбирает удобные пути подхода техники для окраски и выхода для просушки с маскировочными емкостями.

Заключение

Актуальность проблем разработки, производства и применения технических средств маскировки (ТСМ) подтверждается опытом локальных войн и вооруженных конфликтов в различных районах мира. Применение средств маскировки является эффективным способом защиты от высокоточного оружия, которое все более широко используется в настоящее время для поражения различных целей и объектов.

Список литературы

1. Королев, А.Ю. Маскировка вооружения, техники и объектов : учебное пособие / А.Ю. Королев, А.А. Королева, А.Д. Яковлев. – СПб. : Университет ИТМО, 2015. – 155 с.

2. Наставление по военно-инженерному делу для ВС РФ : [утверждено Начальником инженерных войск Вооруженных Сил Российской Федерации]. – М. : Воениздат, 2016. – 468 с.
3. Учебник сержанта инженерных войск : [утверждено начальником инженерных войск Вооруженных Сил Российской Федерации]. – М. : Воениздат, 2016. – 378 с.
4. Руководство по инженерным средствам и приемам маскировки сухопутных войск. Ч. I. – М. : Воениздат, 1985. – 263 с.
5. Альбом образцов рисунков деформирующего окрашивания вооружения и военной техники. Ч. 1–4. – М. : Министерство обороны СССР, 1977–1980.
6. Основы маскировки: учеб. пособие / Р.С. Федюк, П.Г. Козлов, А.В. Мочалов, А.М. Тимохин, В.М. Шальнев, З.А. Мутали-бов, С.Р. Кудряшов, И.И. Панарин. – Владивосток : Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2017. – 176 с.

Прокопец Дмитрий Анатольевич

ФОРТИФИКАЦИОННЫЕ СООРУЖЕНИЯ АРМИИ США

*Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток, Россия
Научный руководитель – Козлов Павел Геннадьевич*

Аннотация. Войсковые фортификационные сооружения являются важным средством обеспечения боевой деятельности войск и достижения высокой живучести их на позициях и в районах расположения. Они повышают эффективность применения оружия и боевой техники, устойчивость управления войсками и обеспечивают защиту войск от современных средств поражения

Ключевые слова: окоп, укрытие, убежище, блиндаж

В армии США все мероприятия по фортификационному оборудованию местности в районах боевых действий и все фортификационные сооружения любого предназначения рассматриваются как часть комплекса мероприятий под обобщающим названием "Выживаемость" (Survivability). В самостоятельный раздел задач инженерного обеспечения общевойскового боя фортификационные мероприятия не выделяются.

Американская классификация фортификационных сооружений. Сооружения для ведения огня и укрытия делятся на семь категорий:

1. Ямы и одиночные выемки.
2. Траншеи.
3. Туннели.
4. Грунтовые брустверы.
5. Верхние перекрытия и крыши.
6. Экранирующие щиты.
7. Убежища и бункеры.

Первая категория - это одиночные окопы и, используемые в этом качестве естественные углубления в земле.

Категорию туннелей американцы ввели в свою фортификацию на основе опыта своих боевых действий в Юго-Восточной Азии, где узкие подземные ходы (сечением 1 м на 1,5-2 м), находящиеся на глубине до 9 метров, широчайшим образом использовали японцы, а позднее корейцы и вьетнамцы.

Грунтовые брустверы, которые в европейской полевой фортификации обычно являются лишь элементом окопов и траншей, в американской фортификации могут возводиться как самостоятельные сооружения на поверхности земли.

Экранирующий щит - представляет собой нечто вроде легкой переносной ограды, устанавливаемой на некотором удалении от боевого сооружения или укрытия. Обычно, примерно на расстоянии 3 метров от стенки сооружения (чаще наземного или полузаглубленного типа). Его задача заставить осколочный, кумулятивный или фугасный снаряд взорваться не при встрече со стеной сооружения, а при встрече со щитом.

Для противодействия осколочным и кумулятивным снарядам ограда может быть очень тонкой. Главное - заставить сработать взрыватель. Щиты против фугасных снарядов должны быть значительно толще, поскольку взрыватели этих снарядов менее чувствительны. Да и сам взрыв происходит не мгновенно при встрече с преградой.

К убежищам Полевое Руководство относит как подземные, так и наземные сооружения, предназначенные для использования в качестве командных и наблюдательных пунктов, пунктов медицинской помощи, складов снаряжения и боеприпасов и для сна и отдыха личного состава.

Бункерами (Bunker) американцы называют сооружения для ведения огня, которые по их правилам, возводятся обычно из железобетона.

В армии США в области фортификации существует терминология несколько отличающаяся от русской. Так, то, что мы называем стрелковыми окопами, в американской военной терминологии называется "индивидуальное боевое сооружение". Имеется в виду, что окоп предназначен для одного или для двух солдат с легким стрелковым оружием (автомат, одноразовый гранатомет). В нашей терминологии такое сооружение называется "одиночный окоп" (для двух солдат "парный окоп"). Индивидуальные боевые сооружения (одиночные окопы) подразделяются на поспешно сооружаемые (hasty position) и сооружаемые заблаговременно (deliberate position).

В качестве поспешных боевых сооружений рассматривают, прежде всего, любые естественные или искусственные (но не созданные самими солдатами) углубления глубиной не менее 45 см и обычно расположенные за естественными прикрытиями (кустарник, деревья, остатки домов, ограды и т.п.). Ими могут быть, например, воронки от разрывов снарядов или бомб. И только если естественные или имеющиеся искусственные углубления недоступны, отрываются окопы для стрельбы лежа.

В качестве поспешного боевого сооружения пригодны воронки от снарядов и бомб глубиной не меньше 45 см и диаметром 60-90 см. Рекомендуется доработать такую воронку, делая передний край воронки, обращенный к противнику почти вертикальным, и по необходимости прокопав в задней стороне канавку шириной около 40-60 см с тем, чтобы солдат мог вытянуться лежа. Такой поспешный окоп обеспечивает фронтальное, фланговое и тыльное прикрытие от прямого ружейно-пулеметного огня противника укрытие (рис. 1).

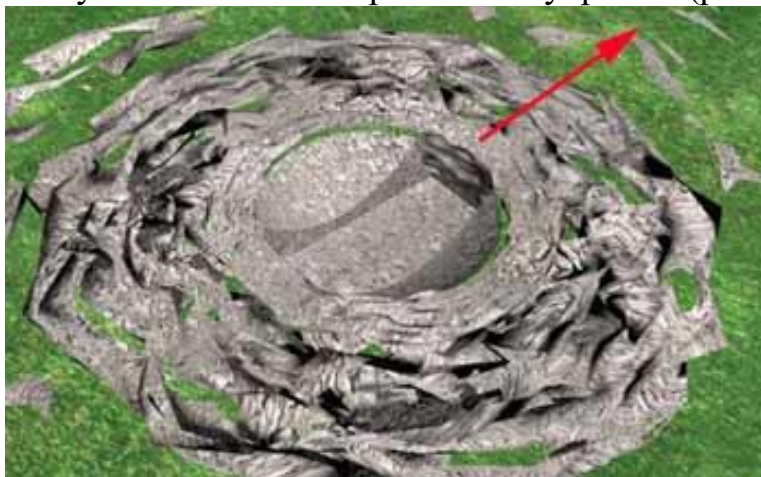


Рисунок 1 – Окоп Crater position (hasty)

Если естественное углубление или воронка недоступны, то рекомендуется насыпать малой лопаткой грунт перед собой, образуя впереди себя бруствер. Это сооружение называется Skirmisher's trench (hasty) (рис. 2). Само углубление в земле, равное по длине росту солдата образуется лишь как источник грунта для бруствера (хотя и используется затем для укрывания солдата). Размеры бруствера и образующейся канавы не регламентируются. Следует лишь принимать во внимание высоту бруствера (чтобы он закрывал лежащего солдата) и его ширину с тем, чтобы пули вражеского стрелкового оружия не пробивали бы его.

На отрывку этого сооружения по нормативу отводится 30 минут.

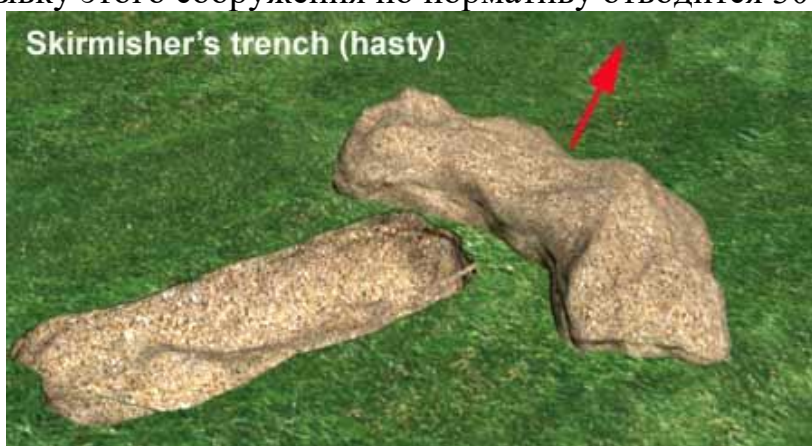


Рисунок 2 – Сооружение Skirmisher's trench (hasty)

Дальнейшим развитием поспешной мелкой канавы является Prone position (hasty) (рис. 3). Этот окоп достаточно близок и по размерам, и по своему строению нашему окопу для стрельбы лежа. После создания впереди себя защиты от огня грунтовым бруствером солдат немедленно приступает к отрывке окопа для стрельбы лежа (Prone position (hasty)). Размеры этого окопа регламентированы. Его глубина определена в 46 см (18 дюймов), ширина - 61 см (24 дюйма) или немного меньше. Ширина бермы 15 см (6 дюймов). Высота бруствера 46 см (18 дюймов). Толщина бруствера в основании 92 см (36 дюймов). Бруствер одинаков по высоте и охватывает окоп со всех сторон. Длина окопа четко не определяется и зависит от роста солдата. Это примерно 1,8 - 1,9 м. Время на отрывку 1 час.

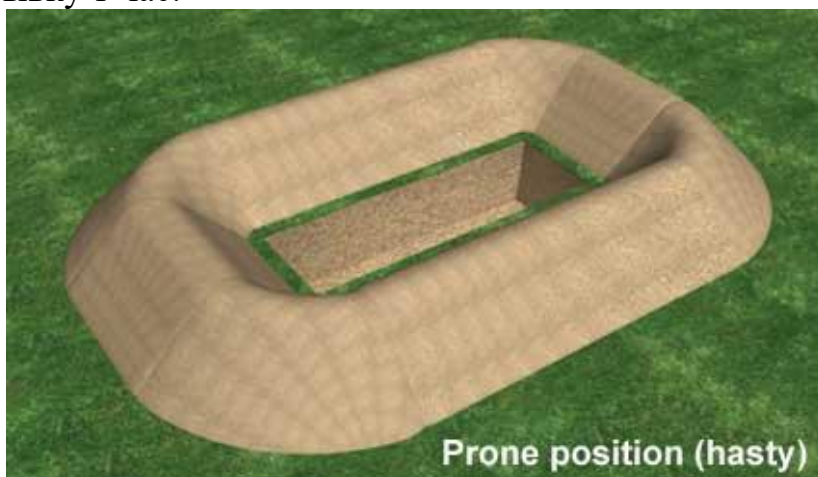


Рисунок 3 – Окоп Prone position (hasty)

По американским нормативам заблаговременно создаваемые окопы способны защитить солдата от пуль калибром до 12,7 мм. ударной волны и осколков снарядов артиллерии калибра до 152 мм или минометных мин калибра до 120 мм, взрывающихся не ближе 9 метров от сооружения. Прежде всего, к таким сооружениям относят окоп для стрельбы стоя для одного солдата (One-soldier fighting position (deliberate)), переводится как - "одиночный окоп".

Одиночный окоп по американским требованиям должен обеспечивать солдату ведение огня не только во фронтальном направлении, но и во фланги. На его отрывку отводится 3 часа. Он представляет собой котлован, размерами в плане 61 на 92 см и глубиной в зависимости от роста солдата. При этом его глубина должна быть такой, чтобы стоящий на дне окопа солдат, возвышался бы над уровнем земли до своих подмышек (примерно 1,35 – 1,4 м).

При наличии времени и материала рекомендуется над большей частью окопа устроить перекрытие из накатника диаметром 10-15 см, которое сверху засыпается слоем грунта. Это перекрытие защищает солдата от осколков при воздушных разрывах снарядов (в частности, от шрапнельных и с готовыми поражающими элементами), пулеметного обстрела с вертолетов, самолетов, от гранат противопехотных гранатометов типа подствольных ГП-25 и автоматических АГС-17. На подготовку такого окопа отводится 8 часов (вместе с отрывкой).

Однако, предпочтительным видом индивидуального окопа считается парный окоп, т.е. окоп в котором размещаются два солдата.

Парный окоп представляет собой котлован прямоугольный в плане с размерами 1,83 м на 62 см и глубиной исходя из того, чтобы стоящий на дне окопа солдат, возвышался бы над уровнем земли до своих подмышек (в среднем примерно 1,3 – 1,5 м). Дно окопа немного понижается от центра к боковым сторонам. У боковых стенок отрываются два приямка-гранатоуловителя. Размеры приямков строго не регламентируются. Указано лишь, что их глубина и ширина определяются размерами штыка лопаты. По длине они должны проходить от передней до задней стенки. Бруствер насыпается прерывчатым при ширине бермы 31 см. В среднем толщина бруствера должна быть около 92 см в его нижней части. По высоте бруствер от 31 до 45 см. Время на отрывку парного окопа 6 часов (двумя солдатами).

Основой оборонительной позиции подразделения являются индивидуальные и парные стрелковые окопы, отдельные окопы для группового оружия и боевой техники. Траншеи же отрываются лишь в качестве ходов сообщения между отдельными окопами и в тыл, если иначе скрытое безопасное перемещение личного состава между окопами и от ближайшего естественного укрытия в окопы невозможно. Стандартная боевая траншея может иметь ячейки для ведения огня из индивидуального стрелкового оружия, однако они считаются лишь запасными огневыми точками для обороны от нападения с тыла или фланга, а также для обеспечения спуска личного состава в траншею или выхода из нее (все же глубина стандартной траншеи 1,7 метра, плюс 31 см. бруствера).

Траншеи подразделяются на два типа:

1. Crawi trench (траншея для переползания) (рис. 4).
2. Fighting trench (боевая траншея) (рис. 5).

Основным видом траншеи является траншея для переползания. Она отрывается при необходимости скрыть от противника передвижения в пределах позиции подразделения.

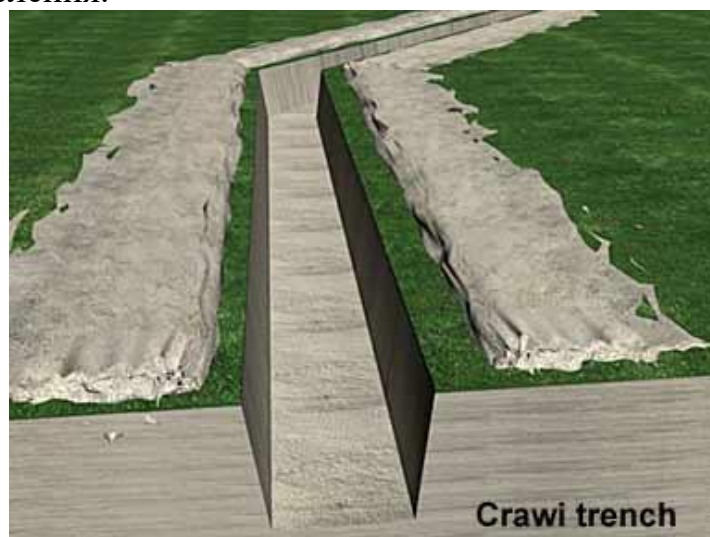


Рисунок 4 – Crawi trench (траншея для переползания)

Боевая траншея создается постепенно развитием траншеи для переползания за счет ее углубления и только на тех участках, где это действительно необходимо. В отличие от траншеи для переползания стандартная боевая траншея может иметь ячейки для ведения огня из индивидуального стрелкового оружия там, где это необходимо. В плане траншеи могут иметь три варианта - октогональная, зигзагообразная и извилистая.

Стандартная боевая траншея (Standart fighting trench) обеспечивает передвижение солдат по дну в полный рост со всеми видами индивидуального и группового оружия в транспортном положении и переноску грузов (боеприпасов, других материальных средств и раненых на носилках, если ширина предметов не превышает 70 – 80 см. Глубина траншеи от 167 до 170 см. Ширина по дну 60-62 см, по верху 127 см. Бруствер по обе стороны от траншеи образуется из грунта, извлеченного при отрывке траншеи. Его высота около 31 см, ширина 91 см. Ширина бермы (расстояние от края траншеи до края бруствера) 31 см.

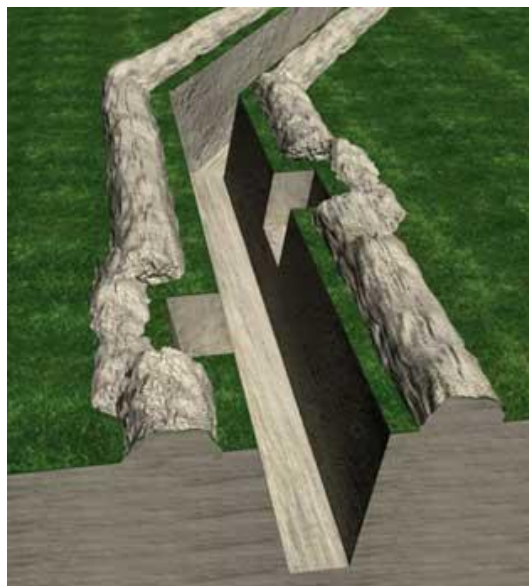


Рисунок 5 – Стандартная боевая траншея (Standart fighting trench)

Одежда крутостей из мешков с песком (Sandbagging).

Армии США поставляются стандартные мешки из водостойкой гнилостойкой акриловой ткани. В заполненном виде стандартный мешок имеет размеры примерно 80 на 40 и на 20 см. Для создания одежды крутостей из мешков с песком (грунтом) траншея либо с самого начала отывается более широкой, либо уширяется на 40 см в обе стороны (рис. 6). Дно этих уширений делается наклонным в отношении 1,4 с тем, чтобы выкладываемая из мешков стенка была бы не вертикальной, а имела наклон такой же, что и грунтовая стенка.

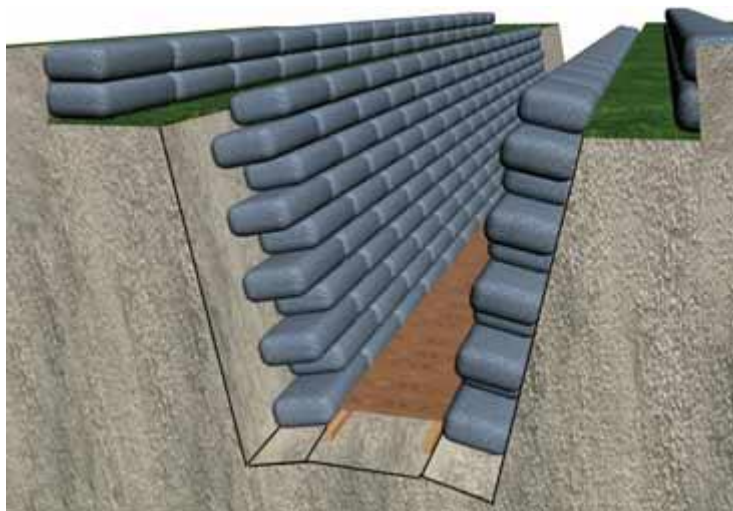


Рисунок 6 – Одежда крутостей из мешков с песком (Sandbagging)

Таким образом ширина подготовленной к укладке мешков траншеи по верху 2,07 м, по низу 1,42м. Мешки заполняются тем, грунтом, который извлекается при отрывке уширений. Часть бруствера, обращенная к траншее также выкладывается из двух ярусов мешков, а сторона, обращенная в поле подсыпается из грунта к мешкам.

Этот вид одежды крутостей может быть рекомендован только в местностях с сыпучим подвижным, но достаточно сухим грунтом, и дефицитом других местных материалов, например, в пустынях. Или для восстановления участков траншей, разрушенной воронками от взрывов снарядов или бомб. В этом случае дно воронки засыпается до уровня дна траншеи, в зоне воронки из мешков выкладываются обе стенки, а пространство между стенкой и частью воронки, находящейся за пределами траншеи, засыпается грунтом.

Траншея с верхним перекрытием (Trench with overhead cover).

Устройство верхнего перекрытия обычно выполняется после окончания всех работ по оборудованию боевой траншеи (рис. 7). На расстоянии 44 см от края траншеи укладываются опорные накатники диаметром 10 -15 см. Можно использовать и бревна диаметром около 20 см.



Рисунок 7– Траншея с верхним перекрытием (Trench with overhead cover).

На опорные накатники поперек них через каждые 41 см укладываются балки (stringers) сечением 5 на 10 см (узкой стороной) или накатник диаметром 10 см и длиной около 2,30 – 2,43 м. На балки укладываются листы фанеры толщиной 2,5 см или листы волнистого железа шириной, равной длине балок. Могут использоваться и тонкие доски толщиной 2,0 -2,5 см. Поверх этих щитов укладывается гидроизолирующий материал (полиэтиленовая пленка, палаточная ткань, солдатские плащи-пончо и т.п.). Поверх слоя гидроизолирующего материала насыпается защитный слой грунта толщиной 46 см. Это считается достаточным, чтобы противостоять прямому попаданию осколочной минометной мины калибра до 120 мм. включительно или артиллерийских снарядов до 105 мм. Более толстый слой грунта делать не рекомендуется, т.к. возрастает нагрузка на силовые элементы перекрытия и при разрыве снаряда они могут не выдержать и обрушиться вниз.

Для боевой техники могут устраиваться как окопы (Fighting positions), так и укрытия (Protective positions). А вот для не боевой техники, т.е. техники, не несущей на себе систем оружия и неспособной вести огонь, могут сооружаться только укрытия. Это прежде всего, весь автомобильный и гусеничный транспорт, который используется для подвоза материальных средств (включая и тягачи для буксировки систем вооружения), для перевозки личного состава, включая раненых, различные машины управления, средств связи, разведки, наблюдения, радиолокационные станции, топливо- водо- маслозаправщики, транспортно-заряжающие машины, вся инженерная техника и техника войск связи, войск радиационной, химической и биологической защиты, полевые кухни, перевязочные и госпитальные машины. Укрытия для техники не подразделяются подобно окопам на поспешные и заблаговременные. Просто потому, что из-за очень большого объема работ по с возведению они требуют привлечения значительного ручного труда, большого расхода ресурсов инженерной землеройной техники. Т.е. все укрытия для техники относятся к категории заблаговременных, хотя чаще всего возводятся не до того, как в данном месте разместилась укрываемая техника, а значительно позднее (по наличию времени и возможности). Поэтому, в данном контексте английское слово delibarite лучше переводить как "плановое". Иначе говоря, все укрытия для техники сооружаются всегда в плановом порядке и никогда поспешно.

Отсюда, укрытия для техники существуют двух видов:

1.Глубокое укрытие (Deep-cut protective position) (рис. 8).

2.Глубокое укрытие с перекрытием (Covered deep-cut protective position) (рис. 9).

Аппарель для въезда и выезда машины может устраиваться лишь с одной стороны (тупиковое укрытие) или с обеих сторон (сквозное укрытие). Длина аппарели Руководством не регламентируется. Оно лишь требует, чтобы аппарель обеспечивала беспрепятственное покидание машиной укрытия своим ходом без привлечения тягачей или лебедок.

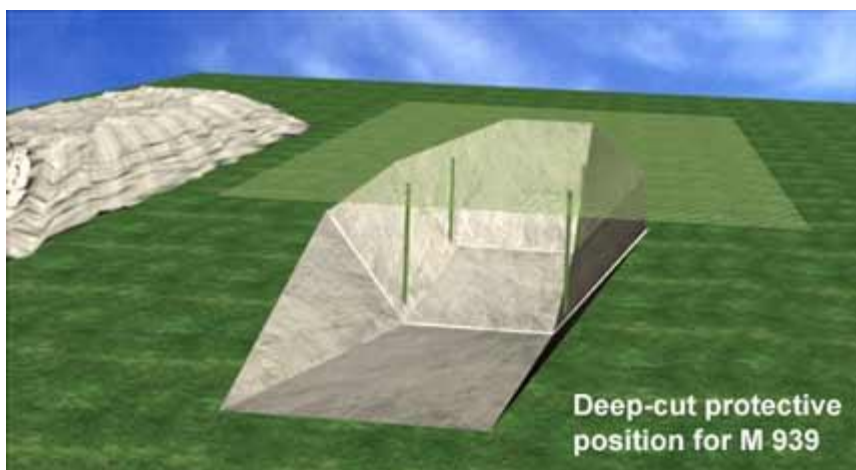


Рисунок 8 – Глубокое укрытие (Deep-cut protective position)

Длина укрытия по дну 11,6 м, ширина 4,3 метра, глубина укрытия 3,7 метра. Длина каждой аппарели по 22 метра. Бруствер не создается. Извлеченный грунт удаляется в сторону в естественные складки местности.



Рисунок 9 – Глубокое укрытие с перекрытием (Covered deep-cut protective position)

Глубокое укрытие с верхним перекрытием может являться как элементом фортификационного сооружения для малогабаритной боевой техники, включающим в себя окоп и укрытие на некотором удалении так и укрытием для наиболее важных машин, не ведущих огонь. Например, машины связи, командно-штабные машины.

Заключение

Эффективность применения фортификационных сооружений обеспечивается правильным их расположением на позициях и в районах

расположения в соответствии с боевой задачей, тактическим замыслом и с учетом защитных и маскирующих свойств местности, а также топографических и гидрогеологических условий. По мнению американских специалистов лучше всего для возведения укрытия подходят расщелины, овраги. Их использование значительно сокращает, а часто и почти совсем исключает земляные работы.

Список литературы

1. Наставление по военно-инженерному делу для ВС РФ : [утверждено Начальником инженерных войск Вооруженных Сил Российской Федерации]. – М. : Воениздат, 2016. – 468 с.
2. Учебник сержанта инженерных войск : [утверждено начальником инженерных войск Вооруженных Сил Российской Федерации]. – М. : Воениздат, 2016. – 378 с.
3. Войсковые фортификационные сооружения. – М. : Воениздат, 1984. – 720 с.
4. Козлов П.Г. Основы фортификации : учеб. пособие / Козлов П.Г., Федюк Р.С., Мочалов А.В., Тимохин А.М., Муталибов З.А., Кудряшов С.Р., Шальнев В.М., Панарин И.И.; Дальневосточный федеральный ун-т. – Владивосток: учебное электронное издание УВЦ ДВФУ, 2018. – 286 с.

Водопьянова Анастасия Александровна

ПРИНЦИПЫ ЭКРАНИРОВАНИЯ ОТ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЗОНАХ АНОМАЛИЙ

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова; кафедра СММК, Россия, г. Белгород, ул. Костюкова 46,
308012*

Научный руководитель: д.т.н., профессор Толстой Александр Дмитриевич

Аннотация: в статье рассмотрено влияние повышенного геомагнитного поля на организм человека, направление линий магнитного поля и принципы создания экранирования от геомагнитных воздействий.

Ключевые слова: экранирование, геомагнитное поле, магнитная буря, аномалия, норма напряженности.

Влияние геомагнетизма на организм человека в настоящее время не вызывает сомнений, геомагнитное поле (ГМП) – разновидность электромагнитного поля, создаваемого движущимися электрическими зарядами или токами и оказывающая силовое воздействие на движущиеся заряды или токи. Структура Земли, а также и человеческого организма всецело связаны с наличием электрических зарядов, которые регулируют все процессы жизнедеятельности различных организмов.

Экспериментальными исследованиями установлено, что средняя норма напряженности нормального в экологическом отношении геомагнитного поля Земли может быть принята в значениях, равных 0,5–0,7 Э (эрстед) [1]. Резкое усиление магнитного поля выше указанных значений при магнитной буре или в зоне геомагнитной аномалии отрицательно сказывается на самочувствии человека, может быть причиной криминального и суицидального поведения. К настоящему времени влиянию этого явления на организм человека посвящены множество публикаций, в том числе исследованию динамики заболеваемости и смертности населения [2]. В работах А.В. Завьялова, В.В. Бельского, П.В. Калущкого, В.В. Киселевой доказано снижение защитных механизмов (иммунитета) человека, что способствует появлению у различных возбудителей инфекций способности к ускоренному развитию и высокой устойчивости к антибиотикам. Увеличение нормы напряженности геомагнитного поля также повышает риск заболеваемости гипертонической болезнью, ревматизмом, онкологическими, нервно-психическими заболеваниями.

Существуют районы так называемых геомагнитных аномалий, в которых уровень напряженности ГМП может быть в 3-5 раз выше, чем в обычных районах, так, например, в районе Курской магнитной аномалии (КМА), уровни ГМП, как указывалось ранее, могут достигать 2,4 Э. Следует, однако, отметить неравномерность изменения величины ГМП на территории КМА: так, в пределах одного крупного населенного пункта на расстоянии нескольких километров от зон максимальных уровней ГМП находятся зоны с обычными и даже с пониженными значениями ГМП. Такие изменения более чем в 200 раз превышают колебания ГМП во время магнитных бурь.

Существует закон Гаусса, который дает некоторую информацию о магнитных полях (этот закон также является одним из уравнений Максвелла, объясняющим все электромагнитные явления). Этот закон в основном подразумевает, что невозможно разделить магнитные полюса, то есть нельзя изолировать только один полюс, магнитные полюса всегда идут парой. Ученые используют терминологию, согласно которой монополей (одиноких магнитных полюсов) не существует.

Линии магнитного поля представляют собой замкнутые петли и должны быть непрерывными между северным и южным полюсами. По аналогии со стержневым магнитом линии поля, выходящие из северного полюса, излучающие через пространство и снова входящие в стержневой магнит на южном полюсе, продолжают через магнит обратно к северному полюсу (рис.1). Поскольку эти силовые линии должны быть непрерывными, они должны найти путь назад к своему происхождению, поэтому распространенное мнение о том, что экранирование блокирует поле, является не совсем верным.

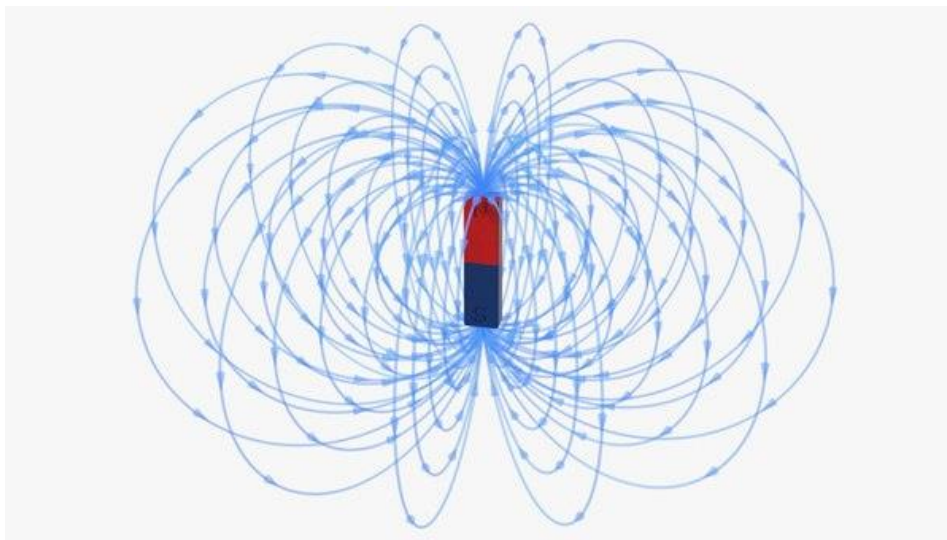


Рис. 1 – Направленность линий магнитного поля на примере стержневого магнита

Однако линии поля могут быть перенаправлены, а именно, можно спроектировать область пространства, относительно свободную от силовых линий магнитного поля, потому что они были перенаправлены вокруг этой области. Чтобы перенаправить силовые линии магнитного поля, им необходимо создать предпочтительный путь – линии ГМП предпочитают перемещаться в материалах, обладающих определенными магнитными свойствами, а именно в материалах с высокой магнитной проницаемостью. При размещении материала с высокой проницаемостью (или, по крайней мере, с проницаемостью выше, чем рассматриваемая область) вокруг области, которую необходимо экранировать, создается новое направление воздействия магнитного поля, магнитные линии «идут» по этому направлению и остаются вне экранированной области.

В настоящее время есть результаты опытов по экранированию ферромагнитными материалами (когда в пределах экранируемого объема снижается индукция, как постоянного поля, так и переменного, т.е. радиоволн). Физическим агентом, вызывающим эффект экранирования, считается снижение индукции статического поля. В рамках представлений о гипогеомагнитной среде особенно важными представляются эксперименты с рекордными коэффициентами экранирования (остаточное поле в экране – не более 2 нТл).

Среди химических элементов ферромагнитными свойствами обладают переходные элементы Fe (железо), Co (кобальт) и Ni (никель) (3d-металлы), между тем, давно известны аргументы, показывающие, что последствия изоляции биообъектов от внешней среды данным типом экранов (трансформаторное железо или сверхпроводящий свинец) обусловлены также переменными полями: эффекты экранирования обнаруживаются для немагнитных экранов (медь, алюминий). Установлено, что результаты экранирования для тех же биообъектов и экспозиций различаются, если ослабление поля (до той же величины) достигается с помощью компенсации кольцами Гельмгольца [3].

Таким образом, научно доказано негативное влияние повышенного магнитного поля Земли на организм человека в зонах магнитных аномалий, что

делает актуальным вопрос применения методов защиты, таких как экранирование. Не существует экрана или вещества, которое эффективно блокировало бы магнитные поля как таковые, однако линии магнитного поля возможно перенаправить – этот процесс обычно и называют магнитным экранированием.

Создание комфортной среды обитания человека – на сегодняшний день приоритетное направление исследований в различных научных областях, в том числе, в строительном материаловедении. С целью защиты от негативных воздействий повышенного ГМП актуальны исследования возможности экранирования современными композиционными материалами с соответствующими свойствами [4,5]. В настоящее время разработана технология изготовления таких экранов в виде гибких полотен из лент аморфных и нанокристаллических магнитомягких сплавов, прошедших специальную термомагнитную обработку, также экраны выполняются в виде листового металлодиэлектрического композита с наполнителем из порошка аморфного и нанокристаллического магнитомягкого сплава (получение порошка при помощи УДА-технологии). Изготавливаются в различных видах: однослойных или многослойных функционально-градиентных композитов, ячеистых и объемно пористых структур интерференционного типа, могут быть нанесены в виде тонкопленочных покрытий. Эти конструкции имеют большой недостаток – высокую стоимость, поэтому важной и актуальной задачей является разработка эффективной защиты от геомагнитных излучений на основе композиционных материалов с использованием техногенного сырья.

Список литературы

1. Сейфулла Р.Д. Магнитное поле земли и здоровье человека // Р.Д. Сейфулла. - М.: ООО"Самполиграфист", 2013. - 120 с.
2. Серпов В.Ю. Влияние естественных магнитных полей на безопасность жизнедеятельности человека в зонах геофизических аномалий Европейской части России: Автореф. дис. док. мед. наук. - Санкт-Петербург, 2007. - 37 с.
3. Обоснование возможности защиты биологических объектов от вариаций космической погоды / Б. М. Владимирский, Н. А. Темурьянц, К. Н. Туманянц, Е. Н. Чуян // Пространство и Время. – 2017. – № 2-4(28-30). – С. 301-308.
4. Лесовик, В.С. Современное представление об эволюции строительных материалов / В. С. Лесовик, А. А. Володченко // Региональная научно-техническая конференция по итогам ориентированных фундаментальных исследований по междисциплинарным темам, проводимого Российским фондом фундаментальных исследований и Правительством Белгородской области: сборник докладов, Белгород, 25-26 февраля 2016 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2016. – С. 188-198.

5. Толстой А.Д. Долговечность многокомпонентного бетона в условиях действия агрессивных сред // Вестник ВСГУТУ. – Улан-Удэ, 2019. № 4 (75), с. 83-87.

Гуж Анна Сергеевна

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СТАЛЕФИБРОЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ПОПЕРЕМЕННОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ И ОТТАИВАНИЯ

*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный
университет, кафедра: железобетонных и каменных конструкций, адрес: 2-я
Красноармейская ул., 4, 190005
Научный руководитель - Попов Владимир Мирович*

Аннотация. Цель работы состоит в экспериментально-теоретическом исследовании долговечности и напряженно-деформированного состояния, а также в разработке практического метода расчета прочности сталефибробетонных изгибаемых элементов, в результате испытаний попеременного замораживания и оттаивания.

Ключевые слова: бетон, фибра, сталефибробетон, композиционный материал, циклы замораживания-оттаивания

Целью работы является проведение экспериментально-теоретического исследования напряженно-деформированного состояния сталефибробетона на изгиб с различным количеством циклов попеременного замораживания-оттаивания, и разработка практического метода расчета по прочности таких элементов.

Для достижения цели в ходе работы были поставлены следующие задачи:

- провести численные расчеты и физические эксперименты фиброжелезобетонных элементов на изгиб;
- получить полные диаграммы деформирования фиброжелезобетона до и после ЦЗО;
- оценить влияние циклов попеременного замораживания и оттаивания на прочностные и деформационные свойства элементов, работающих на изгиб, их изменчивость, степень разрушения;
- сравнить результаты энергии разрушения при изгибе фибробетонных элементов до и после ЦЗО;
- проанализировать эффективность фиброармирования;
- разработать практический метод расчета изгибаемых элементов по первой группе предельных состояний.

Российский климат весьма разнообразен и характеризуется четкой сезонностью. Чем севернее или восточнее территория, тем больше наблюдается разность температур по сезонам. Из-за этого возникает потребность в

строительстве зданий, которые смогут сохранять свою прочность и долговечность, несмотря на экстремальные условия, которым они будут подвергнуты.

Низкие отрицательные температуры, долгий зимний период, постоянная смена температур приводят к ухудшению прочностных и деформативных характеристик бетона в различных конструкциях и сооружениях. В таких условиях модуль упругости бетона резко снижается, а предельная деформация растет. Поэтому многие конструкции выходят из строя раньше назначенного срока эксплуатации. Это вызывает ряд актуальных проблем, требующих современных решений.

Одной из самых важных характеристик долговечности бетона является морозостойкость. Есть ряд способов повышения данной характеристики, одним из которых является применение фибры. Наряду с неармированным бетоном фибробетон обладает рядом преимуществ: низкая теплопроводность, более высокая влагостойкость и морозостойкость, снижение усадки материала и, соответственно, вероятность возникновения трещин.

Конструкции, находящиеся в суровых климатических условиях, испытывают сложное напряженно-деформированное состояние (НДС), и точные рекомендации по расчету сталефибробетонных элементов отсутствуют. В том числе, нет точного представления о свойствах морозостойкости сталефибробетонных изгибаемых конструкций, что осложняет процесс их проектирования.

Сталефибробетон рекомендуется применять для изготовления конструкций, в которых эффективно используются следующие характеристики: повышенные трещиностойкость, ударная прочность, вязкость разрушения, износостойкость, морозостойкость, сопротивление кавитации, а также пониженная усадка и ползучесть [1].

Для достижения цели работы требуется проведение эксперимента, состоящего из следующих этапов:

- подбор составов смеси;
- изготовление образцов;
- подготовка образцов к испытаниям с использованием морозильной камеры;
- испытание бетонных и сталефибробетонных образцов на сжатие и растяжение;
- испытание сталефибробетонной конструкции на изгиб до и после ЦЗО.

Экспериментальным путём принимается следующий состав фибробетонной смеси – таблица 1.

Таблица 1

Состав бетонной смеси

Класс бетона на сжатие			B60
	Расход материалов на 1м ³		
	Наименование	Ед.	Количество
	Цемент	кг	1000
	Песок	кг	1000
	Вода	кг	350
	Фибра 1,5%	кг	129
	Пластифицирующая добавка	кг	0,003

Для эксперимента разработаны бетонные и сталефибробетонные образцы: кубы с размерами 100х100х100 и призмы – 100х100х400 (рис.1) из мелкозернистого бетона с классом прочности на сжатие B60 [2].



Рисунок 1 – Готовые образцы для испытаний

После изготовления образцы направляются в морозильную камеру, предварительно пройдя подготовку [3].

Количество циклов ЦЗО принято 10. Замораживание образцов проводится в испытательной камере «Тепло-Холод-Влага» серии КТВХ объемом 1000 л.

По результатам эксперимента строятся графики зависимостей «напряжение – деформации» (рис 2,3).

Графики результатов испытаний образцов на сжатие:

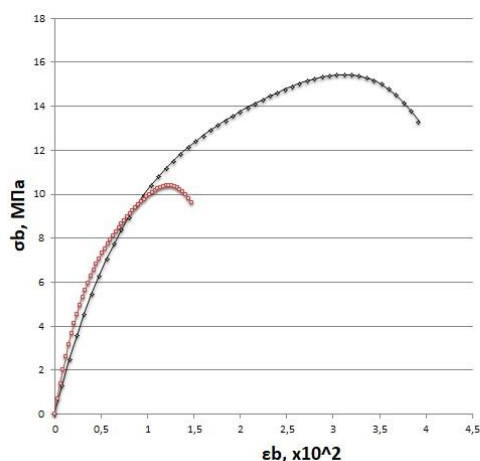


Рисунок 2– График зависимости « σ - ϵ » для бетонных образцов на сжатие при ЦЗО = 0

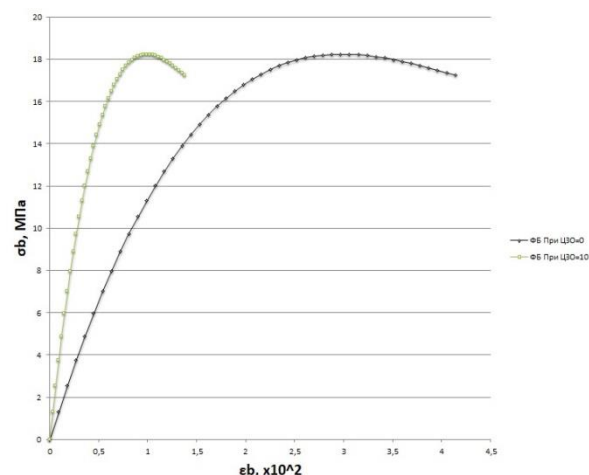


Рисунок 3– График зависимости « σ - ϵ » для сталефибробетонных образцов на сжатие при ЦЗО = 0,10

- при испытании бетонных образцов на сжатие при ЦЗО = 0 и 10, следует, что прочность образцов, испытанных при 10 циклах, на 30% меньше прочности при 0 циклах;

- разрушение образцов бетона при испытаниях на сжатие при ЦЗО = 10, происходит быстрее, чем при ЦЗО = 0, что говорит об ухудшении прочностных свойств материала при воздействии попеременного оттаивания-замораживания;

- в результате добавления в бетон сталефиброволокна при ЦЗО = 0 уже наблюдается замедление разрушения образца, следовательно, армирование бетона стальной фиброй способно увеличить его сопротивляемость нагрузкам при растяжении и сжатии;

- при испытаниях бетона и сталефибробетона при ЦЗО = 0, прочность бетонных образцов на 17% ниже, чем прочность сталефибробетонных;

- скорость испытаний образцов при добавлении сталефиброволокна, значительно уменьшается, что говорит о большей сопротивляемости материала нагрузке;

- армирование стальной фибры положительно влияет на прочность образцов, подверженных циклам попеременного замораживания-оттаивания;

В данной работе, используя алгоритм и полученные экспериментальные данные, производится расчет деформационной модели изгибаемых сталефиброжелезобетонных элементов на несущую способность.

Расчет на несущую способность фиброжелезобетонного элемента прямоугольного сечения 200x400 мм с рабочей арматурой в растянутой зоне был произведен по численному методу нелинейной деформационной модели, алгоритм которой был написан и предоставлен в пользование Поповым В.М.

По результатам расчета были получены предельные изгибающие моменты при размерах сечения 200x400 мм. Построены диаграммы при различных процентах армирования до и после ЦЗО.

Полученные результаты представлены в графике (рис. 4,5):

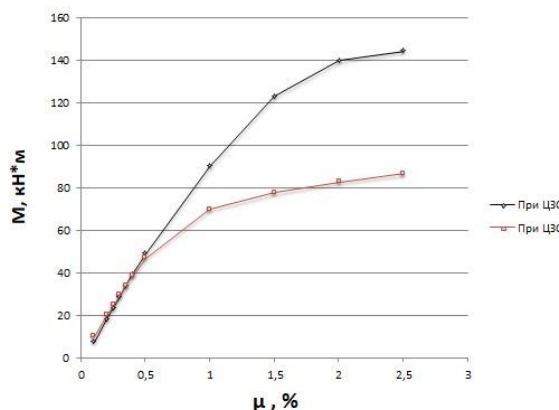


Рисунок 4 – График зависимости «М-μ» для железобетонных образцов на изгиб при ЦЗО = 0;10

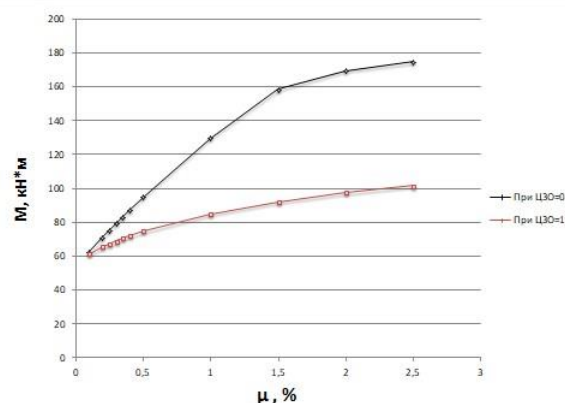


Рисунок 5 – График зависимости «М-μ» для сталефибробетонных образцов на изгиб при ЦЗО = 0;10

Анализируя график, делаем следующие выводы:

- при испытании бетонных элементов на изгиб при ЦЗО = 0 и 10 наблюдается следующая зависимость: несущая способность без испытаний на замораживание и оттаивание, при коэффициенте армирования 2,5% и 2% выше на 40%, чем у образцов, подверженных 10 циклам ЦЗО, также при 1% - на 22%, при 0,5% - 4%;
- при испытаниях сталефибробетонных образцов на изгиб при ЦЗО = 0 и 10 наблюдается следующая зависимость: несущая способность без испытаний на замораживание и оттаивание, при коэффициенте армирования 2,5%, 2% и 1,5% выше на 40%, чем у образцов, подверженных 10 циклам ЦЗО, также при 1% - на 34%, при 0,5% на 21%, при 0,4% на 17%, при 0,1% - на 1,81%;
- при армировании бетонных образцов на 0,1% уже происходит увеличение несущей способности при ЦЗО = 0 и 10, на 1,2%;
- несущая способность сталефибробетонных образцов при ЦЗО = 0 и $\mu = 2,5\%$ выше, чем у бетонных на 17%, а при ЦЗО = 10 и $\mu = 2,5\%$ выше на 15%;
- полученные зависимости показывают, что циклы замораживания-оттаивания снижают несущую способность бетонных и сталефибробетонных элементов, но с фибровым армированием несущая способность значительно выше, чем у бетонных.

Заключение:

По результатам экспериментально-теоретического исследования сталефибробетона при воздействии ЦЗО делаем следующие выводы:

1. Проведены исследования и эксперименты бетонных и фибробетонных элементов на сжатие и растяжение до и после ЦЗО;
2. Получены полные диаграммы деформирования бетона и фибробетона до и после ЦЗО;

3. Долговечность железобетонных элементов при воздействии циклов замораживания - оттаивания зависит от значения напряжений.

4. Разрушение бетонных образцов до и после циклов замораживания и оттаивания носит хрупкий характер, в то время как фибробетон при тех же условиях носит пластичный характер.

5. Сталефибробетон способствует сдерживанию микротрещин, при этом сохраняется форма образца при разрушении, а также не давало осыпаться отслоившимся слоям после воздействия замораживания-оттаивания в 5-% соляном растворе.

6. Прочностные свойства сталефибробетонных образцов по сравнению с бетонными образцами на морозостойкость стали лучше, за счет работы фибр.

7. Произведен расчет железобетонных и сталефиброжелезобетонных образцов на изгиб.

ЦЗО оказывает большую роль на изменение прочности и долговечности бетона. Применение стальной фибры значительно увеличивает несущую способность элементов, что позволяет использовать фибробетон в таких конструкциях как фундаменты, колонны, балки и т.д. Данная возможность показывает положительный результат строительства в условиях сурового климата.

Список литературы

1. СП 360.1325800.2017. Конструкции сталефибробетонные. Правила проектирования.

2. ГОСТ 10180-2012. Методы определения прочности по контрольным образцам

3. Волков, И.В. Фибробетон. Особенности и перспективы применения в строительных конструкциях/ И.В. Волков // Журнал СтройПРОФИль. – 2003. - №2.

Козлов Павел Геннадьевич, Панарин Игорь Иванович, Примчук Анатолий Григорьевич

ЗАГРАЖДЕНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ, ВОЗНИКАЮЩИЕ НА ПУТЯХ ДВИЖЕНИЯ ВОЙСК

*Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток, Россия
Научный руководитель - Федюк Роман Сергеевич, к.т.н., доцент*

Аннотация. Актуальной задачей инженерных войск является преодоление разрушений и заграждений на путях движения войск. В статье рассматривается классификация заграждений и разрушений, воздействие их на подразделения, ведущие наступление; а также возможные последствия применения противником различных видов вооружения.

Ключевые слова: дорога, путь движения, заграждения, разрушения.

Инженерными заграждениями называются установленные на местности минно-взрывные средства, искусственно созданные препятствия, разрушения сооружений и различных объектов с целью нанести потери противнику, задержать его продвижение, создать благоприятные условия для поражения его огнем из всех видов оружия, сковать маневр или вынудить двигаться в выгодном для наших войск направлении [1].

Заграждениями на путях движения войск являются: все препятствия на проезжей части путей и в полосе отвода. Разрушениями следует считать препятствия, возникающие на проезжей части путей, вследствие движения по ним колонн транспортных средств, т.е., эксплуатационные разрушения проезжей части путей и искусственных дорожных сооружений [2].

Характер заграждений и разрушений

Характер заграждений и разрушений определяется параметрами конкретного вида препятствий (геометрические размеры, время действия, тип поражающего фактора и т. д.). Анализ характеристик средств поражения и боеприпасов к ним показывает, что они становятся всё более направленными на решение конкретных огневых задач, возрастает точность применения боеприпасов и чётко прослеживается тенденция снижения массы зарядов в боеприпасах, создания боеприпасов кассетного типа с боевыми элементами комбинированного действия.

Под объемами заграждений и разрушений понимается количество препятствий различного вида (разрушения, повреждения мостов, воронки от взрыва различных боеприпасов на полотне дороги, группы мин и т. д.), которые должны быть преодолены (устранены) для обеспечения перемещения войск по путям со скоростями не ниже требуемых.

На конкретной местности заграждения и разрушения на путях могут возникать от ударов различными средствами поражения противника по нашим войскам на путях и искусственным дорожным сооружениям, а также от ударов наших войск по передвигающемуся противнику на дорогах в его полосе действий (рис. 1). К появлению заграждений приводит (может привести) целенаправленное воздействие, в том числе и средствами поражения, на окружающую среду и местность [2, 3].



Рисунок 1 – Разрыв артиллерийского снаряда на путях движения войск

Классификация заграждений и разрушений на путях движения войск приведена в таблице 1.

К примеру, такими воздействиями на определенные участки местности в горах, можно вызвать сход лавин, селей, камнепады и оползни (рис. 2-3). Они в свою очередь загромождают дороги, разрушают мосты, путепроводы, водопропускные трубы и полотно дорог; воздействие по лесным массивам и населенным пунктам приводит к образованию пожаров (задымлению) завалов, а по препятствиям ядерной и химической промышленности - к зонам заражения местности; удары по гидротехническим сооружениям и водным преградам приводят к затоплению и заболачиванию местности и разрушению мостов [3, 4].



Рисунок 2 - Селевые потоки

Таблица 1

Виды заграждений и разрушений на путях движения войск

Заграждения и разрушения от воздействия войск противника	Заграждения и разрушения от воздействия своих войск	Заграждения и разрушения от мероприятий эвакуации	Возможные препятствия от физико-климатических условий
Разрушения полотна и дорожной одежды			Заражение местности
Разрушения искусственных сооружений			Затопление местности
Разрушение мостовых переходов		Движение по путям эвакуационных потоков	Лавины
Заграждения от воздействия средств поражения		Поврежденная техника	Сели
Горящая и поврежденная техника	Горящая и поврежденная техника		Камнепады
Воронки от взрывов	Воронки от взрывов		Завалы в лесу
Завалы в лесу и в населенных пунктах	Завалы в лесу и в населенных пунктах		Завалы в населенных пунктах
Затопление местности	Затопление местности		Разрушения дорожной одежды
Лавины, сели, камнепады	Лавины, сели, камнепады		

Минные поля и узлы заграждений			
Участки путей, покрытые наледями и полимерами			
Невзрывные заграждения			



Рисунок 3 - Снежные лавины

Заграждения «привязываются» к конкретным участкам местности, а их заградительные свойства сильно зависят от сочетания природно-климатических и физико-географических условий на данной местности и в конкретное время. Так разрушение плотины гидроузла в период распутицы или обильных дождей приводит к более худшим последствиям, чем её разрушение в период засухи.

Применение зажигательных боеприпасов в сухой и ветреный период становится более эффективным, чем боеприпасов в обычном снаряжении. Удары такими боеприпасами наносят не только значительные потери войскам на путях движения, но и создают обширные очаги пожаров. Сама пораженная и горящая техника на путях становится серьезным заграждением.

Неблагоприятное сочетание физико-географических и природно-климатических условий также может привести к появлению заграждений на путях. Например, обильное таяние снега и вскрытие льда в верховьях реки приведут к образованию ледяных заторов в её нижнем течении и, как следствие, к обширному затоплению местности. Обильные снегопады и метели в горах приводят к «перегрузу» снегового пласта на склонах гор и сходу лавин. К разрушению дорожных сооружений и полотна дороги приводят землетрясения. Они же могут провоцировать сход лавин, селей, образование камнепадов, разрушение защитных сооружений и тоннелей на дорогах. Подводные землетрясения приводят к образованию волн цунами, которые в прибрежных районах могут вызывать затопление местности, разрушение дорог, сооружений на них, привести к образованию завалов в населенных пунктах и лесах.

В последнее время в странах НАТО разрабатываются «гуманные» или «нетрадиционные» виды оружия. Воздействие этого оружия должно давать эффект, но не приводить к гибели людей. Для исключения использования

участков железных и автомобильных дорог, аэродромов разработаны специальные полимеры. Их применение резко снижает сцепление колес транспортных средств с поверхностью дорог, аэродромов и исключает организованное движение по ним [2].

Эксплуатационные разрушения на путях зависят от состояния дорог и дорожных сооружений, типа и грузоподъемности машин, степени их загруженности и интенсивности движения на конкретных участках дорог. Такие разрушения должны учитываться в первую очередь при определении требуемой сети путей, т.к. повышение прочности дорожных одежд и пропускной способности дорог является задачей, которую инженерно-дорожные подразделения будут решать в исключительных случаях. К заграждениям от передвижения гражданского населения и проведения, эвакуационных мероприятий можно отнести поврежденную (пораженную) технику на путях и участки неорганизованного движения на них.

Следует отметить, что сами по себе естественные препятствия (овраги, балки, водные преграды и т. д.) заграждениями не являются, но разрушение полотна дороги в их пределах будет определять характер заграждения данного вида.

В целом все заграждения можно разделить на минно-взрывные (минные поля, группы и отдельные мины, боеприпасы с взрывателями замедленного действия и заряды ВВ) (рис. 4), невзрывные заграждения, водные, комбинированные.

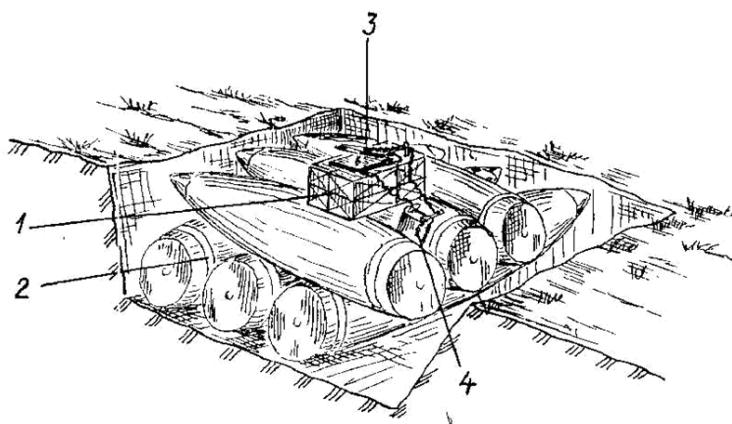


Рисунок 4 - Фугас из артиллерийских снарядов с замыкателем:
1-дополнительный заряд ВВ; 2-артиллерийские снаряды; 3-замыкатель; 4-источник питания

Параметры основных заграждений на путях от воздействия противника приведены в таблице 2.

Невзрывные заграждения подразделяются на искусственно создаваемые препятствия и препятствия от неблагоприятного сочетания физико-географических и природно-климатических условий. Первые в свою очередь подразделяются на: разрушение земляного полотна, ДМО, зоны пожаров и задымления, зоны химического и радиоактивного заражения местности, пораженную технику на путях, неорганизованное движение по путям, зоны пониженного сцепления колес с поверхностью движения, различные стенки, надолбы, ежи и т.д.

Таблица 2

Характер некоторых заграждений на путях движения войск

Вид заграждения		Кем установлено	Размеры, м	Примечания
Отдельная мина		Инженерные войска	-	Вблизи и на дорожных сооружениях, на проезжей части и вблизи дороги
Группа мин		Инженерные войска	Расстояние между группами 150...200 м	Устанавливается на узлах дорог и на дорогах, проходящих в дефиле
		Авиация	Авиабомбы серии ФАБ	Взрыватели устанавливаются с замедлением от нескольких минут до нескольких суток
Минное поле		Артиллерия (ствольная)	350x250	Системы минирования калибра 155 мм, два залпа батареи
		Артиллерия (РСЗО)	300x400 ... 1000x300	Одним залпом ПУ MLRS
		Авиация	300x400 ... 3500x500	Размеры определяются характеристиками системы минирования
Воронки (несколько воронок могут образовывать рвы)		Инженерные войска	d не менее 8 м, h не менее 1,5 м	Могут использовать специальные комплекты зарядов (М 180) или заряды, изготавливаемые в войсках
Завалы	В лесу	Инженерные войска	Глубина 30...70 м	Плотность до 100 деревьев на 100 пм
	В населённых пунктах	Инженерные войска	Высота завала равна половине высоты зданий	-
		Авиация		
	Другие	-	-	Размеры определяются конкретными условиями и средствами их устройства
Разрушенные мосты (путепроводы)		Инженерные войска, авиация, артиллерия	Не менее одного пролёта	Размеры разрушения определяются конкретными условиями применения боеприпасов и их калибром (массой)

Заграждения от неблагоприятного сочетания различных условий подразделяются на те же, что и искусственно создаваемые препятствия.

Затопление местности и ее заболачивание представляют собой водные заграждения, а заграждения, сочетающие в себе перечисленные выше препятствия между собой - комбинированные.

Заграждения на путях движения войск от неблагоприятного сочетания природно-климатических и физико-географических условий оцениваемой местности возникают на обширной территории и, как правило, препятствуют как действиям наших войск, так и противника. Заграждения и разрушения от

перемещения гражданского населения и проведения эвакуационных мероприятий, как и эксплуатационные разрушения, учитываются при выборе требуемой сети путей. Их объемы и характер прогнозируются при проведении эксплуатационной оценки маршрутов движения войск, населения, проведения эвакуационных мероприятий.

Выполнение инженерных задач по преодолению заграждений и разрушений, по устройству и содержанию путей движения войск особо важно во время боевых действий. В годы Великой Отечественной Войны [5, 6, 7] инженерно-дорожными отрядами обслуживались специальные маршруты для движения гусеничных, транспортных и боевых единиц, а также гужевого транспорта. Отличительной особенностью в системе дорожного обеспечения действующих фронтов и армий явилась организация военно-автомобильных дорог (ВАД) – единая система армейских, фронтовых и ВАД центра организации и регулирования движения, технической помощи автомобилям, питания, обогрева в зимнее время и оказания медицинской помощи пользующимся дорогой. Для восстановления и строительства дорог и мостов ВАД в необходимых случаях придавались специализированные дорожные части.

Своевременность подготовки путей, и организация содержания их в значительной степени будет зависеть от умелого выбора маршрутов и своевременной инженерной разведки путей передвижения войск на выбранных маршрутах (рис. 5).



Рисунок 5 - Ведение инженерной разведки путей движения войск

Заключение

Обычно детальный прогноз заграждений и разрушений на путях движения войск различной принадлежности и назначения в полном объёме будет производиться в мирное время и для конкретных направлений действий войск. На основе выполненных расчётов подготавливаются таблицы, графики, номограммы, расчётные линейки, по которым в ходе боевых действий, как правило, будут выполняться упрощённые оперативные расчёты.

Список литературы

1. Наставление по военно-инженерному делу для ВС РФ : [утверждено Начальником инженерных войск Вооруженных Сил Российской Федерации]. – М. : Воениздат, 2016. – 468 с.

2. Подготовка и содержание путей движения войск. Часть 1. Учебное пособие. – М.: ОВА ВС РФ, 2008. – 320 с.
3. 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, И.И. Панарин, Д.Н. Пезин ; Дальневост. федерал. ун-т. – Владивосток : Дальневост. федерал. ун-т, 2016. – 194 с.
4. Учебник сержанта инженерных войск : [утверждено начальником инженерных войск Вооруженных Сил Российской Федерации]. – М. : Воениздат, 2016. – 378 с.
5. Аракелян В.Р., Аленин Е.Е. Военные дороги - техника и технологии строительства в годы Великой Отечественной Войны // В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России. Материалы XIV Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 75- летию победы в Великой Отечественной войне. 2020. С. 46-51.
6. Кручинин И.Н., Бургонутдинов А.М., Цыпленков Р.Г. Повышение транспортно эксплуатационных качеств военных дорог с покрытиями низшего типа // В сборнике: Актуальные вопросы совершенствования системы технического обеспечения силовых структур Росгвардии. Сборник статей Межвузовской научно-практической конференции. под общ. ред. В.В. Армяншин, Г.М. Гончаренко. 2019. С. 45-48.
7. Козлов П.Г., Осипов П.Н. Боевое применение инженерных войск на завершающем этапе Второй мировой войны // В книге: Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России. Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 225-230.

Мороз Игорь Викторович

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ КПД ОСЕВЫХ ПАРЦИАЛЬНЫХ МИКРОТУРБИН

Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток

Аннотация. на основании анализа источников рассмотрен теоретический метод с точки зрения их использования при исследовании газодинамических характеристик микротурбин. У данного метода выявлены преимущества и недостатки. Недостатком использования теоретического метода, в настоящее время, является неприемлемо низкая точность результатов, а также невозможность его применения для расчёта характеристик газа при движении последнего в каналах микротурбины.

Ключевые слова. микротурбина, эффективность, степень реактивности, сопло, турбинная ступень.

В настоящее время микротурбины находят применение в качестве приводных двигателей и вспомогательных турбоагрегатов в судостроении, авиации и т.д. Условия эксплуатации микротурбин определяют ряд основных требований, предъявляемых к турбинам такого класса: минимальные массогабаритные показатели при высокой удельной мощности (как следствие - значительные перепады энтальпий при малом числе ступеней); пониженная частота вращения ротора; возможность работы в широком диапазоне изменения мощности и частоты вращения; технологичность конструкции; простота и невысокая стоимость изготовления; надежность в эксплуатации; снижение вредных воздействий на окружающую среду (токсичность выхлопа, вибрации, шум). Совершенствование количественных и качественных показателей является неотъемлемой частью развития осевых парциальных микротурбин. В данной статье будет рассмотрен теоретический метод исследования.

Суть данного метода состоит в том, что решение уравнения сохранения, состояния и движения рабочего тела происходит путём создания математических моделей производственных затрат по кругу исследуемых процессов и последующем анализе этих моделей [1,2].

На данный момент рассчитать движение газа в каналах турбины данным методом с достаточной точностью невозможно [3,4]. Причинами являются определенные допущения, которые содержатся в выводимых уравнениях и из-за сложности процессов в проточных частях. К ним относятся:

- Турбулентность течения, связанная с высокими скоростями потока в соплах микротурбины. Также из-за присутствия лопаток рабочего колеса с кромками, которых, выходящий из сопел поток пересекается, что приводит к значительному усложнению поставленной задачи.
- Вихри при турбулентном течении имеют случайный характер. Соответственно, и ударные волны, которые возникают при обтекании кромок лопаток также имеют случайный характер.
- Ударные волны влияют на поток рабочего тела сразу же после выхода из проточных частей сопел, значительно влияя на его газодинамические характеристики. Причиной является малый угол установки сопел.
- Ввиду малых размеров проточных частей микротурбины, на данный момент невозможно разместить датчики регистрации локальных характеристик потока так, чтобы погрешность измерения имела допустимые значения.

Указанные причины значительно увеличивают погрешность результатов, полученных расчетным методом и результатов, полученных входе проведенного эксперимента.

В работе [4,5,6] приведены уравнения для расчета эффективности промежуточной ступени, составленные совместным преобразованием уравнений расхода, количества и энергии движения. В качестве допущений авторы принимали следующий ряд условий:

1. Показатели скорости сопловых аппаратов и рабочего колеса постоянны и не зависят от параметров выбранного режима;

2. При определении утечки не учитывалась радиальная неравномерность в осевом зазоре

В результате исследований экспериментальные и расчетные данные для принятых режимов имеют значительную неточность. Полученная погрешность результатов зависит от выбранного конструктором показателя скорости и утечки рабочего тела [7,8].

Список литературы

1. Ибрагимов Д.И. Совершенствование эксплуатационных характеристик судовой осевой парциальной микротурбины с одиночным соплом / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный федеральный университет. Владивосток, 2019

2. Фершалов А.Ю., Фершалов Ю.Я., Поршкевич В.В., Камаев Н.А. Конструкция ступени осевой турбины с частичной интеграцией рабочего колеса в сопловый аппарат/ Морские интеллектуальные технологии – 2017. №3-4(38). С 94-98

3. Ибрагимов Д.И. Совершенствование эксплуатационных характеристик судовой осевой парциальной микротурбины с одиночным соплом. / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный федеральный университет. Владивосток, 2019

4. Фершалов А.Ю., Фершалов Ю.Я., Фершалов М.Ю. Эффективность малогабаритных турбинных ступеней с малыми углами выхода сопел/ Морские интеллектуальные технологии – 2018. №1-1(39). С. 57-62

5. Ибрагимов Д.И., Ильинский Ю.Ю. Разработка математической зависимости для исследования степени реактивности ступени микротурбин/ Развитие технических наук в современном мире – 2015. С. 109-110

6. Ибрагимов Д.И. Влияние угла выхода сопел и безразмерной скорости газа на степень реактивности ступени микротурбины/ Вопросы образования и науки: теоретические и практические аспекты – 2015. С. 109-110

7. Ibragimov D. I., Mochalov A., Ilinskiy. Yu. Yu. Research data of microturbine nozzles with outlet angles under 9 degree// Procedia Engineering. International conference on industrial engineering/ ICIE 2017. P 493-498

8. Fershalov A.Yu., Fershalov M.Yu., Fershalov Yu. Ya., Sazonov T.V., Ibragimov D.I., Research data of turbine nozzle of 5-9 degree outlet angles// Applied Mechanics and Materials. 2015. 789-790. P. 203-206.

ЧИСЛЕННЫЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ КПД ОСЕВЫХ ПАРЦИАЛЬНЫХ МИКРОТУРБИН

Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток

Аннотация. В данной статье рассмотрен численный метод с точки зрения их использования при исследовании газодинамических характеристик микротурбин. Проанализировав литературу, делаем вывод, что данный метод является менее рациональным и перспективным для исследования КПД осевых парциальных микротурбин, так как он не обеспечивает высокую достоверность исходных данных, точность расчета.

Ключевые слова. микротурбина, эффективность, степень реактивности, сопло, турбинная ступень.

Осевые парциальные микротурбины используются во многих отраслях, например, в нефтедобывающей промышленности, электроснабжении и т.д. В нашем случае мы будем говорить о тех из них, которые используются преимущественно на судах и кораблях. Их устройство принципиально не отличается от используемых в других областях техники. При проектировании любой энергетической установки, в первую очередь, стараются достичь максимально возможного КПД.

Численный метод является одним из трёх методов исследования КПД осевых парциальных микротурбин. Проанализировав литературу, были определены определённые проблемы, связанные с данным методом.

Решение уравнений сохранения, состояния и движения рабочего тела, как аналитическими, так и численными методами, представляют собой численный метод [1].

Для оценки эффективности сопловых аппаратов используются программы, такие как: STAR-CD, FLUENT, CFX, NUMECAFINE, TASCflow и др. Коммерческие программы дают возможность проанализировать течение рабочего тела и рассчитать интегральные характеристики решеток в широком диапазоне режимов обтекания, но для решения конкретных задач, перечисленные пакеты не являются универсальным. На конечные результаты влияют следующие параметры:

1. Точности дискретизации;
2. Модели турбулентности.
3. Тип расчётной сетки;
4. Число ячеек;
5. Степени турбулентности;

При расчёте осевых парциальных микротурбин выделен ряд особенностей, который ограничивает использование существующих численных методов на практике. К ним относятся:

- Низкая достоверность результатов, приводящая к использованию схем расчета, которые не обеспечивают наилучшие результаты.

- Точность расчётов не гарантирует применение единственной полученной модели ко всем возможным частным случаям. Например, моделей турбулентности насчитывается более десятка. Исходя из этого делаем вывод что на данный момент невозможно построить модель турбулентности, на которой можно выполнить расчеты с учетом всех рабочих условий.

- Длительность времени расчёта, в том числе при использовании суперкомпьютеров.

- Невозможность идентификации, так как в результате использования программных пакетов математического обеспечения расчётов, предоставляется несколько схем, которые не являются достаточно верифицированными.

Анализ течения газа в проточной части осевых парциальных микротурбин, можно выполнить в одномерной, двумерной и трехмерной постановке. Сущность перечисленных постановок предполагает получение значений эффективности по интегральным характеристикам. Дальнейший расчет КПД основан на рассчитанных характеристиках потока рабочего тела в любой плоскости узлов сетки, представленных в виде векторов, и расчет эффективности потока рабочего тела по всей проточной части узлов сетки в виде векторов. Например, в ЦИАМе [2] существуют методы расчёта двумерного и трёхмерно течения газа в проточных частях турбин. На основе этого исследования была разработана технология для проектирования турбин, давшая возможность сократить затраты на создание турбин в 3-5 раз.

По теме численных методов газовой динамики, имеются рекомендации по созданию расчётной модели, но для исследования эффективности осевых турбин они не всегда применимы [3]. Также при применении граничных условий для профилей сопел со значительными углами поворота, появляется перекося конечных элементов около выходной кромки, который отрицательно сказывается на результатах расчета. Исходя из этого, разработать окончательную методику возможно исключительно совместным анализом результатов и экспериментальных исследований [4].

В исследовании А.М. Топунова[5] представлен расчет течения рабочего тела в проточных частях турбин. В расчетную область включается вся проточная часть, так как исходная система уравнений имеет эллиптический тип. Эта особенность позволяет учесть взаимное влияние венцов вверх и вниз по потоку в рамках осесимметричного приближения. Реализация описанной задачи на практике имеет ряд проблем:

1. Малая вероятность получения решения поставленной задачи для околосвуковых ступеней с заданными параметрами на выходе и суммарным расходом, так как при определении перепада энтальпий необходима максимально высокая точность иначе малейшая неточность может привести к существенной погрешности расчетов;

2. Не учитывается смещение потока в модели, что влечет за собой большую погрешность расчета, в частности на долевых режимах и при непостоянных потерях;

3. Плохое уплотнение радиальных зазоров, приводящее к значительным расхождениям экспериментальных данных и расчетных.

4. Вращающееся рабочее колесо в расчетной части ухудшает сходимость решения задачи из-за нелинейных членов в уравнениях исходной системы;

Расчет потока рабочего тела в проточных частях осевых парциальных микротурбин заключен в решении уравнения Навье-Стокса при учете вращения рабочего колеса [6]. Однако на сегодняшний день сделать это аналитическим методом невозможно, в особенности, если рассчитывается сверхзвуковая турбина, поскольку к имеющейся турбулентности добавляется неравномерность потока по причине вращения рабочего колеса [7].

Исследователи сверхзвуковых осевых парциальных микротурбин на неустойчивых режимах работы для получения уравнений методом последовательных приближений учитывают только влияние степени реактивности и не основываются на эксперименты. При этом они не учитывают массу протечки и влияние ее на скачкообразность давления по высоте лопатки, однако при численном моделировании учитываются влияние на степень реактивности. По итогу для определения КПД турбинной ступени, а также достаточно большой точности расчета нужно использовать эмпирические зависимости. Кроме того, нужно учитывать отклонения потока в косых срезах сопел на режимах, которые отличаются от расчетного [8].

Конечный результат зачастую не достигается, так как, при введении полученных данных в ходе эксперимента, в расчете методом последовательных приближений наблюдается изменение функции. Она перестает быть гладкой и непрерывной. Это негативно сказывается на сходимости процесса.

Заключение

На основе анализа литературы делаем вывод, что численный метод исследования является менее рациональным и перспективным для исследования КПД осевых парциальных микротурбин, так как он не обеспечивает высокую достоверность исходных данных, точность расчета, а так же занимает очень длительное время, в том числе при использовании суперкомпьютеров.

Список литературы

1. Фершалов А.Ю., Фершалов Ю.Я., Поршкевич В.В., Камаев Н.А. Конструкция ступени осевой турбины с частичной интеграцией рабочего колеса в сопловой аппарат/ Морские интеллектуальные технологии – 2017. №3-4(38). С 94-98

2. Ибрагимов Д.И. Совершенствование эксплуатационных характеристик судовой осевой парциальной микротурбины с одиночным соплом / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный федеральный университет. Владивосток, 2019

3. Фершалов А.Ю., Фершалов Ю.Я., Фершалов М.Ю. Эффективность малогабаритных турбинных ступеней с малыми углами выхода сопел/ Морские интеллектуальные технологии – 2018. №1-1(39). С. 57-62

4. Ибрагимов Д.И. Совершенствование эксплуатационных характеристик судовой осевой парциальной микротурбины с одиночным соплом. / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный федеральный университет. Владивосток, 2019

5. Ибрагимов Д.И., Ильинский Ю.Ю. Разработка математической зависимости для исследования степени реактивности ступени микротурбин/ Развитие технических наук в современном мире – 2015. С. 109-110

6. Ибрагимов Д.И. Влияние угла выхода сопел и безразмерной скорости газа на степень реактивности ступени микротурбины/ Вопросы образования и науки: теоритические и практические аспекты – 2015. С. 109-110

7. Ibragimov D. I., Mochalov A., Ilinskiy. Yu. Yu. Research data of microturbine nozzles with outlet angles under 9 degree// Procedia Engineering. International conference on industrial engineering/ ICIE 2017. P 493-498

8. Fershalov A.Yu., Fershalov M.Yu., Fershalov Yu. Ya., Sazonov T.V., Ibragimov D.I., Research data of turbine nozzle of 5-9-degree outlet angles// Applied Mechanics and Materials. 2015. 789-790. P. 203-206.

Приходько Никита Тимурович

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ КПД ОСЕВЫХ ПАРЦИАЛЬНЫХ МИКРОТУРБИН

Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток

Аннотация. на основании анализа источников рассмотрен экспериментально-теоретический метод, с точки зрения использования его при исследовании газодинамических характеристик микротурбин. использование экспериментально-теоретического метода, обеспечивает высокую достоверность исходных данных при проектировании осевых парциальных микротурбин. На основе проведённого анализа, экспериментально - теоретический метод на сегодняшний день является наиболее перспективным для исследования осевых парциальных микротурбин.

Ключевые слова. микротурбина, эффективность, степень реактивности, сопло, турбинная ступень.

На сегодняшний день огромный интерес уделяется исследованию микротурбин. Микротурбины – это турбины имеющие ограничения по массогабаритным показателям, частоте вращения и расходу рабочего тела. Такие турбины часто используются в судостроении. Например, в военно-морском флоте микротурбины используются в качестве приводов электрогенераторов, агрегатов наддува двигателей внутреннего сгорания, а также как приводы насосов и компрессоров.

Одной из наиболее важных эксплуатационных характеристик микротурбин, является КПД. В среднем КПД микротурбины составляет 29% - 35%. [1] Так как работает она в автономном режиме с непостоянной нагрузкой – повышение эффективности микротурбины при разных режимах работы имеет особое значение.

В данной статье представлен экспериментально-теоретический метод исследования КПД осевых парциальных микротурбин.

Данный метод основан на обобщении результатов эксперимента на физических реальных моделях. После этого строят систему математических зависимостей результатов экспериментов. В конечном счете проводят анализ полученных результатов на имитационной модели [1,2].

Применив данный метод исследования, можно достичь высокую достоверность исходных данных для проектирования осевых парциальных микротурбин. Схожие исследования на специальных стендах с каждым днем обретают все большее распространение [3,4].

Проведя эксперимент на реальных моделях и сравнив полученные результаты теоретического исследования микротурбин с результатами, которые получились в ходе эксперимента в двумерной и трехмерной постановке, была обнаружена погрешность итоговых данных. Эта погрешность обусловлена небольшими размерами проточных частей, а также вращением рабочего колеса [5,6]. Приняв во внимание данные условия делаем вывод, что результаты, полученные теоретическим методом, не удастся подтвердить экспериментами на реальных моделях. Поэтому, подобные исследования осевых парциальных микротурбин необходимо выполнять только в одномерной постановке. Это позволит учесть большинство особенностей работы осевых парциальных микротурбин. К ним относятся:

- Неравномерность параметров рабочего тела,
- Вибрация установки, которая происходит из-за вращения рабочего колеса и др.

Исключив все недочеты, а также выполнив все условия работы осевых парциальных микротурбин, результаты исследования будут иметь значительно меньшую погрешность. [7,8]

Список литературы

1. Фершалов А.Ю., Фершалов Ю.Я., Поршкевич В.В., Камаев Н.А. Конструкция ступени осевой турбины с частичной интеграцией рабочего колеса в сопловой аппарат/ Морские интеллектуальные технологии – 2017. №3-4(38). С 94-98
2. Фершалов А.Ю., Фершалов Ю.Я., Фершалов М.Ю. Эффективность малогабаритных турбинных ступеней с малыми углами выхода сопел/ Морские интеллектуальные технологии – 2018. №1-1(39). С. 57-62
3. Ибрагимов Д.И. Совершенствование эксплуатационных характеристик судовой осевой парциальной микротурбины с одиночным соплом / Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дальневосточный федеральный университет. Владивосток, 2019
4. Ибрагимов Д.И. Совершенствование эксплуатационных характеристик судовой осевой парциальной микротурбины с одиночным соплом. / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата

технических наук / Дальневосточный федеральный университет. Владивосток, 2019

5. Ибрагимов Д.И., Ильинский Ю.Ю. Разработка математической зависимости для исследования степени реактивности ступени микротурбин/ Развитие технических наук в современном мире – 2015. С. 109-110

6. Ибрагимов Д.И. Влияние угла выхода сопел и безразмерной скорости газа на степень реактивности ступени микротурбины/ Вопросы образования и науки: теоритические и практические аспекты – 2015. С. 109-110

7. Ibragimov D. I., Mochalov A., Ilinskiy. Yu. Yu. Research data of microturbine nozzles with outlet angles under 9 degree// Procedia Engineering. International conference on industrial engineering/ ICIE 2017. P 493-498

8. Fershalov A.Yu., Fershalov M.Yu., Fershalov Yu. Ya., Sazonov T.V., Ibragimov D.I., Research data of turbine nozzle of 5-9 degree outlet angles// Applied Mechanics and Materials. 2015. 789-790. P. 203-206.

Кривопустов Д.Ю.

СИНТЕЗ ЖЕЛЕЗИСТОГО ЦЕМЕНТА НА ОСНОВЕ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ

*БГТУ им В.Г.Шухова «Белгородский Государственный Технологический
Университет имени В.Г.Шухова»*

Научный руководитель: Лесовик Валерий Станиславович, д.т.н. проф.

Аннотация: В данный момент времени научным сообществом всё чаще рассматривается возможность применения техногенного сырья при синтезе вяжущих материалов. Создание композитов на основе такого сырья позволяет получить клинкер, соответствующий требованиям к строительным материалам для гидротехнических и транспортных конструкций, а также производство конструкций на основе таких компонентов приводит к сокращению выбросов углекислого газа в атмосферу. Целью данного исследования является определение возможности синтеза железистого цемента на основе сырья Курской магнитной аномалии.

Ключевые слова: техногенное сырьё, железная руда, мел, ферроцемент

В настоящее время наиболее перспективным направлением в строительном материаловедении является использование технологий, направленных на улучшение качества готовой продукции и снижения технико-экономических затрат при ее производстве. К инновационным строительным материалам относятся композиционные вяжущие, позволяющие получать новые модифицированные микроструктуры в том числе при использовании техногенного сырья [1].

При исследовании структурообразования синтезируемых композитов является необходимым правильный подбор соотношения техногенного и

минерального сырья для наиболее эффективного получения высокопрочных композитов с наименьшими энергозатратами. [2].

Россия занимает третье место по разведанным запасам железной руды. Именно она лежит в основе производства железистого цемента. Железистый (рудный) портландцемент, который также в некоторых источниках называют цементом Феррари, описанный в 1901 году Михаэлисом, характеризуется пониженным содержанием оксида алюминия и повышенным – оксидов железа. Белгородский рудный район является одним из крупнейших бассейнов, вмещающим порядка 95 % всех запасов богатых железных руд КМА.

Железосодержащие цементы используются для инженерного и гражданского строительства в морской среде, поскольку он устойчив к воздействию агрессивных сред, не склонен к растрескиванию и меньше подвержен усталостному разрушению. Еще в 1919 году было отмечено, что оксид железа в цементах соединяется с кальциевыми алюминатами, противодействуя разрушающему действию воды, в которой растворено множество различных солей. Высокожелезистые цементы можно применять в качестве кристаллизационного наполнителя для обычных портландцементов, а также для получения композитов, защищающих человека от негативного воздействия магнитных бурь, высоковольтных электролиний и т.д. [3].

Исходя из вышесказанного, задачей данной работы являлось получение железистого клинкера на основе железной руды Яковлевского месторождения и Белгородского мела. Необходимо определить возможность производства данного вида вяжущего, и дальнейшее его применение в сфере строительных материалов и изделий.

При подборе сырья для синтеза железистого цемента были учтены процессы минералообразования клинкерных фаз и произвели расчет соотношения исходных сырьевых компонентов. Это обуславливается тем, что при неправильно подобранном соотношении компонентов сырьевой смеси возможно раннее появление расплава образцов при их термической обработке [4].

В качестве компонентов для синтеза железистого клинкера были использованы: мел и железная руда (табл.1).

Таблица 1

Железная руда Яковлевского месторождения, %

материал	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	ППП	проч.	Сумма
Железная руда	3,4	1,63	82,32	0,63	0,5	0,1	0,14	11,28	0	100
мел	1,3	0,7	0,1	54,7	0,3	0	0	42,8	0,1	100

Для синтеза железистого клинкера рассчитываем сырьевую шихту, применяя соотношение оксида кальция к содержанию оксида железа в клинкере равным 0,7, при термической обработке образцов данных материалов образуется браунмиллерит. Глиноземистый модуль по данному соотношению для цемента «феррари» не превышает 1,5 [5].

Расчеты сырьевых компонентов и итоговой сырьевой смеси просчитывались в программе Microsoft Excel (табл. 2).

Таблица 2

Содержание оксидов сырьевых компонентов и сырьевой смеси по заданному силикатному модулю, %

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	ППП	проч.	Сумма
Мел	0,66	0,36	0,05	27,90	0,15	0,00	0,00	21,83	0,05	51,00
Железная руда	1,67	0,80	40,34	0,31	0,25	0,05	0,07	5,53	0,00	49,00
Сырьевая смесь	2,33	1,16	40,39	28,21	0,40	0,05	0,07	27,36	0,05	100,00

Обжиг сырьевой смеси проводился при температуре 1320°C в высокотемпературной лабораторной печи, без выдержки, после чего происходило резкое охлаждение полученного клинкера на воздухе. Образцы исследовались при помощи рентгенофазового анализа, для определения минералогического состава полученного железистого клинкера. Результаты исследования приведены на рисунке 1.

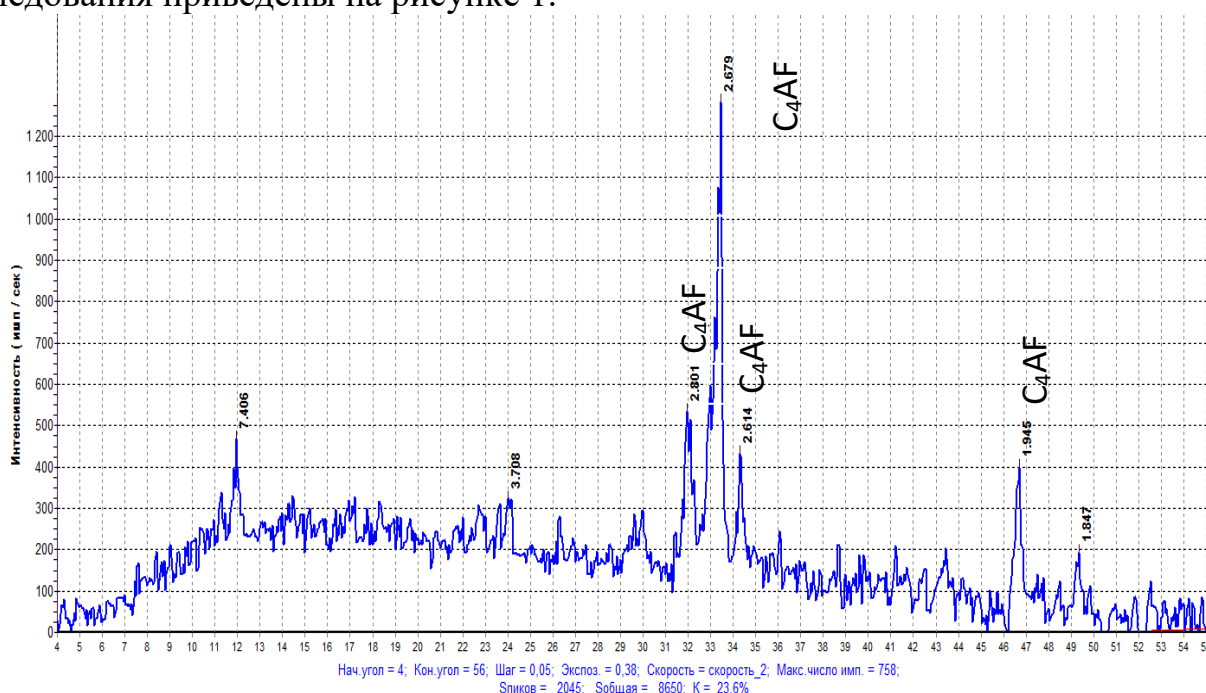


Рис.1 Рентгенограмма железистого клинкера.

Основным минералом синтезированного клинкера является браунмиллерит (2,801; 2,679; 2,614; 1,975)

По своим основным характеристикам полученный цемент удовлетворяет требованиям нормативных документов. Таким образом, доказана возможность получения железистых цементов на сырьевых ресурсах Курской магнитной аномалии. Производство широкой номенклатуры композитов на данном цементе позволит внести определенный вклад в защиту среды обитания человека.

Список литературы

1. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород М.: Изд-во АСВ, 2006 г. - 525 с.
2. Толстой А.Д., Лесовик В.С., Милькина А.С. Особенности структуры бетонов нового поколения с применением техногенных материалов // Вестник СибАДИ. 2018. №4 (62).
3. Верещака В.В. Формирование и свойства железосодержащих фаз высокожелезистого цемента в присутствии минерализаторов: дис. ... канд. техн. наук: 05.17.11/ Белгор. гос. технол. ун-т им. В.Г. Шухова. – Белгород. – 2003. – 225 с.
4. Тейлор Х. Химия цемента. Пер.с англ. – М.: Мир, 1996. - 560 с.
5. Рояк С.М., Рояк Г.С., Специальные цементы: Учеб. Пособие для Вузов- 2 е издание., перераб и доп. –М : Стройиздат 1983 г. стр 20-22 .

Бабешко Алина Вячеславовна

КОМПОЗИЦИОННОЕ ВЯЖУЩЕЕ ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
кафедра строительного материаловедения, изделий и конструкций, Россия,
308012, г. Белгород, ул. Костюкова 46, БГТУ им. В. Г. Шухова
Научный руководитель: Лесовик Валерий Станиславович, доктор технических
наук, профессор*

Аннотация. В Российской Федерации приблизительно 5 млрд. м² используемых по своему назначению сооружений, соответственно, чтобы их отапливать тратится больше трети энергоресурсов страны. Также в мировой строительной индустрии решение основных проблем направлено на энерго-, ресурсосбережение, снижение влияния вредного воздействия на экологию и человека. Широко применяемый прием - разработка строительных композитов за счет использования различных видов неорганического и органического сырья, активных минеральных добавок, местных природных и техногенных материальных ресурсов. Не так давно на строительном рынке среди других теплоизоляционных материалов появились сухие смеси, которые одновременно защищают здания от внешних воздействий и сохраняют энергию в помещении. На данный момент наиболее популярны теплоизоляционные сухие смеси на основе перлита. Выход из ситуации с теплотериями зданий в нашей стране - это уменьшение процента пропуска тепла через ограждающие конструкции сооружений.

Ключевые слова: теплоизоляция; сухие смеси; перлитовый песок; теплоизоляционные материалы; композиционное вяжущее

Среди проблем, связанных со строительной системой России пристальное внимание исследователей в последние годы привлекает вопрос о необходимости создания новых высококачественных, эффективных теплозащитных материалов [2].

В Российской Федерации приблизительно 5 млрд. м² используемых по своему назначению сооружений, соответственно, чтобы их отапливать тратится больше трети энергоресурсов страны. Коммунальное хозяйство потребляет до 20% электрической и 45% тепловой энергии, производимой в стране.

Здания теряют около 65% энергии из-за плохой теплоизоляции. Соответственно использование различных утеплителей улучшает условия жизни благодаря снижению потери тепла здания.

Теплоизоляционный материал - это материал, препятствующий прохождению тепла.

В России растет строительное производство во многих отраслях и соответственно появляется дефицит теплоизоляционных материалов, особенно высокого качества. Даже импортные поставки не решают этот вопрос.

Погодные условия, а именно холода, а также рост цен на энергоресурсы делают рынок теплоизоляционных материалов востребованным и постоянно развивающимся [2].

Наиболее популярными материалами для теплоизоляции на данный момент являются минеральная вата и полимерные утеплители. Но главным недостатком минеральной ваты является низкая влагоустойчивость, что в разы повышает ее стоимость, так как необходимо использовать дополнительную гидроизоляцию. Полимерные теплоизоляционные материалы при горении токсичны и вредны.

Также в мировой строительной индустрии решение основных проблем направлено на энерго-, ресурсосбережение, снижение влияния вредного воздействия на экологию и человека [8]. Негативное воздействие различных параметров окружающей среды создает угрозу физическому и нравственному здоровью людей [3].

Отличительной характеристикой настоящего времени является создание материалов с заданными физико-механическими и управляемыми свойствами. Широко применяемый прием - разработка строительных композитов за счет использования различных видов неорганического и органического сырья, активных минеральных добавок, местных природных и техногенных материальных ресурсов [7].

Следует отметить повсеместное применение в жилищном строительстве импрегнированных древесно-волоконистых плит, угрожающих здоровью людей, а также развитие плесени на стенах и перекрытиях зданий вследствие недостаточной теплоизоляции. При рассмотрении проблем строительства в аспекте безопасности для здоровья обязательно следует также обратить внимание на широко распространенную недостаточную акустическую изоляцию строительных перегородок. Вышеуказанные основные недостатки жилищного

строительства были обусловлены, прежде всего, отсутствием на рынке соответствующих изоляционных материалов.

Не так давно на строительном рынке среди других теплоизоляционных материалов появились сухие смеси, которые одновременно защищают здания от внешних воздействий и сохраняют энергию в помещении.

Теплоизоляционные сухие смеси обладают рядом плюсов, благодаря чему они пользуются большой популярностью при теплоизоляции зданий:

1. Слой штукатурки толщиной 5 см может заменить кирпичную кладку в два слоя или отделку пенополистиролом.

2. Теплая штукатурка за счет воздушной структуры имеет меньший вес по сравнению с традиционными смесями.

3. Составы монолитные и однородные, поэтому штукатурка не трескается и не рассыпается.

4. Теплая штукатурка имеет высокую степень адгезии. Хорошо сцепляется с любыми строительными материалами, не требует использования армирующей сетки и грунтовки.

5. Слой штукатурки можно красить любыми паронепроницаемыми красками. Обладает отличными водоотталкивающими свойствами и воздухопроницаемостью.

6. Теплые штукатурки обладают высокими огнеупорными свойствами [6].

Теплая штукатурка обладает высокой энергоэффективностью, но остается относительно недорогим сырьем. При его использовании решается проблема дополнительного утепления. Таким образом, стена становится неуязвимой для неблагоприятных условий, а также образует надежный теплозащитный экран.

В составе сухих смесей присутствуют цементно-песчаные компоненты и минеральные добавки. Для утепления в смесь добавляют вспученный вермикулит, перлит, опилки, мелкозернистый керамзит, крошка пемзы или гранулированный пенополистирол.

На данный момент наиболее популярны теплоизоляционные сухие смеси на основе перлита. Перлитовый песок – популярный теплоизоляционный наполнитель (высокоэффективный утеплитель), а также полностью экологически чистое вещество. Материалы с перлитом отличаются высокой теплопроводностью и паропроницаемостью. При нагревании до высоких температур 1000-1150, порода разбухает, образуя массу в 10-12 раз больше первоначального объема. Отличием перлитового песка является содержание примерно 2-5% связанной воды. Благодаря своей химической природе этот строительный материал инертен, устойчив к биологическим и химическим воздействиям. Наиболее распространен песок по ГОСТ 10832-91. Также именно благодаря порам перлит обладает низкой плотностью.

Но существующие растворы не имеют достаточной плотности для требуемой теплозащиты при наименьшей толщине покрытия.

Основные требования внешнего утепления: отделка должна быть прочной, выдерживать механические нагрузки, обладать низкой теплопроводностью, высокой водонепроницаемостью и морозостойкостью.

В ходе выполнения научных исследований применялись следующие материалы: в качестве легкого пористого заполнителя использовался вспученный перлитовый песок производства ОАО “Осколнаб” (г. Старый Оскол), для получения композиционного вяжущего использовали цемент ЗАО «Белгородский цемент» ЦЕМ I 42,5Н и перлитовый песок М 75 [5].

Также добавки: Vinapass 5010N - редиспергируемый сополимерный порошок, Esaron 1214 - порообразователь, смачиватель и пластификатор, Melflux F6681 – суперпластификатор [2].

Вспученный перлитовый песок как добавка в композиционное вяжущее создаст прочную связь с крупными перлитовыми зернами теплоизоляционного заполнителя. Также данная добавка уменьшит среднюю плотность композиционного вяжущего. Пластификатор Melflux понизит водопотребность композиционного вяжущего. Снизить расхода цемента поможет создание нового композиционного вяжущего. Так же благодаря понижению в теплоизоляционной смеси цемента и воды уменьшится показатель плотности этой смеси на основе цементного вяжущего со средней плотности.

Разработанный теплоизоляционный материал на основе перлитового песка является экономичным и экологичным, потому что используется местное сырье и отходы производства, а также снижается расход сырья.

В таблице 1 показано сравнение основных физико-механических характеристик теплоизоляционных растворов на цементе и композиционном вяжущем

Таблица 1

Сравнение основных физико-механических характеристик теплоизоляционных растворов на цементе и композиционном вяжущем

№ пп	Соотношение	Марка перлита/ цемента	Прочность, МПа	Плотность, кг/м3
	Композиционное вяжущее - перлит		в возрасте 28 сут	
1	1:11	75	1,33	315
2	1:13	75	1,22	305
3	1:15	75	0,95	295
4	1:11	150	1,73	302
5	1:13	150	1,05	285
6	1:15	150	0,87	269
	Цемент - перлит			
1	1:11	75	1,67	577

2	1:13	75	1,13	504
3	1:15	75	0,81	437
4	1:11	150	1	488
5	1:13	150	0,8	437
6	1:15	150	0,75	401

Было установлено, что использование в составе смеси композиционного вяжущего с перлитовым заполнителем вместо традиционного цемента более рационально и выгодно. Оно не только обеспечивает химическое и минеральное сродство компонентов раствора, но и снижает расход цемента и плотность вяжущего.

Для создания теплоизоляционных сухих смесей системе необходимо иметь высокую водоудерживающую способность и хорошее сопротивление соскальзыванию с вертикальных поверхностей термоизоляционных покрытий.

Измельченные в шаровой мельнице перлитовые частицы являются мелко-пластинчатыми, в результате чего они останавливают снижение вязкости системы из-за большого количества поверхностно-пластинчатых контактов.

Стало известно, что можно добиться пониженной плотности теплоизоляционного материала благодаря композиционным вяжущим из портландцемента, вспученного перлитового песка и различных добавок.

Создание новой еще более эффективной теплоизоляции поможет в решении энергетических проблем благодаря снижению потребления энергетических ресурсов в зданиях и выбросов парниковых газов, вредных веществ в атмосферу. Также решение экономических вопросов: экономия на энергии и соответственно снижения расходов за коммунальные услуги. Благодаря эффективной теплозащите повысятся условия и комфорт проживания в целом.

Выход из ситуации с тепловыми потерями зданий в нашей стране - это уменьшение процента пропуска тепла через ограждающие конструкции сооружений [4].

Список литературы

1. Анализ технологий производства пеностекла / А.Н. Пшинько, А.В. Краснюк, В.Н. Гребенников, А.С. Щербак // Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. 2010. № 31. С. 130-134.

2. Загороднюк, Л. Х. Сухие теплоизоляционные смеси на композиционных вяжущих: монография / Л.Х. Загороднюк, В.В. Воронов. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. - 216 с.

3. Лесовик В.С., Фомина Е.В. Новая парадигма проектирования строительных композитов для защиты среды обитания человека // Вестник

МГСУ. 2019. Т. 14. Вып. 10. С. 1241–1257. DOI: 10.22227/1997-0935.2019.10.1241-1257

4. Матросов, Ю.А. Энергосбережение в зданиях: Проблема и пути ее решения / Ю. А. Матросов. - М.: НИИСФ, 2008. - 496 с.

5. Шкарин А.В. Сухие теплоизоляционные смеси на композиционных вяжущих: дис. канд. техн. Наук. Белгород. 2013. 252 с.

6. Энергосбережение в многоквартирном доме / И.В. Генцлер, Е.Ф. Петрова, С.Б. Силаев, Т.Б. Лыкова. - М.: Научная книга, 2009. - 130 с.

7. Li Zongjin. Advanced concrete technology. New Jersey : John Wiley & Sons, 2011. 528 p.

8. Schneider M., Romer M., Tschudin M., Bolio H. Sustainable cement production — present and future // Cement and Concrete Research. 2011. Vol. 41. Issue 7. Pp. 642–650. DOI: 10.1016/j.cemconres.2011.03.019

Жадан Андрей Васильевич¹, Волков Илья Евгеньевич²

К ВОПРОСУ ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ЗАДАЧ И ПОДГОТОВКИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ МОРСКОЙ ВОЕННОЙ ПОЛИЦИИ

*¹Военная академия Генерального штаба Вооружённых Сил
Российской Федерации, г. Москва, 119571, пр. Вернадского, 100,*

*²Тихоокеанское высшее военно-морское училище имени С.О. Макарова,
г. Владивосток, 690062, Камский пер., 6
Научный руководитель – Волков Илья Евгеньевич*

Аннотация. В статье изложены особенности функций военной полиции в обеспечении правопорядка на морских объектах военной инфраструктуры и особенности подготовки специалистов морской военной полиции.

Ключевые слова. Военная полиция, морская военная полиция, обеспечение законности и правопорядка, подготовка подразделений и специалистов морской военной полиции.

Военная полиция была учреждена в декабре 2011 года как правоохранительная структура Минобороны России. Правовое оформление ведомства было завершено с подписанием Президентом Российской Федерации федерального закона «О военной полиции» (3 февраля 2014 года).

В настоящее время военная полиция способна выполнять широкий круг задач, но её основная специализация – обеспечение законности и правопорядка в Вооружённых Силах Российской Федерации (РФ).

Помимо правоохранительной деятельности военная полиция используется для охраны стратегически важных объектов и отдельных должностных лиц из числа руководящего состава Министерства обороны и государства.

Огромную роль сыграло применение подразделений военной полиции в обеспечении безопасности в Сирийской арабской республике. С учётом накопленного опыта в военной полиции разработан новый боевой устав.

Из официальных источников Министерства обороны РФ известно, что в последние годы военных полицейских привлекали к обеспечению безопасности на выборах и ликвидации последствий стихийных бедствий в гарнизонах и военных городках.

Учреждение морской компоненты военной полиции является закономерным этапом развития этой правоохранительной структуры и подразумевает формирование подразделений морской военной полиции во всех оперативно-стратегических объединениях Военно-Морского Флота [1].

До принятия решения о создании новой структуры, такой как морская военная полиция, был обобщён опыт аналогичных формирований из более 40 развитых стран.

Первые подразделения морской военной полиции появились в Балтийске (во второй половине 2018 г.), затем на Северном, Тихоокеанском и Черноморском флотах (в первом полугодии 2019 г.) [2, 3].

В задачи морских подразделений военной полиции входят обеспечение безопасности на море, пресечение правонарушений среди военнослужащих Военно-Морского Флота (ВМФ), охрана военных объектов ВМФ, противодиверсионная деятельность, патрулирование акваторий и прибрежной территории прилегающих к районам базирования кораблей и подводных лодок ВМФ, а также обеспечение правопорядка во время дальних походов кораблей. Раньше функции противодиверсионной деятельности и обеспечение правопорядка во время дальних походов кораблей была возложена на подразделения морской пехоты, которая вполне может задержать и обезвредить нарушителей, но для грамотной работы с правонарушителями требуется соответствующее образование, знания и навыки, которыми обладают представители правоохранительных структур, в том числе и военная полиция [5].

Подразделения морской военной полиции, помимо штатного вооружения, техники и экипировки военной полиции: огнестрельным оружием, не летальным оружием (травматическими пистолетами ПБ-4С «Оса», комплектами спецсредств «Парализатор», электрошокерами типа «ЭШУ-200», палками специальными ПУС-2 и «Таран»), а также защитной экипировкой типа «Партнёр» и др., оснащаются быстроходными лодками БЛ-680 (рис. 1).



Рисунок 1 - Быстроходная лодка БЛ-680

В настоящее время подготовка военных полицейских осуществляется в трёх учебных и образовательных организациях Министерства обороны РФ:

- Военный университет Министерства обороны РФ – осуществляет подготовку офицеров-дознавателей;
- Московское высшее общевойсковое командное училище – с 2017 года осуществляет подготовку офицеров подразделений военной полиции по специальности «Применение подразделений военной полиции»;
- Учебный центр военной полиции Министерства обороны РФ во Владикавказе – осуществляет подготовку младших специалистов и повышение квалификации личного состава подразделений военной полиции с выдачей сертификатов военного полицейского, предоставляющего право на применение специальных средств, находящихся на вооружении подразделений военной полиции.

Исходя из задач, стоящих перед подразделениями морской военной полиции, можно говорить об определённой специфике требуемой подготовки. Например, для управления специальной техникой, такой как быстроходная лодка и патрулирование акватории прилегающей к пунктам базирования кораблей ВМФ требуются умения и навыки по управлению такой техникой, а также знания особенностей обеспечения навигационной безопасности в портах и пунктах базирования кораблей. Кроме этого, для выполнения противодиверсионных задач подразделения морской военной полиции могут оснащаться противодиверсионными средствами, применение которых также может требовать специальной подготовки личного состава.

Таким образом, с учётом выполняемых задач и имеющихся на обеспечении подразделений морской военной полиции специального вооружения и техники необходимо обеспечить их специальную подготовку по данному направлению,

что возможно при формировании отдельного учебного центра для подразделений морской военной полиции или при введении специальных курсов переподготовки и повышения квалификации в образовательных организациях, осуществляющих подготовку кадров в интересах Военно-Морского Флота.

Список литературы

1. Б. Степовой, Е. Дмитриев. Минобороны создаст «морскую полицию». Режим доступа: <https://iz.ru/russia/752567/bogdan-stepovoi-evgenii-dmitriev/minoborony-sozdast-morskuiu-politiciu>.
2. В Балтийске на базе военной комендатуры началось формирование специального морского подразделения военной полиции. Режим доступа: https://function.mil.ru/news_page/organizations/more.htm?id=12191305@egNews.
3. В России впервые будут созданы морские подразделения военной полиции. Режим доступа: https://function.mil.ru/news_page/organizations/more.htm?id=12191055@egNews.
4. Структурный рост: зачем Минобороны России создаёт морскую военную полицию. Режим доступа: <https://russian.rt.com/russia/article/545638-voennaya-policiya-more>.

¹Юдов А. Е., ¹к.т.н. Воронов В.В., ²к.т.н. Федюк Р.С.

ДИСПЕРСНОАРМИРОВАННЫЙ ЯЧЕИСТЫЙ БЕТОН ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

¹Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

¹Дальневосточный федеральный университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

Научный руководитель: Толстой А.Д., д-р техн. наук, проф.

Аннотация. Проблемными задачами ученых в сфере проектирования конструкций экранов биологической защиты от ЭМВ является создание композиционного строительного материала с гетерогенными характеристиками его макро- и микроструктура параметров. Главным назначением таких систем является комплексное обеспечение синтеза электрофизических механизмов одновременного ослабления, поглощения, рассеивания и отражения проникающего потока излучения.

Ключевые слова: электромагнитное излучение, радиопоглощающий материал, дисперсноармированный бетон, ячеистая структура, барьерный экран, эффективность экранирования, электрофизические свойства

Введение. Строительство 21-го века требует применения новых эффективных доступных недорогих строительных материалов специального

назначения для защиты от техногенных вредных факторов. В середине 20 века появился новый опасный экологический фактор – электромагнитное загрязнение окружающей среды. Вредное воздействие этого фактора возрастает по мере развития и использования современных электронных технологий и систем, являющихся источниками электромагнитных полей. Непрерывный рост электромагнитного фона обусловлен резким увеличением количества радио- и телевизионных станций, расширением сети высоковольтных линий электропередач, быстрым ростом систем мобильной и радиотелефонной связи, радиолокационных установок, широким внедрением радиоэлектронных устройств, сверхвысокочастотных излучающих приборов и технологий во многих областях промышленности, а также в бытовых условиях.

Для решения актуальных задач по разработке нового вида строительных материалов специального назначения и, вместе с тем, снижения себестоимости продукции строительства, сокращению расхода сырья, топливно-энергетических и других ресурсов, особая роль отводится расширению использования промышленных отходов. Мелкодисперсные металлические шламы – отходы металлообрабатывающих производств является сырьевым материалом для получения ячеистого бетона с широким спектром электрофизических свойств.

Основная часть. Разработанные учеными методы биологической защиты от электромагнитного излучения (ЭМИ) подразделяются на организационные и технические аспекты средства защиты на коллективные, локальные и индивидуальные. В основу большинства технических методов защиты положен принцип отражения (метод экранирования) и поглощения потока излучений. При этом на участке сверхвысоких частот (СВЧ) преимущественно используют поглощающие материалы, а на высоких частотах (ВЧ) – отражающие (экранирующие) материалы [1-2].

Одним из путей решения большинства поставленных задач является создание полифункционального композиционного материала в структуре которого создаются условия для обеспечения наиболее плавного перехода от волновых характеристик воздуха к характеристикам материала экрана (с целью уменьшения отражения) и наиболее полного поглощения электромагнитной энергии в конструкции экрана [3-5].

Современные композиционные материалы экранов биологической защиты классифицируются по конструктивным и электрофизическим признакам, а также по рабочему диапазону длин волн. По конструктивному исполнению их можно разделить на однослойные, многослойные, сотовые, шиповидные и комбинированные поглотители; по электрофизическим признакам – на диэлектрические, ферритовые и феррито-диэлектрические; по диапазону волн – на узкодиапазонные и широкодиапазонные. Уменьшение отражения электромагнитного поля (ЭМП) от поверхности радиопоглощающих материалов достигают, например, тем, что материалу придается структура или форма, которая увеличивает его активную поверхность, склонную к излучению. Материал изготавливают волокнистым или пористым, с пирамидальной или конусной поверхностью. Падая на такую поверхность, электромагнитная волна

несколько раз отражается и теряет значительно больше энергии, чем при падении на ровную поверхность. Подобного эффекта добиваются, когда слои поглощающего материала располагают в порядке роста плотности по мере удаления от внешней поверхности экрана. Экраны, выполненные из таких материалов, которые поглощают электромагнитную энергию в широком диапазоне частот, называют широкополосными [6,7].

Использование в качестве заполнителя мелкозернистого бетона металлического тонкодисперсного порошка (отходы металлообработки) позволило получить новую разновидность композиционных материалов специального назначения. В процессе реализации нескольких научных проектов, отраженных в публикациях [8,9], подтверждено приобретение металлонасыщенным бетоном экранирующей способности поглощать ЭМВ низких и средних частот.

Для установления взаимосвязи между физико-механическими и электрофизическими характеристиками образцов металлонасыщенного композиционного материала и как следствие его радиоэкранирующими свойствами были проведены экспериментальные исследования. Для изготовления образцов дисперсноармированного бетона использовали минеральное вяжущее-портландцемент ПЦ II / Б-400, добавки (СП-1(С-3) и Sika latex), кварцевый песок и металлический наполнитель – мелкодисперсный порошок шламов металлообработки. Целью проведенных работ было получение опытных образцов дисперсноармированных моделей радио поглощающего покрытия или экрана ячеистой структуры.

В таблице 1 приведены обобщенные результаты исследования физико-механических характеристик образцов защитного покрытия с различными компонентными составами сырьевых смесей.

Таблица 1

Обобщенные макроструктурные и электрофизические характеристики опытных образцов

№	Содержание металлического заполнителя, % масс	Предел прочности при сжатии, МПа	Показатель плотности структуры	Удельное электрическое сопротивлени, Ом×см	Средняя плотность, кг/м ³
1	0	41,5	0,760	1,0*10 ⁹	320
2	10	45,4	0,800	7,0*10 ⁷	356
3	20	48,8	0,808	8,3*10 ⁵	412
4	30	52,3	0,836	9,0*10 ⁴	456
5	40	50,1	0,868	5,2*10 ⁴	498
6	50	41,6	0,842	1,6*10 ⁴	564
7	60	31,2	0,833	1,1*10 ³	612

8	70	22,8	0,800	$0,8 \cdot 10^3$	724
---	----	------	-------	------------------	-----

На микроуровне дисперсноармированные ячеистые бетоны с добавкой металлического наполнителя могут быть представлены как сложные многослойные гетерогенные системы. Минеральный заполнитель и электропроводящий компонент, придающий материалу радиозащитные свойства, участвуют в процессах организации структуры твердения цементных композитов, выражающейся в изменении кинетики и значений пластической прочности.

Заключение

Проведенными исследованиями подтверждена научная гипотеза приобретения дисперсноармированным ячеистым бетоном экранирующих и поглощающих свойств необходимых для изготовления конструкций экранов защиты от ЭМВ. Физико-механические характеристики опытных образцов соответствуют требованиям, предъявляемым к конструкционно-теплоизоляционным строительным материалам. Результаты исследования электрофизических характеристик образцов композиционного материала ячеистой структуры подтверждают наличие у него защитных свойств от вредных воздействий ЭМВ. Полученный ячеистый дисперсноармированный бетон является аналогом многослойных экранов. Эффективность экранирования изделием из металлонасыщенного ячеистого образца на микроуровне обеспечивается поглощением магнитных волн, благодаря многослойности структуры и наличия в ней большого количества поверхностей раздела фаз большой площади (кристаллизованная минеральная матрица, диэлектрический и токопроводящий заполнитель).

Список литературы

1. Защита от ионизирующих излучений: учебн. для вузов в 2 т. / [Н. Г. Гусев, В. А. Климанов, В. П. Машкович, А. П. Суворов]; под ред. Н.Г. Гусева. – [3-е изд. перераб. и доп.]. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – Т.1: Физические основы защиты от излучения. – 1989. – 512 с.
2. Максимов Б.К. Статическое электричество в промышленности и защита от него / Б. К. Максимов, А. А. Обух. – М.: Энергия, 1978. – 80 с.
3. Толстой А.Д., Лесовик В.С., Милькина А.С. Особенности структуры бетонов нового поколения с применением техногенных материалов // Вестник СБАДИ. Разд. III. Строительство и архитектура. Том 15, № 4 (62). 2018. – с. 588-595.
4. Tolstoy A., Lesovik V., Fediuk R., Amran M., Gunasekaran M., Vatin N. and Vasilev Y. Production of Greener High-Strength Concrete Using Russian Quartz Sandstone Mine Waste Aggregates // Materials, 2020, 13(23), 5575; <https://doi.org/10.3390/ma13235575> - 07 Dec 2020; <https://www.mdpi.com/1996-1944/13/23>
5. Захаров С.А., Лебедев А.А., Матюхина А.А., Никулина А.С. Техногенные побочные продукты промышленности как сырьё для производства

стройматериалов // В сборнике: Образование, наука, производство Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2015. С. 594-599.

6. Сердюк В.Р. Бетон электропроводный металлонасыщенный / В.Р. Сердюк. – Винница: Континент, 1993. – 239 с.

7. Elektrostatisches Verhalten von Bodenbenbelagen // Zentralblatt fur Inductricbau. – 1988, №1, S.7-10.

8. Толыпина Н.М., Ракитченко К.Р., Толстой А.Д. Обработка цементных композиций в электромагнитном поле сверхвысокой частоты // Современные технологии в промышленности строительных материалов: Материалы Междунар. научно-практ. конф.– Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова, № 9, 2005, с. 221-223.

9. Афанасьева А.А. Обработка воды при производстве сборного железобетона// Бетон и железобетон. – 1993. – № 11. – С. 38-43.

¹Иванюк Д. М., ¹к.т.н. Воронов В.В., ²к.т.н. Федюк Р.С.

КОМПОЗИТЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ДЛЯ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 308012, г. Белгород

²Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток

Научный руководитель: Лесовик В.С., д-р техн. наук, проф.

Решение важнейших задач науки и строительства на данный момент является энергосбережение, экология и создание комфортной среды обитания для населения нашей планеты. Серьезный вклад в решение этих задач может внести использование в строительстве зданий и сооружений пенобетонов на композиционном гипсовом вяжущем и его применение в 3д-аддитивном производстве.

В то время как с каждым годом растет потребность в жилье, а также в эффективных, качественных, водостойких, быстротвердеющих строительных материалах, так же огромное внимание уделяется разработке и применению 3Д-аддитивного производства при возведении зданий и сооружений. За последнее время 3д-печать стала одной из самых быстроразвивающихся технологий и широко используется во многих производственных процессах строительства [1].

3Д-печать незаменима для строительства в сейсмически опасных зонах, пострадавших от стихийных бедствий или международных военизированных конфликтах, когда требуется за короткое время обеспечить жильем большое количество людей [2, 3].

Поэтому на сегодняшний день актуальным является разработка методики производства строительных композитов, адаптированных под требования строительной печати и контроля качества материалов.

Применение этих сырьевых материалов возможно и целесообразно при учете их свойств, характера возникающих новообразований, а также структуры и получаемых характеристик затвердевшего материала.

Повышение эффективности таких строительных материалов возможно при использовании специальных композиционных вяжущих, которые оптимизируют процесс синтеза на всех стадиях от пенообразования и поризации, до твердения и эксплуатации готового композита. Важным этапом является выбор компонентов природного и техногенного сырья, применение которого сможет снизить расход дорогостоящих компонентов пенобетона и даст возможность управлять процессами структурообразования, которые зависят от номенклатуры выпускаемого материала.

Применение КГВ и активных минеральных добавок в качестве составляющих компонентов пенобетона может решить эту проблему, улучшив некоторые характеристики изделия и смеси [4].

Другой важной особенностью материала, пригодного для печати, является его способность к наращиванию, которая складывается из стабильности формы напечатанных слоев под их собственным весом и способности удерживать последующие слои с минимальной деформацией [5]. Другими словами, строительная способность пенобетона может быть описана как сочетание самостойкости и достаточной жесткости с ранним схватыванием. Следовательно, КГВ являются пригодными вяжущим для 3д-печати, так как имеет свойство раннего схватывания, что позволяет выдержать нагрузку от последующих слоев печати без значительных деформаций.

Проанализировав, представленную в литературе информацию и основания результатов проведенных ранее испытаний было решено использовать КГВ: гипс Г-16 – 60%, портландцемент – 20%, тонкомолотая активная минеральная добавка – 20%. Для достижения требуемых свойств растворной смеси и их регулирования были выбраны два вида активной минеральной добавки, регуляторы схватывания и пластификаторы. Введение добавок в состав КГВ позволит достигать нужной вязкости и пластичности смеси, что необходимо для сохранения заданной формы в процессе 3D-печати. В присутствии всего комплекса добавок формируется прочный, водостойкий, пористый гипсоцементный камень.

Высокие эксплуатационные характеристики ячеистого бетона могут быть достигнуты за счет повышения прочности и плотности межпоровых перегородок и образования дополнительных продуктов новообразований путем использования минеральных добавок, способных реагировать с вяжущим, активно влияющих на физикохимические процессы, происходящие в твердеющей композиции. В роли таких минеральных добавок могут выступать пылевидные отсеvy дробления бетонного лома и отсеvy дробления кварцитопесчаника [6].

Таким образом, проведенные исследования показали, что введение к композиционному гипсовому вяжущему комплекса добавок приводит к достижению требуемых свойств и повышению прочностных характеристик рабочей смеси, которую можно использовать для 3D-принтера. Характеристики составов композиционного гипсового вяжущего приведены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-механические характеристики КГВ

Вид АМД	В/Г	Сроки схватывания (мин.)		Прочность на сжатие ($R_{сж}$, МПа)		
		Начало	Конец	2 ч.	7 сут.	28 сут.
Бетонный лом	0,42	10	11	9,1	12,6	15,7
Кварцитопесчанник	0,42	13	14	6,2	11,9	14,8

Проявление минералами отсева дробления химической активности по мере повышения их дисперсности и кристаллохимической близости к связующему создает предпосылки использования их как эффективных материалов в гипсоцементных смесях. Химическое взаимодействие минералов пылевидного отсева дробления с гидроксидом кальция в активированных смесях с образованием низкоосновных гидросиликатов кальция позволит повысить прочность и плотность межпоровых перегородок, что обеспечит требуемые физико-механические свойства неавтоклавного ячеистого бетона.

Также были заформованы пенобетонные образцы, в которых одним из составных частей композиционного гипсового вяжущего являлся другой вид активной минеральной добавки помол отсева дробления кварцитопесчанника. Результаты представленных исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2

Влияние вида АМД на характеристики пенобетонных изделий

№	Состав, %				В/В	Кол- во ПО, мл/кг	ρ , г/см ³	$R_{сж}$ (7 сут), МПа	$R_{сж}$ (28сут) , МПа
	Г-16	ЦЕМ I	КВП	ТБ					
1	60	20	-	20	0,5	2	0,67	1,3	1,5
2	60	20	20	-	0,5	2	0,551	0,68	1,28

Для определения количества минеральных добавок в составе КГВ был использован метод, позволяющих определить их активность по концентрации окиси кальция на 5 и 7 сутки после изготовления препаратов (по ТУ 21-31-62-89). Количественное содержание окиси кальция в препаратах приведено в таблице 3.

Таблица 3

Показатели концентрации окиси кальция

Вид добавки	Время выдержки, сут.	Препараты		
		Первый (1,25 г добавки)	Второй (2,5 г добавки)	Третий (3,75 г добавки)
Бетонный лом	5	1,13	1,12	1,11

	7	1,04	0,88	0,86
Кварцитопесчаник	5	1,14	1,11	1,09
	7	1,07	0,91	0,89

Полученные данные в таблице 3 можно объяснить наличием негидратированного портландцемента в составе АМД, а также тонкодисперсных частиц, которые играют роль микровключений в матричном материале и образуют каркас, помогая тем самым создавать прочную микроструктуру композита. Таким образом, выступая в качестве зародышей и центров кристаллизации в процессе структурообразования, тонкомолотые отходы бетонного лома оказывают существенное положительное влияние на физико-химические процессы твердения бетона.

Отсев дробления бетонного лома содержит кварц, карбонаты, гидросиликаты кальция, негидратированный портландцемент. Однако, использовать отсев дробления без специальной обработки невозможно, так как они имеют склонность к агрегированию, что снижает фактическую удельную поверхность материала. В результате частицы, находящиеся внутри флоккул, остаются не задействованными в адсорбционных процессах и ионном обмене. Для того чтобы вскрыть поверхность пылевидных частиц, содержащих негидратированный портландцемент, необходимо разрушить образовавшиеся микрогранулы и создать условия, препятствующие их дальнейшему образованию. Одним из путей решения данной проблемы может являться механохимическая активация в специальных аппаратах, способствующая разрушению микрогранул и повышающая однородность пылевидных частиц.

Исследовано влияние состава композиционного гипсового вяжущего на свойства пенобетона, а в частности среднюю плотность и прочность. Рекомендуются использовать в составе композиционного гипсового вяжущего в качестве активной минеральной добавки тонкомолотые отходы бетонного лома.

Исследование показало, что пенобетон на основе КГВ является материалом нового поколения, основные достоинства которого заключаются в его экологичности, пожаробезопасности, влагостойкости, долговечности, высоких теплоизоляционных характеристиках.

Перспективной задачей для дальнейших исследований является поиск комплексных технологических решений на всех этапах строительства, для чего необходимо объединение специалистов различного профиля. Для обеспечения специальных требований, обусловленных особенностями технологии, кроме традиционных подходов потребуются новые нестандартные рецептурно-технологические решения для материала, обладающего управляемой вязкостью и текучестью в процессе экструзии, а также требуемыми физико-механическими и эксплуатационными свойствами. Для их реализации требуется провести организацию систематических исследований, обеспечивающих создание новых композитов с регулируемыми свойствами.

Список литературы

1. Аддитивные технологии [Электронный ресурс] .URL: <http://www.up-pro.ru/library/innovations/niokr/additive-3d.html>

2. Лесовик В.С. Архитектурная геоника. Взгляд в будущее // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета // Серия : Строительство и архитектура .2013.№31-1(50).С.131-136.
3. Лесовик В.С., Алфимова Н.И., Шейченко М.С., Вишневская Я.Ю. Высокоэффективные композиционные вяжущие с использованием наномодификатора // Вестник Центрального регионального отделения Российской академии архитектуры и строительных наук: сб. науч. ст. / РААСН, ВГАСУ. – Воронеж: Изд-во Ворон. гос. арх.-строит. уни-та, 2010. С. 90–94.
4. Иноземцев А.С., Королев Е.В. Анализ существующих технологических решений 3D-печати в строительстве//Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. Вып. 7 (118). С. 863–876.
5. Методические рекомендации по планированию эксперимента в технологии стройматериалов. - Челябинск : УралНИИИстромпроект, 1973. – 113 с.
6. Краснов, М.В. Изучение реакционной способности продуктов дробления Ж/Б конструкций сносимых зданий. Материалы пятой традиционной научно - практической конференции молодых ученых, аспирантов и докторантов / М.В. Краснов, Ю.Д. Чистов // "Строительство - формирование сред жизнедеятельности" - М.: МГСУ, 2002.

Романенко Артур Ильсурович

ГЛАВНОЕ УБЕЖИЩЕ ВЛАДИВОСТОКА: СПЕЦОБЪЕКТ СКАЛЬНОГО ТИПА

*Приморское краевое отделение ВОО Русское географическое общество
(Общество изучения Амурского края), г. Владивосток. Владивостокский
диггер-клуб.*

Аннотация. Полуостров Муравьева-Амурского и прилегающие острова, на территории которых расположен г. Владивосток, сложены скальными грунтами и имеют гористый рельеф. Эти факторы бросают серьезный вызов инженерам, проектировщикам, строителям подземных сооружений. Специалисты, принявшие вызов, создали нестандартные, уникальные объекты, внесшие весомый вклад в поддержание высокого уровня обороноспособности главной военно-морской базы Тихоокеанского флота — Владивостока. Характерным примером является объект №1 Местной противовоздушной обороны (МПВО), по ряду решений не имеющий аналогов на территории бывшего СССР [1,2].

Ключевые слова: МПВО, Гражданская оборона, защитное сооружение, командный пункт, подземные сооружения, подземное строительство

Возведение объекта №1 МПВО началось в мае 1941 г. в соответствии с постановлением Совнаркома СССР №127 от 17.01.1941 г. [3]. Место для него было выбрано в историческом центре Владивостока, в границах улиц Светланская, Уборевича, Суханова и Петра Великого, в скальной толще г. Почтовая (Алексеевская) [4]. Выбор места не случаен. Во-первых, в этом районе были сосредоточены здания органов Советской власти и госбезопасности, убежища и командные пункты которых разместили в подземном объекте. Такое расположение позволило обеспечить безопасный доступ к ним непосредственно из зданий. Во-вторых, сопка Почтовая обеспечила сооружение естественными защитными толщами скального грунта, достаточными для выдерживания прямого попадания в отсеки объекта (кроме его входов) фугасной авиабомбы калибром 1000 кг, что соответствовало на момент строительства первой, наивысшей категории защиты [5].

Горная проходка объекта №1 осуществлялась закрытым способом, с применением как ручного труда, так и буро-взрывного метода. С начала строительства и по март 1943 г. в горе трудились (вручную!) рабочие Строительно-монтажной конторы «Горстрой», а ей на смену с 20 марта 1943 г. пришел Строительный отдел ХОЗО Управления НКВД по Приморскому краю, [6] применявший труд заключенных из лица граждан СССР, [7] а также простую механизацию работ в виде пневмоинструмента и грузовых автомобилей ГАЗ-АА. [8].

Проходчики работали в непростых условиях: в трещиноватых осадочных скальных породах, в граните и в зоне тектонического нарушения (локального разлома) [9]. Работы по строительству и последующая эксплуатация объекта сопровождались борьбой с грунтовыми водами и жидкими глинистыми грунтами. С учетом муссонного климата Владивостока, часто сопровождающегося приходом тропических тайфунов, специально для объекта №1 была построена подземная дренажная штольня в направлении 36 причала бухты Золотой рог Японского моря, выполнявшая также функцию аварийного выхода для укрываемых [10]. Это единственный пример такого решения в Приморском крае. Объект №1 был введен в строй 30 декабря 1949 г. [11], однако он неоднократно модернизировался вплоть до середины 1990-х годов. К примеру, была проведена противоатомная защита.

Объект, несмотря на сложность условий и конструкции (рис. 1), полностью спроектирован и построен силами местных организаций. Проект защитного сооружения родился в кабинетах Проектного института № 4 г. Владивостока, главный инженер института — Петрухин, главный инженер проекта и проектировщик — Абрамов [12].



Рисунок 1 – Конструктивные элементы обделки штолен (фото автора)

Конструктивно объект представляет собой отдельно стоящий, в горных выработках, [13] комплекс из одноэтажных, преимущественно глубокого залегания, штолен-коридоров (рис.2) с одноэтажными боковыми нишами-отсеками [14]. Сооружение состоит из шести соединяющихся между собой условных блоков, которые с целью повышения живучести рассредоточены в удаленных друг от друга участках горы и ее окрестностей, на глубинах от 3,5 до 45,5 м.



Рисунок 2 - Штольни-коридоры с одноэтажными боковыми нишами-отсеками (фото автора)

Общая протяженность тоннелей и помещений (по проекту, в 1950-80-х годах она увеличилась) — 1144 погонных метра [15]. Входов в сооружение 8, они также рассредоточены на местности, оголовки четырех из них защищены бутовыми и буто-бетонными туюфьяками, а также железобетонными масками, что позволило выдерживать однократное попадание фугасной авиабомбы калибром 500 кг [16]. Обделка стен большей части коридоров и рабочих отсеков выполнена буто-бетоном М-110, толщиной 0,3, 0,4 и 0,5 м (рис. 3). Обделка кровли подземных помещений имеет преимущественно сводчатую форму и выполнена бетоном М-140, толщиной 0,2, 0,25 и 0,3 м [17].

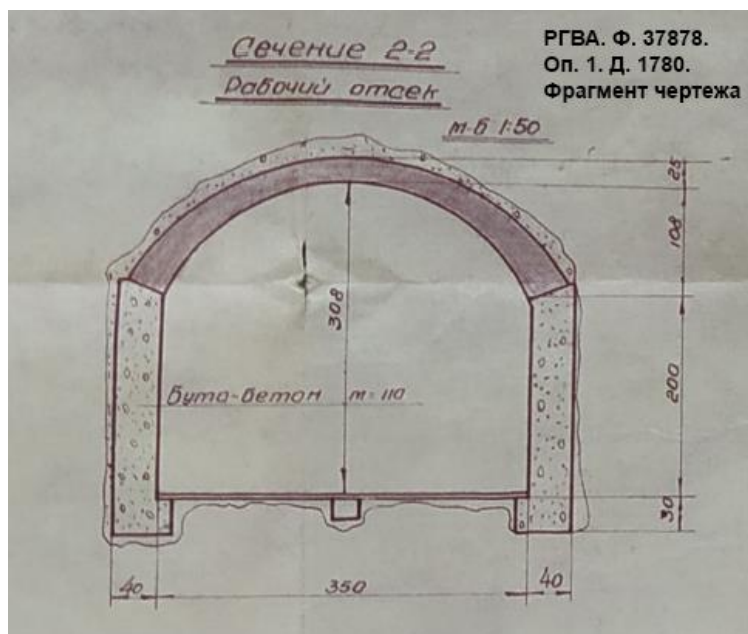


Рисунок 3 – Поперечный разрез штольни (Чертеж из фондов РГВА).

Сооружение является спецобъектом в связи с его комплексным назначением и одновременным разворачиванием на его базе сразу нескольких органов управления: штаба МПВО г. Владивостока, штаба противопожарной службы города, аппаратной городской радиотрансляционной сети, узла связи (телефонная станция и телеграф), убежища для работников Крайкома ВКП(б), убежища для сотрудников УНКВД по Приморскому краю и нескольких убежищ большой вместимости для населения [18]. За годы боевой службы, размещаемые в объекте №1 организации периодически менялись, в т.ч. появлялись новые. Общее число укрываемых в сооружении составила рекордные (для того времени и по масштабам Владивостока) 2500 чел. [19]. Объект имел собственные электростанцию, артезианскую скважину, а также системы: отопления, подогрева воздуха, подогрева воды, коллективной противохимической защиты.

Подземные сооружения скального (или, по-старому, пещерного) типа, кроме Приморского края, на территории Российской Федерации встречаются лишь в городах Мурманск и Севастополь.

Объект №1 МПВО - образец самоотверженности и трудового подвига строителей, инженеров и проектировщиков в тяжелейшие для страны годы Великой Отечественной войны. Сооружение представляет большой интерес для нынешних и будущих специалистов как пример принятия нестандартных решений в сложных, максимально ограниченных условиях.

Список литературы

1. ГА РФ. Ф. 5446. Оп. 44а. Д. 6796. Л. 3.
2. Юрков Дмитрий. «Советские «секретные бункеры». - М: АНО «ЦИСФПС», 2021. С. 237.
3. ГА РФ. Ф. 5446. Оп. 50а. Д. 4075. Л. 2.
4. РГВА. Ф. 37878. Оп. 1. Д. 1780. Л. 16.
5. Там же.

6. Там же.
7. Воспоминания профессора ДВФУ Борисова Е.К., записанные Романенко А.И. 26.03.2018 г.
8. ГАПК. Ф. П-68. Оп. 4. Д. 131. Л. 120.
9. Геологическая карта Владивостока и его окрестностей масштаба 1:125 000 (А.И. Ханчук и др., Дальнаука, 1994).
10. РГВА. Ф. 37878. Оп. 1. Д. 1780. Л. 17.
11. РГВА. Ф. 37878. Оп. 1. Д. 1780. Л. 8.
12. РГВА. Ф. 37878. Оп. 1. Д. 1780. Чертеж арх. №083, март 1950.
13. Паспорт убежища (противорадиационного укрытия) №26/175. 6.05.2008.
14. РГВА. Ф. 37878. Оп. 1. Д. 1780. Л. 16.
15. РГВА. Ф. 37878. Оп. 1. Д. 1780. Л. 17.
16. Там же.
17. РГВА. Ф. 37878. Оп. 1. Д. 1780. Чертеж арх. №083, март 1950.
18. ГАПК. Ф. П-68. Оп. 4. Д. 131. Л. 120.
19. РГВА. Ф. 37878. Оп. 1. Д. 1780. Л. 9.

**Гасан Дмитрий Анатольевич, Прохачев Максим Романович, Примчук
Анатолий Григорьевич**

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАЛЛООТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

*Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток
Научный руководитель – к.т.н., Брусенцова Татьяна Александровна*

Аннотация. Рассмотрены особенности использования металлоотходов в качестве вторичного сырья. Представлена общая характеристика металлоотходов и их рециклинг. Отражены основные принципы рециклинга металлолома, его этапы и технологии.

Ключевые слова: вторичная переработка, металлоотход, лом, металлолом, рециклинг.

Отрасль лома черных и цветных металлов является стратегически важной для социально-экономического развития нашего государства, этот факт подчеркнут Правительством Российской Федерации в «Стратегии развития черной металлургии России на 2014–2020 годы и на перспективу до 2030 года и Стратегии развития цветной металлургии России на 2014–2020 годы и на перспективу до 2030 года» [7].

Регенерация металла, закончившего срок службы, в качестве конструкционного материала, деталей и прочего, является начальным моментом нового цикла его кругооборота – рециклинга. Управление движением вторичных ресурсов металлов (прежде всего, амортизационным металлоломом) является

основополагающим фактором построения индустриального общества нового типа – «общества рециклинга» [13].

В целом результатом вторичной переработки металлического лома выступает: сохранение природной руды, экономия энергетических ресурсов, уменьшение загрязнения окружающей среды, ускорение производства металла и уменьшение затрат труда, многократное использование металла без потери его свойств. Наибольший спрос на подобное вторичное сырье отмечается в производстве стальной тары и проволоки, далее идут строительство и машиностроение. Стадии переработки лома включают четыре этапа: прием и сортировка, резка сырья, очистка от примесей, переплавка металла [8].

Одним из приоритетов развития экономики является рост производства вторичных металлов. Важным условием такого развития служит совершенствование технологий сбора вторичных металлов, содержащихся в отходах производства и потребления. Как известно, эффективность переработки отходов определяется рядом факторов: масштабный, определяемый объемом образования отходов и перспективами их увеличения; – экономический, связанный с сокращением затрат на производство металлов из вторичного сырья по сравнению с производством их из минерального сырья; экологический, отражающий степень предотвращения негативного влияния отходов на окружающую среду [2].

Главными особенностями рынка вторичных металлов являются:

- однородность продукции, вследствие чего невозможна дифференциация предприятий, переработчиков по сегментам рынка;
- высокий уровень ценового давления со стороны потребителей, что приводит к недополучению прибыли переработчиками;
- замедленный рост спроса на вторичные металлы;
- зависимость рынка от объема и структуры вновь образуемых металлоотходов [3].

Целесообразно ознакомиться с понятием металлоотходов. Металлоотходы – это продукты различных технологических процессов или длительной эксплуатации металлоизделий. Если последние, так называемый кусковой металлолом, уже давно превратились из отходов в ценное сырье и продукт импорта-экспорта, то технологические отходы продолжают накапливаться, несмотря на усилия, предпринимаемые во всем мире по их утилизации. К их числу относятся прежде всего дисперсные материалы, стружка, мелкая обрезь и другие продукты обработки металлов, окалина, абразивная и аспирационная пыль, шламы, шлаки и т. п. За исключением продуктов обработки резанием, прочие материалы представляют собой оксиды и другие соединения и при рециклинге требуют восстановления и извлечения основного металла из соединений с последующим его рафинированием [9].

При классификации металлоотходов одним из важнейших признаков, определяющих способы их дальнейшей переработки, являются геометрические размеры. По этому признаку все металлоотходы могут быть условно разделены на три группы: плотный кусковой лом с размером кусков от 30–50 мм и более,

дисперсные отходы с размерами частиц от $\sim 0,1$ до 20–30 мм и ультрадисперсные отходы с медианным диаметром частиц менее 0,1 мм и если использование кусковых металлоотходов (металлолома) не вызывает проблем, более того, металлолом уже давно превратился в ценное сырье и продукт (порой даже дефицитный) импорта-экспорта, то задача переработки дисперсных и ультрадисперсных металлоотходов (стружки, мелкого скрапа, обрезков проволоки, окалины, шламов, аспирационной пыли и т. п.) оказалась значительно сложнее [10].

Проблема переработки (рециклинга) металлических отходов в настоящее время приобретает в мире все большую остроту. Металлы, в отличие от других материалов, обладают уникальным качеством – сохраняют (наследуют) свои свойства в течение десятков лет при эксплуатации, а также в процессе многократных переплавов. Кроме того, переработка металлических отходов снижает нагрузку на окружающую среду и позволяет экономить природные ресурсы [5].

Экономический эффект использования металлических отходов в качестве вторичного сырья металлургической промышленности очевиден. Одна тонна чугунного или стального лома может сберечь народному хозяйству 3,5 т минерального сырья (2 т железной руды, 1 т кокса, 0,5 т известняка) при снижении удельного расхода энергии на 75–80% и воды на 40% [1].

В связи с истощением невозобновляемых природных ресурсов на планете переработка металлолома (рециклинг металла) является необходимой составляющей современного устойчивого развития любой крупной, высокотехнологичной экономики. Кроме того, в Российской Федерации ежегодно вновь образуются свыше 3,5 млрд. т производственных отходов и отходов потребления, при этом уже накопленный их общий объем достигает 85 млрд. т [14].

Пригодность металла к многократному повторному использованию в производстве новых изделий делает его важным сырьевым материалом для промышленности. Сбор лома черных металлов (сталь и чугун) и их переработка в качественное сырье для металлургической отрасли позволяют экономить ценные природные ресурсы и железную руду, и уголь, а также снижают количество вредных выбросов в атмосферу.

Переработка собранного заготовителями лома и отходов черных металлов осуществляется на специализированных предприятиях, которые являются посредниками между сборщиками и потребителями лома. Переработка металлолома – это трудоемкий процесс, требующий специального оборудования и предварительной сортировки, и классификации сырья. В результате переработки качество лома приводится в соответствие с существующими стандартами по составу, степени чистоты, габаритам, массе, плотности, осыпаемости и предельному содержанию легирующих элементов. К сожалению, на данном этапе в России таких компаний насчитываются единицы. Некоторые предприятия на всех этапах процесса применяют дорогостоящее оборудование, как правило, зарубежного производства [12].

Стандартная технология переработки металлического лома состоит из последовательных этапов:

- на стадии приема первичные пункты взвешивают металлолом и производят оплату;
- сортировка подразумевает распределение металлолома по виду и профилю;
- для удобства транспортировки и переработки материал режется на отдельные фрагменты;
- очистка от примесей является обязательным условием получения качественного сырья;
- завершающим этапом является переплавка, полученный металлопрокат может использоваться повторно [4].

Поэтапный подход к переработке лома позволяет получить сырье высокого качества. Основное внимание уделяется стадии сортировки. В разные стопки должны попадать черные и цветные металлы. Другими задачами сотрудников предприятия на данном этапе считаются: сортировка металлолома по габаритным размерам; выделение лома по химическим свойствам; исключение из сырья мусора и примесей, необходимое для получения качественной стали.

Автоматизация процесса сортировки, несмотря на высокую стоимость оборудования, быстро окупается. Такой эффект достигается за счет увеличения скорости сортировки и исключения человеческого фактора.

Обязательным этапом переработки считается резка и раскрой лома. Крупные металлические изделия необходимо измельчить для удобства транспортировки и переработки. Для этого применяются мощные ножницы и технология плазменной резки. Существуют технические требования к размеру заготовок, которые должны выполняться.

Использование мощных прессов позволяет уплотнить мелкие детали в бруски прямоугольной формы. За счет высокого давления рабочих механизмов бруски уменьшаются в размерах, одновременно возрастает их плотность. После пакетирования заготовки направляются на дальнейшую переработку.

На следующем этапе бруски направляются в специальную камеру и подвергаются процессу дробления на мелкие фракции. Технология позволяет удалить грязь, мусор, пыль, неметаллические элементы. Специальный сепаратор подает струю воздуха высокого давления. Металлические элементы остаются в камере, а весь мусор выдувается наружу.

Также активно используется магнитный сепаратор. При прохождении по ленте дробленого сырья, магнит притягивает металлические элементы. Немагнитные фракции сбрасываются в накопитель. Мощность магнита регулируется в зависимости от типа стали.

Отсортированное и измельченное сырье переплавляется в специальных печах. Далее металл поступает в механические или гидравлические установки, где прессуется в брикеты. Такая форма также определяется удобством транспортировки, хранения и использования.

Печи для переработки лома могут быть плазменными или электрическими. Оборудование первого типа стоит дешевле, но обладает меньшим КПД. Электрические модели более производительны, но уровень безопасности для персонала ниже.

При переплавке из металла удаляются такие компоненты, как фосфор, кремний и сера. При переработке в сталь добавляются хром, ванадий, кобальт, никель для повышения прочности и долговечности материала [6].

Большие габариты и объем перерабатываемого вторсырья определяет размеры цехов. На предприятиях используются мощные, грузоподъемные механизмы, автокраны и другие системы.

Для сортировки, измельчения и переплавки используются следующие виды оборудования:

- дозаторы и перегружатели, с помощью которых сырье перемещается для дальнейшей обработки;
- дробильное оборудование, измельчители и сепараторы разделяют металл на мелкие фракции;
- для резки и раскроя используются такие приборы, как ножницы гидравлического типа, оборудование газовой резки, прессовые станки;
- специальные камеры и прессы позволяют получить компактные пакеты лома, пригодные для дальнейшей переработки;
- с помощью аллигаторных ножниц нарезаются в нужный размер трубы, арматура, армированные провода.

Для предприятий, занимающихся переработкой лома в больших объемах, оптимальным вариантом является приобретение мини-завода. Технические возможности такого комплекса делают возможным переплавку любого лома, объем произведенного сырья может достигать 1 млн. тонн и более за год [6].

Таким образом, основное назначение металлолома – производство металла. Часто металлолом получают как отходы одной или нескольких отраслей, а в дальнейшем в ходе его переработки металл перераспределяется в другие отрасли экономики.

Важной особенностью промышленной переработки металлолома является то, что вновь произведенный металл и изделия из него по своему качеству не уступают аналогам, произведенным из руды. Сегодня технологический процесс переработки металлолома состоит из следующих основных процессов. Вначале металлолом сортируется. Прежде всего, на этой стадии происходит отделение неметаллических составляющих и мусора. Потом он проходит первичную сортировку по габаритам и химическому составу с помощью магнитных сепараторов или конвейеров. Завершающим этапом является отделение металлолома черных и цветных металлов. Как правило, данная операция производится вручную. На следующем процессе осуществляется дальнейшая сортировка на размерный лом, лом малых размеров и легковесный. Последний брикетируется в специальную упаковку, содержащую не менее 40 кг металлического лома.

При сортировке лома крайне важно делать это с учетом действующих стандартов и норм для упрощения процесса дальнейшего определения назначения и переработки. Лом черных металлов в зависимости от целей переработки подвергается дополнительной сортировке с учетом содержания ртути и углерода. Для российской практики технологическими проблемами является то, что часто металлолом не утилизируется и не сортируется должным образом, а в больших объемах вместе с мусором направляется на свалки. Не очень хорошая сортировка также связана с тем, что применяемая в стране классификация металлического лома используется длительное время без существенных изменений и не ориентирована на реалии рыночного хозяйства [11].

На основании вышеизложенного можно сделать следующие **выводы**:

Металлолом – это отслужившие свой срок металлические изделия, инструмент, оборудование, машины или их металлические части, тара и упаковка из черных и цветных металлов (из чугуна, стали, алюминия и олова), отходы металлообработки (стружка, опилки, пыль), скрап, отходы производства металлов, отходы раскроя металла, отработанные аккумуляторы, потерявшие потребительские свойства провода (стальные, алюминиевые, медные).

Основой предварительной переработки металлургического лома является качественная его сортировка, в процессе которой происходит отделение металлов в соответствии с его категориями и разновидностями. Сегодня существует несколько этапов сортировки металлургического лома. Во-первых, производится отделение лома цветных металлов от лома металлов черных, что обусловлено тем, что использование их в одном технологическом процессе невозможно из-за особенностей их химических свойств. Во-вторых, металлолом разрезается и раскраивается в зависимости от того, по какой технологии его будут перерабатывать. В-третьих, осуществляется сортировка металлолома, при которой учитываются следующие показатели: уровень содержащихся в нем углеродных веществ; содержание легирующего состава; качественные показатели, а их на сегодняшний день существует порядка двадцати восьми видов.

Список литературы

1. Ансеров Ю.М., Дурнев В.Л. Машиностроение и охрана окружающей среды. – Л: Машиностроение. Ленингр. Отд-ние, 1979. – 224 с.
2. Багин Д. Н. и др. Оценка вариантов рециклинга автомобильного лома // Система управления экологической безопасностью. – Екатеринбург, 2018. – 2018. – С. 132-137.
3. Крутеева, О. В. Региональный рынок металлоотходов / О. В. Крутеева // ЭКО. – 2008. – № 2(404). – С. 63-71.
4. Мысик, В. Ф. Ресурсы и подготовка лома к плавке стали: монография / В. Ф. Мысик, А. В. Жданов. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Екатеринбург: УрФУ, 2017. – 337 с.

5. Никитин К.В. Н Рециклинг металлоотходов на основе алюминия: учеб. пособие / К.В. Никитин. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2015. – 67 с.
6. Основные принципы переработки металлолома URL: <https://www.huahong-rus.ru/info/articles/osnovnye-printsipy-pererabotki-metalloloma-etapy-i-tekhnologii/> (дата обращения: 26.12.2021)
7. Приказ Минпромторга России от 05.05.2014 № 839 «Об утверждении Стратегии развития черной металлургии России на 2014–2020 годы и на перспективу до 2030 года и Стратегии развития цветной металлургии России на 2014–2020 годы и на перспективу до 2030 года»
8. Растянникова Е.В. Вторичное использование ресурсов в металлургической промышленности в России и Китае // Инновации и инвестиции. 2019. №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vtorichnoe-ispolzovanie-resursov-v-metallurgicheskoy-promyshlennosti-v-rossii-i-kitae> (дата обращения: 26.12.2021)
9. Ровин С. Л. Влияние дисперсности материалов на скорости процессов твердофазного восстановления //Литьё и металлургия. – 2014. – №. 4 (77).
10. Ровин С. Л., Ровин Л. Е. Классификация и свойства дисперсных металлоотходов //Литьё и металлургия. – 2015. – №. 2 (79).
11. Смирнов В. В. Рециклинг-стратегическое направление повышения эффективности металлургии в российской Федерации //Учет. Анализ. Аудит. – 2018. – Т. 5. – №. 4.
12. Удальцова Н. Л. Проблема качества переработки лома и отходов черных металлов //Экономические науки. – 2009. – №. 7. – С. 238-241.
13. Черноусов П.И., Саядова Ю.Б., Голубев О.В Эконометрический прогноз рециклинга чёрных металлов LAP Lambert Academic Publishing Saarbrücken, 2016. – 100 с.
14. Шегельман И.Р., Васильев А.С., Щукин П.О., Галактионов О.Н., Суханов Ю.В. Рециклинг отходов: актуальность возрастает. Инженерный вестник Дона. 2014;30(3):28-37.

**Примчук Анатолий Григорьевич, Гасан Дмитрий Анатольевич, Прохачев
Максим Романович**

СОВРЕМЕННЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

*Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток
Научный руководитель – к.т.н. Брусенцова Татьяна Александровна*

Аннотация. Бурное промышленное развитие XX в. привело к резкому усилению неблагоприятного антропогенного воздействия на окружающую среду, связанному с возрастающим потреблением природных ресурсов, с одной

стороны, и увеличением отходов потребления и производства, а также различных выбросов в атмосферу и воду – с другой [6].

Ключевые слова: отходы, твердые коммунальные отходы – ТКО, RDF.

«Проклятие нашего времени» – с такой характеристикой тема отходов, вырабатываемых человечеством, все чаще и чаще подается в научной литературе и СМИ, в докладах международных организаций и на экологических форумах. Накопление отходов как «неустранимое следствие цивилизационного процесса» превращается в глобальную проблему и становится прямой и все более опасной угрозой окружающей среде и общественному здоровью в большинстве стран мира. В ближайшие десятилетия население Земли вырастет до 9 млрд человек, из которых 80% будут городскими жителями: при существующих моделях производства и потребления, генерирующих все больше и больше отходов, среда обитания человечества оказывается перед серьезнейшими проблемами во всем том, что касается санитарии, питьевой воды, здоровья людей, продовольственной безопасности и даже жилища и транспорта [12].

Актуальность работы определяется тем, что разработаны несколько способов решения возникшей проблемы нарастающих объемов твердых коммунальных отходов (ТКО), среди которых наиболее перспективный – переработка отходов [2]. В настоящее время в стране функционирует 243 комплекса по утилизации ТКО, 53 комплекса по сортировке отходов, около 10 мусоросжигательных заводов [14]. В XXI в. невозможно представить себе жизнь в городе без сопутствующей современному образу жизни проблемы – утилизации мусора (твердых коммунальных отходов – ТКО).

Твёрдые коммунальные отходы (ТКО) – отходы, образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товары, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования физическими лицами в жилых помещениях в целях удовлетворения личных и бытовых нужд. Термин ТКО введен в 2014 г. федеральным законом №458-ФЗ от 29.12.2014 и, в отличие от ранее существовавшего понятия, ТКО включает отходы, образующиеся в нежилых помещениях и сходные по составу с образующимися в жилых помещениях [3].

Действующее законодательство предусматривает ведение Федерального классификационного каталога отходов (ФККО), входящего в состав государственного кадастра отходов. ФККО представляет многоуровневый перечень видов отходов, систематизированных по совокупности различных признаков - по их (отходов) происхождению, химическому и/или компонентному составу, агрегатному состоянию, степени опасности и др. Ведение и систематическая актуализация ФККО осуществляются в системе Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор).

В частности, ФККО, утвержденный приказом Росприроднадзора от 18.07.2014 № 445, относит к ТКО все виды отходов подтипа отходов «Отходы

коммунальные твердые» (код 7 31 000 00 00 0), а также другие отходы типа отходов «Отходы коммунальные, подобные коммунальным на производстве, отходы при предоставлении услуг населению» (код 7 30 000 00 00 0) в случае, если в наименовании подтипа отходов или группы отходов указано, что отходы относятся к ТКО, а также группа «Остатки сортировки твердых коммунальных отходов, отнесенные к твердым коммунальным отходам» (код 7 41 119 00 00 0). В целях федерального статистического наблюдения в части обращения с ТКО также учитываются отходы, образующиеся при обработке твердых коммунальных отходов для получения вторичного сырья, входящие в группу «Отходы (остатки) сортировки коммунальных отходов» (код 7 41 110 00 00 0).

На данный момент в России уже накоплено более 90 млрд т отходов, в том числе 16 млрд т ТКО. Рынок переработки мусора в России практически не развит, о чем свидетельствует сложившаяся в стране крайне нерациональная система обращения с ТКО:

- захоронение на полигонах/свалках (90–92% ТКО или 36–37 млн т в год);
- сжигание (не более 1,8% ТКО или 700 тыс. т в год);
- промышленная переработка (3–4% ТКО или 1,2–1,6 млн т в год) [7].

Основная масса ТКО вывозится на полигоны, деятельность которых приводит к загрязнению атмосферы, почвы и грунтовых вод, негативно влияет на растительный и животный мир, ухудшает качество жизни населения близлежащих территорий. С другой стороны, размещение на полигонах отходов, не прошедших предварительную сортировку, приводит к безвозвратной потере ценных видов сырья и материалов (бумага, стекло, металл, пластик и др.), пригодных к повторной переработке, а также к необходимости вывода значительного количества земель из хозяйственного оборота [16].

Отсутствие мест временного складирования отходов, непродуманная организация сбора, невыдержанные сроки вывоза, несвоевременное обезвреживание образующихся отходов отрицательно сказываются как на качестве жизни населения, так и на качестве окружающей среды [5].

Таким образом, обращение с отходами имеет как социально-экологическое, так и экономическое измерение. Весьма значимым является повышение эффективности обращения с отходами производства и потребления и с экономической точки зрения. Отходы представляют ценный ресурс для экономики, не(до)использование которого расточительно и ведет к увеличению упущенных выгод из-за повышения цен на природные ресурсы [13].

Практика обращения с ТКО в развитых странах показывает, что основное направление в решении проблемы утилизации отходов связано с их вовлечением в повторное использование. Для этих целей в сфере обращения с отходами разработан принцип 3R (Reduce – снижение образования, Reuse – повторное использование, Recycle – переработка во вторичное сырье), направленный на минимизацию количества отходов, подлежащих захоронению [4].

Об эффективности от повторного использования твердых коммунальных отходов говорят многие авторы научных работ. Актуальность переработки

пищевых отходов получила свое отражение в работе И. А. Соломина, который выступает за промышленную утилизацию органического мусора путем использования технологии компостирования [15].

Аргументом в пользу использования технологии переработки макулатуры является научная работа А. В. Ледницкого, С. В. Куприян и И. А. Сильванович, в которой авторы рассматривают отрицательное влияние полиграфической отрасли на окружающую среду и возможность эффективного использования бумажных отходов для сокращения загрязнения природы опасными выбросами [9].

Кроме того, существует достаточное количество подтвержденных опытами исследований и разработок в области переработки пластиковых отходов, которые свидетельствуют о применимости данных технологий на практике. Например, А. В. Лысянниковым предложено использование переработанного пластика в дорожном строительстве [10].

Рассмотрим основные виды ТКО, вторичное использование которых нужно развивать в первую очередь. «Пищевые отходы кухонь и предприятий общественного питания» (код 7 36 100 01 30 5) предназначены для производства биогаза, используемого в качестве топлива, компоста или корма для животных. Технология переработки заключается в дроблении биомусора и процесса ферментации, на выходе которого получается газ метан и твердый/жидкий остаток, применяемый для удобрения почвы. Так, можно получить прибыль с продажи компоста и корма сельскохозяйственным компаниям.

Сбор и переработка макулатуры также являются прибыльной деятельностью. Макулатура на заводе подразделяется на несколько фракций:

1) первая фракция – картон, который на 100% перерабатывается и возвращается на фабрики для производства упаковки;



Рисунок 1 – Технологическая схема производства бугорчатых прокладок [11]

2) вторая фракция – загрязненная бумага, из которой впоследствии производится туалетная бумага и бумажные полотенца;

3) третья фракция – газеты и журналы (60% от всего объема поступающей макулатуры), которые отправляются на книжные фабрики. Далее сортированные

бумажные отходы прессуются и продаются на заводы по производству санитарно-гигиенических изделий, картона, эковаты, книжные фабрики. Ниже приведены технологические схемы получения сырья из макулатуры.



Рисунок 2 – Технологическая схема производства волокнистых плит [11]

Утилизация стеклотары связана с использованием следующих способов:

- 1) сбор и переработка битого стекла до стеклянной крошки;
- 2) сбор целостной стеклянной тары, ее очистка и внедрение во вторичный оборот.

И в том и в другом случае, отходы стекла продаются заводам по производству стеклотары, строительных материалов из стекла, напитков и продуктов питания.

Процесс переработки пластика, как и в случае переработки стекла, имеет 2 технологии. Первая технология заключается в сборе целостного пластика и вовлечении его в производство, вторая предполагает сбор пластиковых отходов, их обработку и получение гранулята – продукта, готового к повторному использованию в качестве сырья для производства товаров. Потребителями переработанных пластиковых отходов являются заводы по производству пластиковой упаковки, ПЭТ-бутылок, строительных материалов.

Ниже приведены примеры товаров, получаемых из отходов (включая базовые продукты, получаемые в процессе обработки отходов, и конечную продукцию, получаемую на их основе).

Таблица 1

Продукция на основе переработанных отходов [4]

Сырье (вид отходов)	Вторичный продукт	Примеры продукции на основе переработанного сырья	Ключевые потребители
Пластиковые отходы	Дробленка, агломерат, гранулы, флекс	Пластиковая тара (для непивных продуктов, за редким исключением), дренажные трубы, мусорные пакеты, нетканые материалы, пленки технического назначения, ведра и т.п.	Производители ПЭТ-бутылок и др. полимерной упаковки, щетин для уборочной техники, строительных материалов
Макулатура	Прессованная, сортированная макулатура	Эковата, санитарно-гигиенические изделия, гофрокартон, картон	Производители картона, санитарно-гигиенических изделий

Отходы стекла	Сортированный стеклобой	Пеностекло, стекловолокно, стеклокристаллические материалы	Производители стеклотары, строительных материалов
	Обработанная целостная тара	Оборотная тара	Производители напитков, продуктов питания и пр.
«Электронные» отходы»	Сортированный/измельченный пластик	В соответствии с направлениями переработки пластиковых отходов	Предприятия по переработке пластиковых отходов
	Платы и др.	Драгметаллы	Аффинажные заводы
	Фракции черных металлов	Переплавка для использования в производстве стальной продукции и т.п.	Металлургические комбинаты

Таким образом, анализ экономической деятельности по переработке ТКО показал, что данная деятельность сопряжена с получением прибыли от продажи переработанного сырья, а также с положительными экологическими и социальными эффектами.

Один из наиболее перспективных методов утилизации твёрдых коммунальных отходов. Биогаз получают путем анаэробного (без кислорода) брожения биомассы. В результате брожения биомасса разлагается под воздействием гидролизных, кислотообразующих и метанообразующих бактерий. В состав газа входят 55- 65% метана, 35-45% углекислого газа и около 1% водорода и сероводорода. Процесс анаэробного разложения отходов зависит от их состава и протекает с различной скоростью. Процесс газообразования зависит от продолжительности времени. Так, сначала количество образующегося метана резко возрастает, а затем с годами постепенно стабилизируется.

Высокий процент содержания в биогазе метана создает возможность применения его в энергетических целях. Образующийся биогаз может направляться в газопроводы подачи на сжигание для обогрева жилых помещений или же после соответствующей переработки использоваться для выработки электрической энергии. Этот способ ещё хорош и тем что на его осуществление не нужно очень больших капитальных затрат и экологический ущерб от него минимален. Для реализации данного метода требуется только вырыть котлован, изолировать его от почвы, проложить трубопроводы в залежи мусора для выхода биогаза и использовать полученный газ по назначению [8].

Одним из перспективных методов переработки отходов является получение RDF топлива. Альтернативное топливо RDF (refuse derived fuel) или твердое вторичное топливо – это топливо, которое производится из отходов. Оно состоит из высококалорийных компонентов твёрдых коммунальных отходов (ТКО), к которым относятся бумага, картон, резина, органические фракции, древесина, синтетические волокна, текстиль, пластик, полимеры и другие материалы. В химическом состав RDF топлива, полученного из твёрдых коммунальных отходов, наблюдаются такие вещества, как углерод, кислород, водород, азот и сера. Основные характеристики RDF топлива представлены в таблице 2.

Характеристики RDF топлива [16]

№	Показатель	Единица измерения	Рабочее состояние топлива
1	Общая влага	%	7,0-25,5
2	Зольность	%	14,0-17,3
3	Выход летучих веществ	%	64,2-78,0
4	Низшая теплота сгорания	ккал/кг	3800-4850
5	Величина зерна RDF	мм	20-25
6	Теплотворная способность	кДж/кг	20000 ± 2000

Приведённые характеристики необходимо учитывать при выборе оборудования для каждой технологической стадии производства RDF. Альтернативное топливо RDF может применяться в качестве основного или дополнительного источника энергии на теплоэлектроцентралях, в печах металлургических заводов, котельных и на аналогичных объектах, работа которых поддерживается за счет выработки тепла. Наибольшее распространение RDF находит в цементной промышленности, заменяя каменный уголь и природный газ, что позволяет сберечь данные ресурсы. Экономический эффект от применения RDF на цементных предприятиях достигается за счет его меньшей стоимости по сравнению с каменным углем и природным газом [17].

Технология производства RDF заключается в следующем: из неотобранной части отходов, которая поступила бы на захоронение, выделяют потенциально пригодное сырье (картон, бумага, дерево, резина и т. п.), далее материал измельчается в шредере, подсушивается в сушильных барабанах, уплотняется прессованием и гранулируется. Полученные гранулы либо брикеты и являются RDF топливом (рис.4).

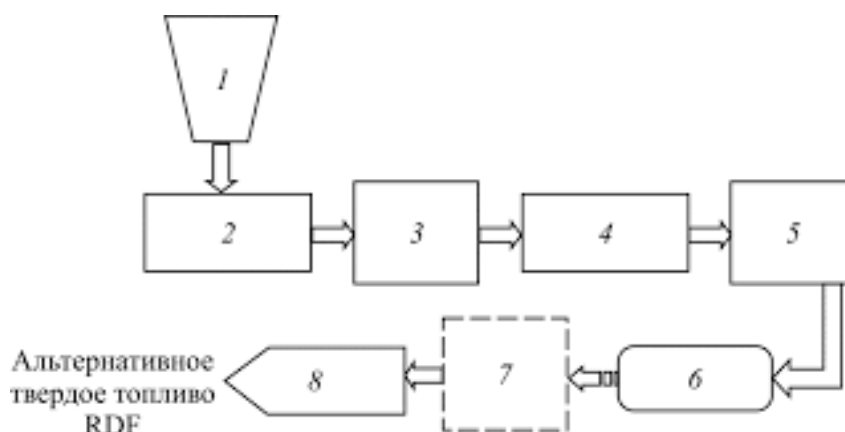


Рисунок 4 – Технологическая схема производства альтернативного твердого топлива RDF:

1 – сбор, транспортировка к месту переработки и хранение ТКО; 2 – предварительное измельчение материала до размера 100–150 мм; 3 – сепарация (1-й этап). Отделение от массы ТКО непригодных (недопустимых) для сжигания включений (металлы, стекло, песок, камень, хлорсодержащие вещества, керамика). Применение магнитных, баллистических и пневматических сепараторов; 4 – измельчение материала до размера 20–50 мм; 5 – сепарация (2-й этап). Процесс сепарации высокой степени с применением оптических сепараторов; 6 – сушка топлива под высокой температурой (250–500 °С); 7 – добавление искусственных компонентов, повышающих калорийность или связность элементов топлива (если это необходимо); 8 – изготовление брикетов с высокой энергетической теплоотдачей [1]

Получать альтернативное топливо целесообразно на мусоросортировочном комплексе из «хвостов» сортировки. Таким образом, цель, поставленная в работе, выполнена, а задачи достигнуты. На основании проведенного исследования мы приходим к следующим выводам:

ТКО – это предметы или товары, потерявшие потребительские свойства, наибольшая часть отходов потребления. Отходы представляют ценный ресурс для экономики. Наиболее востребованная в настоящее время фракция ТКО на рынке вторичного сырья – макулатура: она применяется в производстве бумаги, картона, мягких кровельных материалов (например, рубероида), теплоизоляционных материалов (например, эковаты), облицовочных плит и др.

Другая востребованная фракция ТКО – стекlobой. Отходы стекла также используются в производстве стеклоплитки, теплоизоляционных материалов, стеклокерамзита, стекlobлоков и пенопласта.

Выделяемые из отходов пластиковые и другие полимерные изделия широко используются в промышленном производстве полимерных пленок, оконных и дверных блоков, облицовочных плит, полимерных сантехнических изделий, линолеума, теплоизоляционных и других изделий.

Резиносодержащие отходы используются при производстве кровельных рулонных материалов, шифера, черепицы, мастики и других гидроизоляционных материалов, а также изделий технического назначения.

Текстильные отходы представляют ресурсную ценность для производства пряжи низких сортов, технической и обивочной ваты, ватина, а также валяной обуви и войлочных изделий, вискозного волокна, изоляционных материалов, электротехнических изделий.

Наконец, органические компоненты, содержание которых в ТКО может достигать 40%, обладают ресурсной ценностью для получения комбикормов и кормовой муки, а также изготовления компоста и биоудобрений. Также ТКО используют для получения биогаза и производства топлива RDF.

Список литературы

1. Бернадинер И.М. Использование отходов как альтернативного топлива в цементной печи //Твердые бытовые отходы. – 2017. – №. 11. – С. 22.
2. Валеева, С. А. Современные возможности по переработке отходов / С. А. Валеева, К. Р. Гаянова, Н. А. Бикбулатова // Мавлютовские чтения: материалы XIV Всероссийской молодежной научной конференции: в 7 т., Уфа, 01–03 ноября 2020 года. – Уфа, 2020. – С. 39.

3. Владимиров Я.А., Зысин Л.В. Методические вопросы энергетического использования твёрдых коммунальных отходов и продуктов их газификации // Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. 2018. Т. 24. № 1. С. 5–16.
4. Волкова А. В. Рынок утилизации отходов //М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики». Институт «Центр развития». – 2018
5. Добросердова Е.А., Федорова С.Ф. Организация и обращение с твердыми бытовыми отходами: Учебное пособие / Е.А. Добросердова, С.Ф. Федорова. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитект.-строит. ун-та, 2018. – 83 с.
6. Коданева С. И. От «Коричневой экономики» - к «Зеленой». Российский и зарубежный опыт //Россия и современный мир. – 2020. – №. 1 (106). – С. 46-66.
7. Колдобская Н. А. Проблема переработки мусора в постсоветских столицах: прошлое, настоящее, будущее / Н. А. Колдобская // Геоурбанистика и градостроительство: теоретические и прикладные исследования. – Москва: Географический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, 2021. – С. 293-304.
8. Конюхов В. Ю. Методы и перспективы использования твердых бытовых отходов / В. Ю. Конюхов, И. И. Галяутдинов, И. Н. Бугушкинова // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2019. – № 6(124). – С. 11.
9. Ледницкий А. В., Куприян С. В., Сильванович И. А. Рациональное использование ресурсов и вторичная переработка //Труды БГТУ. Серия 5: Экономика и управление. – 2017. – №. 1 (196).
10. Лысянников А. В., Третьякова Е. А., Лысянникова Н. Н. Переработанный пластик в дорожном строительстве //Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2017. – №. 7.
11. Малотоннажные технологии переработки макулатуры URL: <https://www.waste.ru/modules/section/item.php?itemid=316> (дата обращения: 25122021)
12. Никуличев Ю.В. Управление отходами. Опыт Европейского союза. Аналит. обзор / РАН. ИНИОН. Центр науч.-информ. исслед. глоб. и регионал. пробл. Отд. проб. европ. безопасности. – М., 2017. – 55 с.
13. Порфирьев Б. Н. Повышение эффективности обращения с отходами производства и потребления / Б. Н. Порфирьев // Проблемы прогнозирования. – 2020. – № 1(178). – С. 123-125
14. Потравный И.М., Баах Д. Энергетическая утилизация твердых коммунальных отходов в контексте низкоуглеродного развития. Управленческие науки = Management Sciences in Russia. 2021;11(3):6-22.
15. Соломин И. А. Организация системы управления муниципальными органическими отходами //Природообустройство. – 2019. – №. 2
16. Хасхачих В.В. Пиролитические методы термической переработки твердых коммунальных отходов, ТВТ, 2021, том 59, выпуск 3, 467-480.

17. Яковлева О. Н., Третьякова Н. А. Получение альтернативного топлива как способ утилизации твёрдых коммунальных отходов //Актуальные проблемы развития технических наук. – Екатеринбург, 2020. – 2020. – С. 97-100.

**Примчук Анатолий Григорьевич¹, Бабешко Алина Вячеславовна², к.т.н.
к.т.н. Воронов Василий Васильевич²**

СТРОЙМАТЕРИАЛЫ С ЗОЛОШЛАКОВЫМИ СМЕСЯМИ

¹*Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток*

²*Белгородский государственный технологический университет им.*

В.Г. Шухова, 308012, г. Белгород

Научный руководитель – Федюк Роман Сергеевич, к.т.н., доцент.

Аннотация. Состав и свойства золошлаков зависят от состава минеральной части топлива, типа системы пылеприготовления, режима сжигания, способа улавливания и удаления, места отбора золошлаков в улавливающих установках или на золоотвале. По способу улавливания, удаления и месту отбора золошлаки подразделяются на золу-унос, шлак топливный и золошлаковую смесь (ЗШС).

Ключевые слова: зола, шлак, строительство, материаловедение.

На Владивостокской ТЭЦ-2 накоплен запас золошлаковых отходов (ЗШО) около 25 миллионов тонн, площадь земель отчуждённых под золоотвалы – 153 га; на Приморской ГРЭС – запас ЗШО около 50 миллионов тонн ежегодный прирост до 1 900 тыс. тонн; на Артёмовской ТЭЦ – накоплен запас ЗШО около 18 млн. тонн, площадь земель отчуждённых под золоотвалы – 47 га; на Партизанской ГРЭС – накопленный запас ЗШО около 9 млн. тонн, площадь земель отчуждённых под золоотвалы – 25 га (рис. 1); на твердотопливных котельных Уссурийска, Большого Камня, Арсеньева и др. – накоплен запас ЗШО около 800 тыс. тонн [1]. При этом утилизируется и используется не более 10% годового выхода золошлаков [2].

Показатели качества оцениваются в зависимости в зависимости от химического состава (в %) по следующим формулам:

$$M_o = (CaO + MgO)/(SiO_2 + Al_2O_3); M_c = SiO_2 / Al_2O_3.$$

В соответствии со значением основного модуля M_o ЗШМ также условно разделяют на основные ($M_o > 1$), кислые ($M_o < 1$) и нейтральные ($M_o \approx 1$) (табл. 1).

Коэффициент качества определялся по формуле:

$$K = (CaO + MgO + Al_2O_3)/(SiO_2 + MnO).$$



Рисунок 1. Золошлаковые отходы Приморской ГРЭС

Таблица 1

Классификация золошлаковых материалов по группам активности.

Характеристики		Группы золошлаковых материалов		
Химическая активность		активные (высококальциевые)	Скрытоактивные	инертные (низкокальциевые)
Показатели качества	M_o	$>0,5-2,8$	$>0,1-0,5$	$< 0,1$
	M_c	$1,5-7,8$	$1,4-3,6$	$1,3-3,2$
	K	$1,0-3,6$	$0,5-1,5$	$0,4-0,9$
Характеристики стекол		бурые и темные	могут быть любые	бесцветные
Способность к твердению		Самотвердеющий	Требует интенсификации твердения	Инертный материал

Области применения золошлаковых отходов приведены на рис. 2. При этом, в отличие от ряда европейских стран, где ЗШО перерабатываются практически полностью, в нашей стране утилизируется лишь их малая часть.



Рис. 2. Области применения золошлаковых отходов

Гидравлическая активность ЗШС зависит от содержания в ней оксидов кремния, алюминия и железа, суммарное число которых, согласно нормам, должно превышать 70%. Ввиду того, что соединения серы могут вызывать в цементной системе образование кристаллов этtringита и разрушение бетона в результате расширения, поэтому общее содержание SO₃ в цементной системе не должно превышать 2,5-5%.

Согласно исследованиям научной школы Ю.В. Пухаренко [4], ячеистый бетон с применением золы-уноса имеет в среднем повышенную прочность по сравнению с традиционным, а также нормативный уровень долговечности. Однако золы-уноса улавливается всего 10%, остальные же золошлаковые отходы аккумулируются на золоотвалах в результате гидроудаления.

При совместном гидрошлакозолоудалении зола уноса и шлак в значительной степени теряют свою химическую активность, особенно свободную окись кальция и другие соединения, обеспечивающие самостоятельное твердение [3]. В то же время, огромные накопления золошлаковых смесей на золоотвалах требуют утилизации этих отходов. Имеющиеся в настоящее время технологии применения золошлаковых смесей в качестве частичной замены грунта в дорожном строительстве [4], явно неспособны кардинально решить данную проблему. Однако, в любом случае, золошлаковая смесь является аморфным железо-алюмосиликатным минеральным сырьем, так как состоит из сферических частиц, включенных в аморфную матрицу [2]. Кроме того, ЗШС по сравнению с золой-уноса имеет меньшее количество вредных примесей, за счет их постепенного вымывания под действием атмосферных осадков, включая кислотные дожди [3-4].

Несмотря на обилие работ, связанных с применением золы уноса, как компонентов бетонных вяжущих систем, отмечается недостаток работ. Наиболее перспективной представляется работа коллектива под руководством чл.-корр. РАН Б.Ф. Гусева [5], который предложил технологию регенерации отвальных ЗШС путем сушки до влажности менее 0,5% с улавливанием фракции 50 мкм и последующей ее механо-химической активацией до остатка на сите 008 менее 2%.

Таким образом, применение ЗШС в цементных вяжущих имеет потенциал, но до настоящего времени является недостаточно исследованным.

Список литературы

1. Алексейко Л.Н. Разработка физико-химических основ технологии и основных технологических решений по извлечению тонкого золота и металлов платиновой группы из техногенных отходов предприятий энергетики (Отчет о проведенных научных исследованиях). – Владивосток, 2014. – 272 с.
2. Горунович С.Б. Использование золошлаков в строительстве в контексте продления сроков эксплуатации золоотвалов ТЭЦ // "Новости теплоснабжения" №07 (190), 2016 [Электронный ресурс]. Адрес доступа: www.nts.ru/o-zhurnale/archiv/2016/7_2016.html

3. Юдович Я.Э. Токсичные элементы – примеси в ископаемых углях / Я.Э. Юдович, М.П. Кертис. – Екатеринбург: УрО РАН, 2005. – 648 с.

4. Тугарина А.О. Фиброгазозолобетон с использованием продуктов растительных полимеров: дисс. ... к.т.н. 05.23.05. – СПб, 2009. – 166 с.

5. Гусев Б.В. Оценка эффективности применения кондиционной минеральной добавки на основе золошлаковых смесей ТЭС в технологии производства бетонов / Б.В. Гусев, А.Н. Набоков, Т.П. Щеблыкина // Технологии бетонов. №5-6. – 2015. – С. 38-41.

**Прохачев Максим Романович, Гасан Дмитрий Анатольевич, Примчук
Анатолий Григорьевич**

ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННЫХ РТУТНЫХ ЛАМП

*Дальневосточный федеральный университет, 690922, г. Владивосток
Научный руководитель – к.т.н. Брусенцова Татьяна Александровна*

Аннотация. Среди актуальных проблем экологии важное место занимают вопросы, связанные с загрязнением окружающей среды ртутью и ее соединениями. Это обусловлено, с одной стороны, широким использованием и периодическим выходом из строя разнообразных ртутьсодержащих изделий (люминесцентных и ртутных ламп), например, на предприятиях, в быту, транспорте, учебных заведениях и т. д. Проблема предотвращения загрязнения ртутью окружающей среды во многом определяется эффективностью технологий, которые используются для обезвреживания и переработки ртутьсодержащих отходов.

Ключевые слова: отходы, ртутные лампы, утилизация, ресурсосбережение, производство.

Руководство России придает большое значение проблеме энергоемкости и энергосбережения во всех областях государственного хозяйствования: промышленности, сфере услуг, жилищном секторе.

В настоящее время использование ртутных ламп в производстве и быту обусловлено исключительной особенностью ртутных источников света: их световая отдача достигает 100 лм/Вт при низкой рабочей температуре и сроке службы до 40 тысяч часов. Эти значения в десятки раз превышают соответствующие параметры ламп накаливания.

Цель работы – рассмотреть технологии утилизации отработанных ртутных ламп.

Энергосберегающая ртутьсодержащая люминесцентная лампа (ЭСРЛ) – это газоразрядный источник света, световой поток которого определяется в основном свечением люминофоров под действием ультрафиолетового излучения электрического разряда [1].

Основная часть ламп - ртутная (свечение создается от электрического разряда в парах металла).

Есть два типа ртутных ламп:

- лампы низкого давления (парциальное давление паров ртути не более 102 Па) - трубчатые люминесцентные лампы, содержание ртути в лампе ~ 60 мг;
- лампы высокого давления (105–106 Па) и сверхвысокого давления (более 106 Па) - лампы ДРЛ, содержание ртути - до 120 мг.

В состав люминесцентной лампы входит стеклянная колба (обычно покрытая слоем люминофора – вещества, которое может светиться под действием внешних факторов, в частности под действием УФ-излучения от электрического разряда). При производстве ламп лампы подвергаются термовакуумной обработке; в колбу закачивают инертный газ под давлением 2,5 мм рт. ст., насыщенный парами ртути.

Колба закрывается с торцов алюминиевыми плintусами. Внутри лампы находятся вольфрамовые катушки, медно-никелевые выводы и латунные штыри. Общее содержание металлов (включая оловянно-свинцовый припой и свинцовое стекло) составляет 2–4%.

Из органических компонентов в лампы входят мастика и гетинакс (ламинат на основе бумаги, пропитанной синтетической смолой; обладает высокими электроизоляционными и механическими свойствами).

Ртутные лампы относятся к отходам класса опасности 1, и самостоятельная утилизация таких источников света не допускается. В зависимости от мощности этот тип лампы содержит до 20-50 мг ртути, поэтому самостоятельная утилизация таких источников света нежелательна. Временное хранение ртутных ламп на открытом воздухе, а также в местах, доступных для детей, хранение ламп без тары или в мягких картонных ящиках навалом, хранение ламп на земле не допускается [2].

Несмотря на огромное количество имеющейся в литературе информации о различных способах утилизации люминесцентных ламп, существует всего два принципиально разных метода - химический и термический. Все остальные методы являются версиями двух основных. В соответствии с ГОСТ Р 52105–2003 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация и методы переработки ртутьсодержащих отходов. Основные положения» способы переработки РСО подразделяются на [3]:

- слияние;
- высокотемпературный обжиг;
- термические методы;
- химические и металлургические методы.

Во время амальгамирования жидкая ртуть превращается в полутвердые амальгамы с использованием неорганических материалов (титана, меди, цинка, серебра, золота). В результате сокращается выделение паров ртути. Этот метод не получил широкого распространения. Высокотемпературный сжигание заключается в сжигании отходов, содержащих ртуть и органические компоненты (с очисткой отходящих газов от паров ртути). Термические методы состоят в нагревании или прокаливании отходов в установке, приспособленной для

испарения ртути и последующей конденсации паров ртути, или в прямой перегонке ртути с целью ее восстановления.

Метод «сухой» химической демеркуризации

Сущность метода заключается в тонком измельчении и многократном перетирании осколков люминесцентной лампы стальными валками в герметичной дробилке в присутствии избытка тонкодисперсной серы при повышенной температуре. В результате процесса получается тонкоизмельченная смесь стеклобоя, люминофора, серы и сульфида ртути. Получаемый отход не содержит свободной ртути, относится к 4 классу опасности и может быть захоронен на полигоне ТБО. В РФ известно, по крайней мере, об одной такой установке, исправно работавшей в течение нескольких лет в начале 90-х годов [4].

Метод «мокрой» химической демеркуризации (иногда называемый «гидрометаллургическим»)

Сущность метода заключается в обработке раздробленных люминесцентных ламп химическими демеркуризаторами с целью перевода ртути в трудно растворимые соединения, как правило, сульфид ртути. В качестве демеркуризатора чаще всего используются растворы полисульфида натрия или кальция.

Вариантом метода является проведение процесса в специально доработанной бетономешалке, при этом помимо растворов демеркуризаторов в реакционную массу добавляется также цемент. Основным отходом такого процесса являются затвердевшие массы, содержащие связанную ртуть в виде сульфида. В РФ известно, по крайней мере, о нескольких таких установках, работавших в разные годы в нескольких регионах. В связи с отрицательным заключением экологической экспертизы такие установки больше не применяются.

Метод термической демеркуризации

Метод основан на дистилляции ртути из смеси стеклянного и металлического лома при температуре выше температуры кипения ртути (357°C) при атмосферном давлении (либо в условиях незначительного разрежения) с последующей конденсацией ее паров в охлаждаемой ловушке. Метод положен в основу установок типа УДЛ (ВНИИВМР) и типа УДМ, УДМП (НПК «Меркурий», Чебоксары).

Метод термовакuumно-криогенной демеркуризации

Сущность метода заключается в нагревании измельченных люминесцентных ламп в условиях глубокого вакуума с последующим вымораживанием испарившейся ртути в криогенной ловушке, охлаждаемой жидким азотом. Применение глубокого вакуума позволяет с одной стороны понизить рабочую температуру процесса, с другой стороны – увеличить

интенсивность испарения ртути. Метод реализован в малогабаритных установках типа УРЛ-2М (ФИД - Дубна) и является в настоящее время наиболее популярным в России.

Метод вибропневматического разделения

Метод основан на вибропневматическом разделении ртутных ламп на главные составляющие: стекло, металлические цоколи и ртутьсодержащий люминофор. Очищенные от ртути стекломой и металлические цоколи (алюминиевые и стальные), а также ртутьсодержащий люминофор используются как вторичное сырье. Данный метод нельзя считать самостоятельным методом демеркуризации, так как он приводит к возникновению ртутьсодержащего отхода (люминофора), требующего в свою очередь термической обработки для выделения из него ртути. Однако данный метод используется достаточно широко; в частности, работая в паре с термической установкой, вибросепаратор позволяет резко улучшить общую технологичность и экологичность процесса, за счет использования термической установки в оптимальном режиме.

Принцип действия так называемой «холодной и сухой» вибропневматической установки «Экотром-2» основан на разделении ртутных ламп на главные составляющие: стекло, металлические цоколи и ртутьсодержащий люминофор. Очищенные от ртути стекломой и металлические цоколи (алюминиевые и стальные) используются как вторичное сырье. Люминофор также является сырьем для получения ртути на специализированных предприятиях (например, на ртутном руднике ЗАО НПП «Кубаньцветмет») или на малогабаритных установках типа «УРЛ-2М» производства «ФИД-ДУБНА» [5].

Установка состоит из двух основных блоков: устройства разделения ламп, состоящего из узла загрузки, пневмо-вибрационного сепаратора с дробилкой, циклона и системы очистки, включающей в себя фильтр рукавный, адсорбер и газодувку с компрессором. Компрессор создает в установке разряжение по всему тракту с 5-8 кПа (в зоне загрузки ламп) до 19-23 кПа перед газодувкой, что обеспечивает безопасность работы на установке, так как исключаются пылевоздушные выбросы в производственное помещение.

Переработка ртутных ламп на установке «Экотром-2» проводится следующим образом. Доставленные ртутные лампы подаются в узел загрузки. За счет высокого разряжения в пневмо-вибрационном сепараторе лампы одна за другой непрерывно подаются в ускорительную трубу, попадают в дробилку и измельчаются до крупности стекла до 8 мм. Цоколи отделяются от стекла на вибрирующей решетке и удаляются в сборник – технологический контейнер. Заполненный цоколями технологический контейнер направляется в демеркуризационно-отжиговую электрическую печь, газовые выбросы из которой поступают в систему очистки. В результате термической обработки цоколи полностью очищаются от остаточных загрязнений ртутью. Доочистка цоколей от ртути может быть осуществлена также на установке «УРЛ-2М».

Отделение люминофора – главного носителя ртути, от стекла осуществляется за счет выдувания его в противоточно движущейся системе «стеклобой-воздух» в условиях вибрации. Очищенное от люминофора стекло поступает в бункер-накопитель. Конструкция пневмо-вибрационного сепаратора с дробилкой обеспечивает в процессе работы очистку стекла от ртути до величин значительно меньших ПДК ртути в почве. Основная масса люминофора улавливается в циклоне и попадает в сборник люминофора (представляющий собой транспортную металлическую бочку с полиэтиленовым мешком-вкладышем и специальной крышкой). Остальные 3-5% люминофора осаждаются в приемнике рукавного фильтра и в дальнейшем также упаковываются в транспортные металлические бочки.

Воздушный поток последовательно очищается от люминофора в циклоне, рукавном фильтре и адсорбере. Очистка воздуха от паров ртути происходит в адсорбере до содержания ртути в воздухе менее $0,0001 \text{ мг/м}^3$. При превышении содержания ртути значения ПДК в выбросах в атмосферу производится замена отработанного активированного угля в адсорберах.

Вместе с люминофором в металлические бочки с полиэтиленовым вкладышем упаковывается отработанный активированный уголь, а также загрязненная обтирочная ветошь. Собранные таким образом концентрированные ртутьсодержащие компоненты отправляются на дальнейшую термическую переработку на установках «УРЛ-2М».

В одном из вариантов установки получаемый ртутьсодержащий люминофор обезвреживается путем сульфидирования и минерализации в растворе жидкого демеркуризатора с получением продукта IV класса опасности. Следует отметить, что по последним данным, ООО НПП «Экотром» осуществляет обезвреживание ртутьсодержащего люминофора без извлечения ртути. По мнению руководства предприятия, после утилизации ламп остается ничтожное количество ртути, поэтому ее переводят в безопасное «твердое» состояние и захоранивают на полигонах.

Установка «УРЛ-2М» предназначена для термической демеркуризации люминесцентных ламп всех типов, а также горелок ртутных ламп высокого давления типа ДРЛ и энергосберегающих ламп (ЭСЛ).

Принцип действия установки «УРЛ-2М» основан на сильной зависимости давления насыщенного пара ртути от температуры. Обрабатываемые лампы разрушаются в камере установки, нагреваются до температуры быстрого испарения ртути, а пары ртути откачиваются вакуумной системой установки через низкотемпературную ловушку (НТЛ), на поверхности которой происходит конденсация ртути, стекающей в сборник в виде жидкого металла после размораживания ловушки.

Конструктивно установка УРЛ-2м выполнена в виде демеркуризационной камеры, шарнирно закрепленной на платформе. Камера снабжена крышкой, электронагревателем и теплоизолятором. На камере смонтировано устройство для механического разрушения люминесцентных ламп. Для разрушения горелок ламп типа ДРЛ используется съемная мельница, монтируемая на фланце камеры.

В режиме демеркуризации люминесцентных ламп фланец закрыт заглушкой. Система вакуумной откачки камеры образована высоковакуумным паромасляным насосом и механическим форвакуумным насосом. Откачка камеры на вакуум осуществляется через НТЛ со сборником металлической ртути.

Установка снабжена силовым электрическим шкафом и пультом управления. Комплект электрических схем установки входит в комплект технической документации, поставляемой с установкой. Рукоятка используется для манипуляций с камерой при выгрузке стекло боя.

Сортировка, сбор и полная утилизация всех отходов переработки ламп (стекла, люминофора, алюминия, вольфрама) на данной установке не предусмотрена. Установка может использоваться также для демеркуризации содержащих ртуть отходов промышленного производства: вышедших из строя приборов с ртутным наполнением (термометров, игнитронов, и пр.) а также загрязненных ртутью строительных материалов (штукатурки), почв и содержащих ртуть золотых шлихов и пород.

Конструкция установки позволяет использовать ее в передвижном (мобильном) варианте на шасси грузового автомобиля. К основным недостаткам оборудования следует отнести цикличность технологического процесса демеркуризации, обусловленную необходимостью периодической перезагрузки камеры установки обрабатываемыми лампами и связанную с этим сравнительно невысокую производительность. Необходимость перезагрузки камеры установки является основным источником залповых выбросов ртутных паров в атмосферу технологического помещения, несмотря на их допустимый уровень.

В процессе термообработки должна поддерживаться температура не более $400\div 500^{\circ}\text{C}$, достаточная для обеспечения быстрого перехода ртути в газообразную фазу. При этой температуре ртуть практически полностью испаряется из стеклобоя за 15 мин.

В процессе демеркуризации ртутных ламп технологические газы, содержащие ртуть, очищаются от паров ртути при прохождении через слой поглощающего ртуть сорбента, изготавливаемого на основе определенных марок микропористых гранулированных модифицированных активированных углей (АУ).

Ртуть, выделенная из отработанных ламп в процессе демеркуризации, практически полностью переходит в два продукта: ступпу и сорбент, которые являются конечными продуктами переработки. Ступпа представляет собой смесь металлической ртути с некоторыми продуктами уноса (порошкообразное стекло, люминофор). Содержание ртути в ступпе может достигать 70 масс %. Ступпа отправляется на ртутный комбинат для переработки.

После возгонки ртути и сжигания органических составляющих дробленое стекло и металлы, входящие в конструкцию ртутьсодержащих ламп, переходят в демеркуризованный стеклобой. Демеркуризованный стеклобой содержит в среднем 96-97% стекла, 3% люминофора, 1% цветных металлов, менее 0,0001 % ртути, т.е. содержание ртути в нем ниже предельно допустимой концентрации

ртути в почвах. Демеркуризированный стекломой вывозится на свалку, либо используется как добавка при изготовлении таких строительных материалов, как керамзитобетонные блоки.

Анализ современных разработок в области утилизации отходов ртути показывает появление все новых вариантов решений, основной задачей которых становится не только полная утилизация отработанного материала, но и экологичность технологии.

Список литературы

1. Терехова О. Ю. Решение проблемы демеркуризации и утилизации отработанных ртутьсодержащих ламп на предприятиях агропромышленного комплекса //Цифровизация агропромышленного комплекса. – 2020. – С. 361-367.
2. Савелюк М. И. Экологические аспекты использования и утилизации люминесцентных ламп //Молодежь, наука, медицина. – 2020. – С. 441-444.
3. Платонова А. М., Аминев Э. С., Кострюкова Н. В. Анализ существующих способов утилизации люминесцентных ламп //Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность-2019). – 2019. – С. 32-41.
4. Лебедев И. В., Каплина С. П. Предложения по организации системы сбора и утилизации ртутьсодержащих отходов в городском округе Дубна Московской области //Вестник Международного университета природы, общества и человека "Дубна". Серия: Естественные и инженерные науки. – 2019. – №. 2. – С. 59-65.
5. Хасанов Д. Т., Каримова А. А., Аверьянова Ю. А. Проблема утилизации ртутьсодержащих энергоэффективных ламп //Экологическая безопасность в техносферном пространстве. – 2020. – С. 193-196.

МЕТОД МАРШРУТИЗАЦИИ ПАКЕТОВ СООБЩЕНИЙ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ СВЯЗИ

**Федюк Роман Сергеевич¹, Павликов Сергей Николаевич², Копаева
Екатерина Юрьевна²**

¹*Дальневосточный федеральный университет, 690922, Приморский край,
г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10,*

²*Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
Россия, Приморский край, Владивосток, 690059, ул. Верхнепортовая, 50а*

Аннотация

Цель исследования состоит в разработки метода маршрутизации в системах связи с адаптацией к выбранному перечню критериальных параметров. Задачи: достижение цели достигается решением следующих этапов, на первом этапе рассмотрена задача по расширению функций узлов ретрансляции, на втором – определяются условия выбора сочетаний функций в зависимости от результатов мониторинга параметров каналов, линий передачи и возможного числа повторений участков маршрута. При этом участки маршрутов классифицируются по типам: одно- и многоскачковые, одномерные и многомерные трассы. Результаты: пространственное кодирование трасс доставки сообщений через реальные и виртуальные ретрансляторы позволяют расширить множество трасс, через которые по заданным критериям происходит передача пакетов, в точках пространства, согласованных абонентами, происходит формирование пакетов в укрупненные группы, преобразование по методам деления и пространственная коммутация до следующих точек коммутации.

Ключевые слова: метод; маршрутизация; сообщение; радиосеть; ретрансляция; коммутация.

Введение: Внедрение информационных технологий во все сферы деятельности привело к необходимости разработки новых методов по увеличению качественных параметров систем связи [1]. Цель исследования состоит в разработке метода маршрутизации в системах связи с адаптацией к выбранному перечню критериальных параметров. Методы: достижение поставленной цели осуществляется в несколько этапов, на первом этапе рассмотрена задача по расширению функций узлов ретрансляции, на втором – определяются условия выбора сочетаний функций в зависимости от результатов мониторинга параметров каналов, линий передачи и числа повторений участков маршрута. При этом участки маршрутов классифицируются по типам: одно- и многоскачковые, одномерные и многомерные трассы. Результаты: пространственное кодирование трасс доставки сообщений через реальные и виртуальные ретрансляторы позволяют расширить множество маршрутов, через узлы коммутации по заданным критериям. Мониторинг узлов и каналов по качественным параметрам позволяет на основе набранной статистики

осуществлять перестройку коммутации пакетов, формирование пакетов в укрупненные группы, преобразование их по методам разделения сигналов и каналов, в том числе по различным доступным физическим средам распространения. Проведено моделирование процесса формирования пространственного поля точек ретрансляции и визуализация разделения трасс доставки радиосообщений. Практическая значимость: формирование в точках коммутации расширенного перечня выбранных по результатам мониторинга технологий преобразований сигналов согласованных с помеховой ситуацией в пространстве взаимного влияния точек ретрансляции на процессы обнаружения, измерения, разделения и ретрансляции по выбранным направлениям, обеспечивающим необходимые качественные параметры при заданных условиях и ограничениях. Новизна представлена в совместном применении преобразований: контроля параметров сигналов, качества каналов, уровня электромагнитных излучений на входе и выходе соседних узлов, маршрутизации, коммутации, хранения и др. преобразований, что позволяет получить новое качество прохождения пакетов по многомерным каналам между точками ретрансляции и конечными абонентами. Резервом расширения трасс, сигналов и каналов стало использованием расширенного пространства физических сред распространения и соответствующих им доступных физических сигналов

Анализ аналогов. Для достижения поставленной цели был проведен поиск ближайших технических решений.

Способ маршрутизации пакетов в радиосети

Республики Казахстан №10964, МПК Н04J 3/26, публ. 15.11.2001, Бюл. №11.

Расчет маршрутов осуществляется только на участках пути от одного промежуточного к другому ближайшему узлу. Ретрансляция сообщений от одного узла к другому ближайшему неизбежно приведет к увеличению количества ретрансляций, загруженности радиоканала и увеличению времени доставки сообщения.

Способ адаптивной автоматической маршрутизации пакетов данных в радиосетях Республики Казахстан №22321, МПК Н04J 3/26, опубл. 15.02.2010, Бюл. №2. Адрес назначения пакета и адреса принимающего и передающего ретрансляторов содержатся в каждом пакете данных, а адрес следующего ретранслятора, минимально удаленного от адреса назначения пакета, вычисляется процессором каждого принимающего ретранслятора, который по результатам непрерывного контроля пакетов, проходящих по каналу радиосети, формирует собственный динамически изменяющийся список адресов других ретрансляторов и строит математическую модель относительных позиций всех ретрансляторов, потенциально способных участвовать в процессе доставки пакета конечному адресату, что значительно увеличивает трафик сети служебной информацией.

Способ динамической маршрутизации РФ №2457628. Приор. 14.06.2011, опубл. 27.07.2012, Бюл. №21. Построение многомерных маршрутов осуществляется без расчета взаимной влияния.

Способ многомерной динамической маршрутизации. РФ №2608678. Приор. 17.11.2017, опубл.23.01.2017, Бюл. № 3[2]. Формирование многомерных маршрутов проводится без полного учета факторов взаимного влияния сигналов входящих в него каналов связи. Управляя только скоростью передачи информации трудно добиться эффективности сети связи. Формирование и тестирование канала радиосвязи позволяет не только повысить помехоустойчивость, но и осуществить режим когерентной обработки сигналов в режиме «точка-точка» [1,3].

Описание предлагаемого способа. Выбор вариантов метода управления информационными каналами для достижения требуемого качества обслуживания абонентов может быть возложен на систему, ведущую мониторинг загруженности сети, электромагнитной обстановки, рельефа местности и др. факторов [1,2]. с целью определения сочетания методов преобразования сигналов, разделения каналов, методов коммутации и маршрутизации, а также скорости перемещения по трассам с временным хранением в узлах сети и их использования в данный момент и в течение допустимого периода сеанса связи [3]. Один из вариантов реализации способа маршрутизации с расширенным пространством коммутации приведен на рис.1.

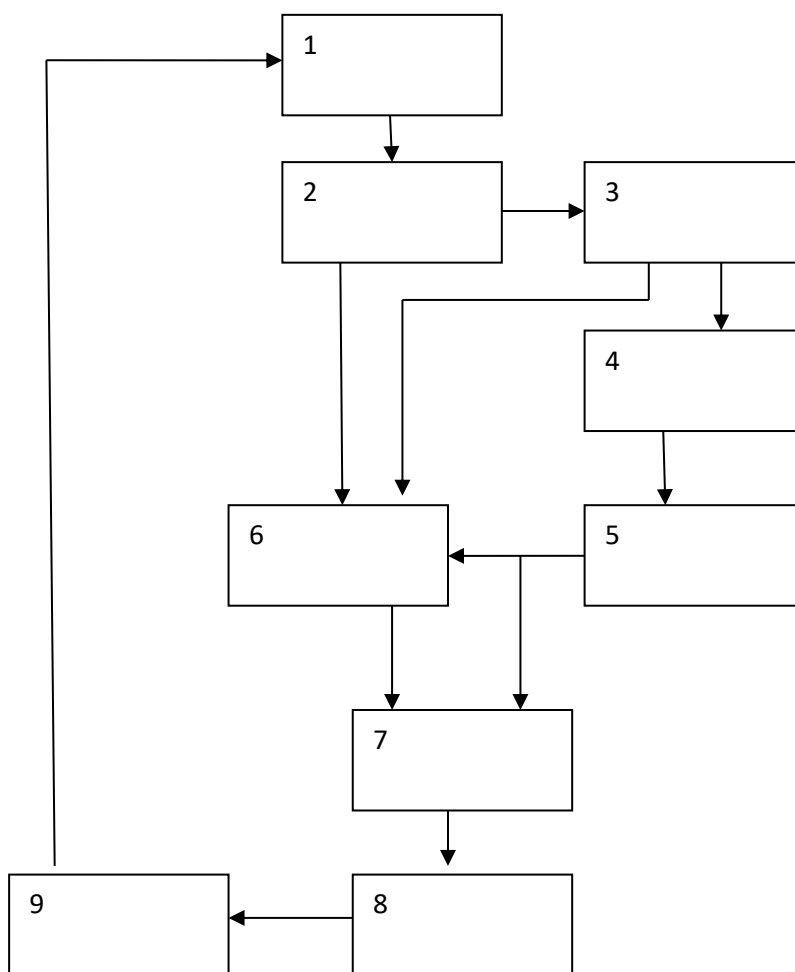


Рис.1 Алгоритм способа маршрутизации, где обозначены: 1 - контроль качества входящих в узлы каналов сети связи; 2 – обмен между узлами связи; 3 и 4- формирование одномерных и соответственно многомерных маршрутов; 5 определение целевой функции; 6 - формирование набора вариантов сочетаний: допустимых методов разделения сигналов, переносчиков пакетов по каналам связи, определяемых в каждом узле для каждого канала связи, в каждом маршруте, а также при их совместном использовании и кратности их применения; 7 - уточнение целевой функции; 8 - управление многомерной динамической маршрутизацией; 9 - уточненный контроль качества входящих в узлы каналов сети связи.

Выводы. Реализация новой совокупности принципов информационного управления ресурсами при выполнении задачи доставки сообщения создает условия значительного увеличения одновременно используемых информационных технологий в единице пространства, что позволяет реализовать новый подход не разделения, а кооперации различных физических каналов распространения в самоорганизующиеся системы, для совместного выполнения расширенного круга задач.

Литература:

1. Степутин А.Н, Николаев А.Д. Мобильная связь на пути к 6G. Вологда; Инфра-инженерия, 2018, Т 2. – 420 с.
2. Пат. РФ . 2608678. Способ многомерной динамической маршрутизации в сети связи с пакетной передачей сообщений / Винтенкова Ю.С. и др. Заявл. 17.11.2017. Оpubл. 23.01.2017. Бюл. № 3.
3. Стволовая А.К., Павликов С.Н. Разработка алгоритма и визуализация пространственного распределения трасс доставки сообщений в условиях угрозы несанкционированного съема. // Современные наукоемкие технологии. 2018. №2. С.104-109.

УДК 681.3.07

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ КАНАЛОВ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ РАЗДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ

**Федюк Роман Сергеевич¹, Копаева Екатерина Юрьевна², Павликов
Сергей Николаевич²,**

¹Дальневосточный федеральный университет, 690922, Приморский край,
г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10,

²Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского
Россия, Приморский край, Владивосток, 690059, ул. Верхнепортовая , 50а

Аннотация

Рост информационных технологий требует своевременных исследований по их развитию и увеличению качественных параметров, среди которых удельная

пропускная способность и надежность занимают первые позиции в рейтинге поисковых исследований. Тема актуальна. Результат ожидается комплексным с достижением системного эффекта. Цель исследования состоит в разработки структуры и алгоритма работы системы управления информационными каналами (мобильной связи, радио связи, гидроакустической связи) для повышения надежности и пропускной способности системы связи. Достижения поставленной цели исследования предусматривает решение следующих задач: разработка структуры интегрированной информационной системы для повышения надежности связи с использованием различных сред физических каналов; разработка блок-схемы алгоритма управления информационными каналами связи; разработка нового метода разделения каналов по форме сигналов для повышения надежности связи; разработка структуры и алгоритма работы усовершенствованной алгоритма управления информационными каналами (мобильной связи) на основе разделения с использованием нового метода; оценка эффективности и разработка рекомендаций по её внедрению.

Ключевые слова: информационные ресурсы; разделение; информационные потоки.

Введение.

Рост информационных технологий требует своевременных исследований по их развитию и увеличению качественных параметров, среди которых удельная пропускная способность и надежность занимают первые позиции в рейтинге поисковых исследований [1]. Тема актуальна. Результат ожидается комплексным с достижением системного эффекта. Цель исследования состоит в разработки структуры и алгоритма работы системы управления информационными каналами (мобильной связи, радио связи, гидроакустической связи) для повышения надежности и пропускной способности системы связи. Для достижения поставленной цели требуется решение следующих задач:

1. Разработка структуры интегрированной информационной системы для повышения надежности связи с использованием различных сред физических каналов.

2. Разработка блок-схемы алгоритма управления информационными каналами связи.

3. Исследование математических моделей, оценка эффективности и разработка рекомендаций по её дальнейшему совершенствованию.

Область применения: результаты работ предназначены для обоснования выбора технологий для следующего этапа работ. На первом этапе предстоит определить основные технические параметры, определяющие количественные, качественные и стоимостные характеристики продукции. Для этого проведен анализ существующих структур интегрированных информационных систем для повышения надежности связи.

Научная новизна. По сравнению с аналогами предложено расширить спектр информационных каналов связи с использованием различных физических

каналов в средах: воздушной: электромагнитные (ЭМ) и акустические; безвоздушной: ЭМ; водной: гидроакустические, ЭМ, электрические и магнитные; оптоволоконной: ЭМ; электропроводящем кабеле: ЭМ, электрические и акустические и др., как отдельно, так и в различных сочетаниях их параметров, обеспечивающих снижение уровня взаимного влияния.

Перечень основных требований к разрабатываемой системе.

Разработка блок-схемы алгоритма управления информационными каналами связи. В отличие от существующих предложен алгоритм сопряжения различных физических каналов и расширен метод маршрутизации пакетов сообщений в расширенном не менее чем в 2 раза пространстве методов и параметров коммутаций. Что достигается повышением уровня связанности элементов системы, а также проведением мониторинга и выбором маршрутов по заданным критериями и в соответствии с блок схемой алгоритма и ранее составленной таблицы маршрутизации исходя из статистических данных на исследуемом участке местности.

Перечень конструктивных требований включает следующих вопросы:

- пользовательские терминалы выполнены с возможностью работы с различными стандартами, на основе структуры сотового телефона с расширенными функциями по применению различных физических каналов;
- спутниковые системы радиосвязи, аналогичные группировкам LEO и МЕО, а также лазерные каналы связи, аналогичные, используемым в технологии Иридиум для информационного обмена между спутниками внутри каждой группировки и между спутниками различных группировок;
- телефонная кабельная электрическая сеть общего пользования, аналогичная для приморского региона;
- аппаратура спутниковой навигации: на основе ГЛОНАСС и/или GPS. Аппаратура установлена на объектах – носителях элементов интегрированной информационной системы;
- гидроакустические станции (ГАС) связи на подвижных и неподвижных объектах. Под которыми подразумеваются станции звукоподводной связи, способные осуществлять информационный обмен как с неподвижными ГАС, установленных на платформах и с ГАС, соединенных с донной оптоволоконной сетью, а также с подвижными надводными и подводными носителями;
- оптическая подсистема связи в виде донной оптоволоконной сети, соединенная через береговые узлы связи с телефонной кабельной электрической сетью общего пользования, а также со спутниковыми группировками, сотовыми сетями. На береговые узлы связи возложены функции общей координации, контроля и управления каналами.

Результаты

В результате первого этапа работ были разработаны и защищены следующие объекты интеллектуальной собственности:

Структурная схема интегрированной информационной системы позволила определить принцип работы и разработать блок-схему алгоритма управления адресным пространством в интегрированной информационной системе связи.

Это позволило усовершенствовать метода маршрутизации пакетов сообщений в новых условиях расширенного пространства каналов, что в свою очередь привело к необходимости коррекции блок-схемы алгоритма управления информационными каналами связи с использованием различных сред физических каналов и соответствующих им физических сигналов.

Анализ проведенных работ показал не соответствие существующих технологий требованиям по повышению надежности и пропускной способности интегрированной системы. Планируется на следующем этапе работ решить ключевой вопрос повышения эффективности разделения каналов и сигналов. Перспективным направлением решения данной задачи является разработка метода разделения сигналов по форме.

Выводы. Проведенные исследования показали направления выбора вариантов интегрированных систем, их достоинства и недостатки. Определена ключевая технология увеличения количества одновременно работающих информационных каналов содержащая:

- метод распределения трасс доставки сообщений [2];
- метод мониторинга канала и адаптации его параметров [3].

Дальнейшая работа связана с исследованием применимости и ограничений рассмотренных технологий для различных сигналов и сред.

Литература:

1. Степутин А.Н, Николаев А.Д. Мобильная связь на пути к 6G. Вологда; Инфра-инженерия, 2018, Т 2. – 420 с.
2. Стволовая А.К., Павликов С.Н. Разработка алгоритма и визуализация пространственного распределения трасс доставки сообщений в условиях угрозы несанкционированного съема. // Современные наукоемкие технологии. 2018. №2. С.104-109.
3. Пат. РФ 2713750. Способ когерентной разнесенной передачи сигналов / Павликов С.Н., Убанкин Е.И. и др. Опубл. 07.02.2020. Бюл. № 4.

«ВОЕННО-ИНЖЕНЕРНОЕ ДЕЛО НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ»

VI Всероссийская научно-практическая конференция

(Владивосток, 17-21 января 2022 года)

Материалы конференции

Владивосток
2022