

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»**

IV Всероссийская научно-практическая конференция

(Владивосток, 14-21 января 2020 года)

Материалы конференции



Владивосток
2020

УДК 378.14

Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. Владивосток: ВУЦ ДВФУ. 2020, 260 с.

В издании предоставлены тезисы докладов участников IV Всероссийской научно-практической конференции «Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России», состоявшейся во Владивостоке 14-21 января 2020 года.

ISBN 978-5-90363-186-5

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

Уважаемые участники конференции!

14-21 января 2020 г. Военный учебный центр и Инженерная школа Дальневосточного федерального университета провели IV 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 Учебных военных центров при федеральных университетах.

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

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

Первая конференция, проведенная нами в 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 УВЦ и ИШ ДВФУ и привлечет участников из других вузов Дальневосточного федерального округа, а также других регионов России.

**С уважением,
профессор военного учебного центра при ДВФУ
подполковник Федюк Роман Сергеевич**

Оглавление

Ильинский Ю.Ю., Чупина К.В. СПУСКОПОДЪЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА В СУДОВОЙ ТЕХНИКЕ	8
Ильинский Ю.Ю., Чупина К.В. АНАЛИЗ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ВЕКТОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ	16
Сагайдак Б.Г., Чупина К.В., Мороз И.В. УСЛОВИЯ РАБОТЫ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ЛЕБЕДОК И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ	18
Сагайдак Б.Г., Чупина К.В., Мороз И.В. АЛГОРИТМ РАБОТЫ СПУСКОПОДЪЕМНЫХ УСТРОЙСТВ	23
Плахотников В.В., Ибрагимова Д.Д. АНТИФИЛЬТРАЦИОННАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ	29
Гулеватенко А.А., Ибрагимова Д.Д. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШТУКАТУРНОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ОБВОДНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ	32
Гулеватенко А.А., Ибрагимова Д.Д. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОКРАСОЧНОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ОБВОДНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ	33
Гулеватенко А.А., Мороз И.В. ПРЕИМУЩЕСТВА АНТИКОРРОЗИЙНОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПЕРЕД ДРУГИМИ ЕЕ ТИПАМИ	35
Марфуткин Е.А., Скрипов П.О. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БАЛАНСИРОВКИ РОТОРОВ СУДОВЫХ ТУРБОМАШИН В СОБСТВЕННЫХ ОПОРАХ	37
Федорова А.Ю. ПРОЦЕССЫ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ НАКИПЕОБРАЗОВАНИИ В СУДОВЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ, РАБОТАЮЩИХ НА МОРСКОЙ ВОДЕ	40
Скрипов П.О., Марфуткин Е.А. АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОДОГРЕВА ТОПЛИВНЫХ СУДОВЫХ ЦИСТЕРН	45
Чугунова Н.А. ПРОЦЕССЫ КОРРОЗИИ В СУДОВЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ, РАБОТАЮЩИХ НА МОРСКОЙ ВОДЕ	50
Фоминов В.А. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДРАЗБОРНОЙ АРМАТУРЫ	55
Аббас Абдулхуссейн Абд Нур. СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ТАУНХАУСОВ	60
Амири Рахимулла. ФОРМИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ ОТНОШЕНИЙ НА СТРОИТЕЛЬНОМ РЫНКЕ	64
Аббас Абдулхуссейн Абд Нур. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ТАУНХАУСОВ	68
Дарвиш Факирулла. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ В Г. КАБУЛ (АФГАНИСТАН)	71

Сорокин А.Н. СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС В МЕЗОЭКОНОМИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ.....	74
Батаршин В.О. ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ КВАЛИМЕТРИИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ, ЗАНИМАЮЩЕГОСЯ ДОБЫЧЕЙ УРАНА.....	79
Батаршин В.О. МОДЕЛЬ РАЗРУШЕНИЯ ПОРОД ПО ОРИЕНТИРОВАННЫМ СИСТЕМАМ ТРЕЩИН.....	81
Батаршин В.О. СРАВНЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ БЕТОННОЙ ОБДЕЛКИ В ВЫРАБОТКАХ, ПРОЙДЕННЫХ В НАРУШЕННЫХ ГРУНТОВЫХ ПОРОДАХ.....	82
Пленник М.Д., Цепелева А.С., Колесов Ю.Ю., Павликов С.Н., Коломеец В.Ю. ОПТИМИЗАЦИИ ПРОВЕРКИ СЕТИ НА НАЛИЧИЕ ВРЕДНОСНЫХ ПРОГРАММ.....	85
Павликов С.Н., Крючков А.Н., Солодков О.В., Зимарева Е.А., Сбоева Л.И., Пленник М.Д., Цепелева А.С., Гареева М.А., Колесов Ю.Ю., Радочинская А.Ж. ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ СВЯЗИ В ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЕ СМП.....	90
Бурьянов П.П., Громов Л.В., Павленко А.А., Павликов С.Н. СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЛЮДЬМИ ТОРГОВОМ ЦЕНТРЕ.....	98
Павликов С.Н., Черновол М.Ю. СПОСОБ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СНИЖЕНИЯ АВАРИЙНОСТИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ.....	101
Зимарева Е.А., Сбоева Л.И., Павликов С.Н., Колесов Ю.Ю., Гареева М.А. ТЕХНОЛОГИЙ БЛОКЧЕЙН И СИСТЕМЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ.....	104
Зимарева Е.А., Сбоева Л.И., Кудряшова С.Р., Калашникова П.А., Павликов С.Н. МЕТОДЫ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ РАБОТЫ ПОИСКОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	108
Ганджа И.С., Павликов С.Н. РАДИОЭЛЕКТРОННЫЙ КОМПЛЕКС БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА.....	111
Головин С.Н. ВЫСОКОПРОЧНЫЙ МЕЛКОЗЕРНИСТЫЙ БЕТОН С ЛАТУНИРОВАННОЙ ФИБРОЙ.....	113
Крылов В.В. ПРИМЕНЕНИЕ СВАЙНО-ПЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТОВ В СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ.....	117
Крылов В.В. СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ НА ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, РАСПОЛОЖЕННЫЕ НА ПОВЕРХНОСТИ.....	119
Крылов В.В. СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ.....	121
Плахотников В.В. МОНТИРУЕМАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ.....	124
Кузнецов М.С. РАБОТА ОСНОВАНИЯ ФУНДАМЕНТА ПОД НАГРУЗКОЙ.....	126
Кузнецов М.С. ТИПЫ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ В ГОРНОМ ДЕЛЕ.....	128

Кузнецов М.С. СРАВНЕНИЕ ПРОПИТОЧНОЙ И ИНЪЕКЦИОННОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ.....	130
Плахотников В.В. НЕДОСТАТКИ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЕДИНОЙ МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ.....	133
Бабенко Я.С. ОБСЛЕДОВАНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЯ СТАРОЙ ПОСТРОЙКИ В ГОРОДЕ РЫЛЬСКЕ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	136
Буймарова Т.К. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-КЛИМАТИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ.....	139
Годнюк Д.В., Соловьев С.П., Куренский А.В. ВОЗДУШНАЯ ХОЛОДИЛЬНАЯ МАШИНА НА ОСНОВЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ РАНКА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СУДОВЫХ ГТУ ОХЛАЖДЕННЫМ ВОЗДУХОМ.....	143
Лисейцев Ю.Л. ПРИМЕНЕНИЕ ФИБРОБЕТОНА НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОДОРОГ И ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫХ ПОЛОС.....	146
Зенкин И.С. ОТТАИВАНИЕ ПОРОД, КАК ОДНА ИЗ ПРОБЛЕМ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В РАЙОНАХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ И КРАЙНЕГО СЕВЕРА.....	150
Антоненко А.А. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ.....	152
Шевцова М.А., Чернеев А.М. ОХЛАЖДАЮЩИЕ КИРПИЧИ, КАК НОВЫЙ СПОСОБ СОЗДАНИЯ КОМФОРТНОГО МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЙ.....	156
Потапов В.В., Горев Д.С. Степанов Д.А., Калимуллин Д.Д., Морозов А.А., Пономарев И.А. ПЕРСПЕКТИВЫ СОВМЕЩЕНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ЭНЕРГОПРОИЗВОДСТВА И ИЗВЛЕЧЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ.....	158
Зенкин И.С. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ПОДЪЕМНЫМИ УСТАНОВКАМИ.....	165
Сидорова А.С. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРОБЛЕНОГО БЕТОННОГО ОТХОДА В КАЧЕСТВЕ КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ.....	167
Баранов А.В. ЯЧЕЙСТЫЕ БЕТОНЫ С УЛУЧШЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ЗВУКОПОГЛОЩЕНИЯ.....	170
Вяткина А.А. ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ МАССОВЫХ СЕРИЙ.....	178
Квашнин Л.А. Восстановление деталей морской техники, изготовленных из титановых сплавов на АО «ДВЗ «Звезда».....	183
Тимохин Р.А. Усовершенствование конструкции автомобильной дороги.....	188
Таранов Д.К. К вопросу об источниках шума в градостроительстве.....	193
Таранов Д.К. Классификация акустического оружия.....	196
Таранов Д.К. Характеристики звукопоглощения строительных материалов.....	204
Маковкин А.А. Акустика зданий и их конструкций.....	212
Маковкин А.А. Использование золошлаковых смесей в строительстве.....	216

Маковкин А.А. Повышение эффективности пенобетонов.....	220
Тимохин Р.А. Горно-технологический анализ станций и переходов метрополитенов.....	222
Тимохин Р.А. Проблемы крупных городов.....	235
Евсеев А.В., Смоляков А.К., Черкасов А.В. Применение природоподобных технологий для фортификационных сооружений.....	242
Зенкин И.С. Флотационные машины.....	244
Гладун А.В., Соловьев С.П., Куренский А.В. Хладагенты в современных холодильных машинах.....	246
Корниенко А.Е., Соловьев С.П., Куренский А.В. ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА ПЕЛЬТЬЕ...	253
Черкасов А.В. КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ МОСТИКА ХОЛОДА В ОКОННЫХ ПРОЕМАХ ЖИЛЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ.....	256
Черкасов А.В. УМЕНЬШЕНИЕ ТЕПЛОПOTЕРЬ ЧЕРЕЗ НАРУЖНЫЕ СТЕКЛЯННЫЕ СТЕНЫ С МЕТАЛЛОКАРКАСОМ.....	258

Ильинский Юрий Юрьевич, Чупина Кира Владимировна

СПУСКОПОДЪЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА В СУДОВОЙ ТЕХНИКЕ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Аннотация. Исследованы характеристики и устройство морских спускоподъемных устройств. Выявлены их недостатки. Проанализированы варианты улучшения показателей спускоподъемных устройств путем введения дополнительных новшеств. Сформулирован технический результат улучшения спускоподъемных устройств.

Ключевые слова: спуско-подъемные устройства, анализ, главные характеристики, преимущества, морская техника.

Спускоподъемное устройство (СПУ) относится к судовой технике, оно выполняет операции спуска и подъема подводных объектов (ПО), преимущественно подводных зарядных станций (ПЗС), предназначенных для зарядки под водой электрических аккумуляторных батарей, установленных на автономных необитаемых подводных аппаратах (АНПА).

Спускоподъемное устройство содержит механизм подъема, тяговый орган, который связан с подводным объектом и представляет собой подводный аппарат для зарядки под водой аккумуляторов этого аппарата, а также первый командный блок и кабель для передачи электроэнергии от судовой электроэнергетической системы на подводный объект [1].

Данный объект входит в состав системы автоматической компенсации влияния качки судна на глубину погружения подводного объекта совместно с тяговым органом, приводом и передачей компенсаторного устройства, вторым командным блоком, управляющим блоком, акселерометром, первым и вторым интегрирующими фильтрами, компаратором, измерительными преобразователями перемещения и скорости перемещения исполнительного органа компенсаторного устройства относительно несущей конструкции.

Указанная передача компенсаторного устройства прикреплена к установленной на судне несущей конструкции, а акселерометр установлен на судне в районе расположения механизма подъема так, что направление измеряемого им ускорения перпендикулярно плоскости ватерлинии судна.

За счет этого система автоматической компенсации выполняет управление по следующим видам возмущения:

- по качке судна;
- скорости;
- ускорению.

Своими приводами снабжены механизм подъема (СПУ) и компенсаторное устройство. Механизмом подъема является подъемная лебедка, а тяговым органом – её трос.

Подвижным элементом компенсаторного устройства служит сопряжённая с указанными выше приводом и передачей компенсаторного устройства

подъемно-опускная рама. Она установлена на подшипниках, закреплённых в установленной на судне опоре компенсаторного устройства.

Для передачи электроэнергии на подводный объект используют кабель (трос), у которого нижний конец заведен на барабан кабельной лебедки.

Лебедка, которая поддерживает постоянное усилие натяжения кабеля, снабжена приводом и устройством для соединения токоведущих жил на верхнем конце кабеля с судовой электроэнергетической системой. [2-3]

В спускоподъемное устройство входит ряд компонентов, которые задействованы в системе управления СПУ:

–второй управляющий блок, через который первый командный блок соединён с управляющим входом привода механизма подъёма;

–третий командный блок и третий управляющий блок, вход которого подключён к выходу третьего командного блока, а выход – к управляющему входу двигательного устройства привода кабельной лебёдки.

В СПУ входит ряд компонентов, которые входят в механическую часть устройства:

–противовес, прикрепленный к первому краю подъемно-опускной рамы, направляющие блоки, установленные на оси рамы;

–прикрепленные ко второму краю подъемно-опускной рамы первый, второй и третий грузовые блоки, а также расположенные на подводном объекте первый и второй уравнивательные блоки.

Трос последовательно огибает первый направляющий, первый грузовой, первый и второй уравнивательные, второй грузовой и второй направляющие блоки.

Концы троса заведены на барабан подъемной лебёдки, причём при вращении барабана ветви троса навиваются на него симметрично и одновременно. Кабель по пути к подводному объекту огибает третий направляющий и третий грузовой блоки.

Когда ПЗС находится на заданной глубине, подъемная лебёдка не работает. Поперечная качка судна сопровождается вращением уравнивательных блоков, при этом продольная качка зарядной станции отсутствует. Привод подъемно-опускной рамы, вместе с акселерометром и двумя интегрирующими фильтрами, которые измеряют ускорение, скорость и перемещение оси крепления этой рамы, образует систему автоматического управления углом её наклона.

При нахождении зарядной станции под водой подъемно-опускная рама совершает движения, противоположно направленные перемещению судна, вызванному его вертикальной качкой. Повышения быстродействия компенсаторного устройства обеспечивается за счет дополнительного регулирования по возмущению: по положению, скорости и ускорению подъемно-опускной рамы. За счет этого достигается стабилизация глубины погружения объекта во время качки.

Кабельная лебёдка обеспечивает постоянство усилия электрического кабеля, что исключает, обрыв кабеля при спуске зарядной станции и

образование слабины кабеля при её подъёме. Для снижения мощности, массы и стоимости двигателя, а также приводного механизма компенсаторного устройства, к подъёмно-опускной раме устанавливают противовес.

Данное СПУ имеет три недостатка:

1. повышенную сложность устройства, которая проявляется в больших значениях его стоимости и массы. СПУ содержит три двигателя, два тяговых органа, по три командных и управляющих блока, несколько грузовых, направляющих и уравнивающих механических блоков;

2. большую мощность двигателя привода подвижного элемента компенсаторного устройства, к которому приходится преодолевать момент инерции громоздкой подъёмно-опускной рамы и противовеса;

3. наличие погрешности компенсации влияния качки судна, которая обусловлена тем, что перпендикулярные плоскости ватерлинии судна линии, проходящие через точку крепления акселерометра и через две точки, проходящие через середины осей грузовых блоков, отстоят одна от другой на значительные расстояния, определяемые размерами подъёмно-опускной рамы. Поэтому ускорения качки судна для двух последних точек, действующих на систему автоматического управления компенсацией качки судна как возмущающих воздействия, не равны ускорению качки судна, измеренному акселерометром.

Данное устройство, выполняющее операции спуска и подъёма ПЗС, направлено на улучшение технико-экономических показателей.

Улучшение показателей достигается путем введения дополнительных новшеств:

1. рама несущей конструкции установлена на палубе судна так, что спуск и подъём подводного объекта с помещённым в нём подводным аппаратом производится через сквозную шахту, выполненную в корпусе судна в направлении, перпендикулярном плоскости ватерлинии;

2. в качестве судна для несущего устройства используется катамаран, причём устройство установлено на его палубе так, что продольная ось подъемника устройства проходит в непосредственной близости от центра масс катамарана;

3. кабель для передачи электроэнергии от судовой электроэнергетической системы на ПО протянут вдоль последовательно соединённых шарнирами рычагов одной их рычажных систем и прилепленных к этим рычагам в точках, распределённых по их длине.

Данные улучшения для СПУ позволяют получить технический результат, который выражается в следующем:

–снижение стоимости, массы и повышение надежности за счет того, что тяговый орган с одним приводом выполняет функции подъёма и компенсации, а крепление кабеля устраняет необходимость применения дополнительной кабельной лебедки с системой автоматического поддержания постоянства его натяжения;

–уменьшение воздействия килевой и бортовой качки на глубину погружения ПО;

–повышение точности работы АСУ по компенсации влияния вертикальной качки на глубину погружения подводного объекта.

Сущность СПУ поясняется чертежами, которые изображены на фронтальной (рис. 1) и боковой (рис. 2) плоскостях проекции. На рис. 3 изображена структурная схема системы автоматического управления.

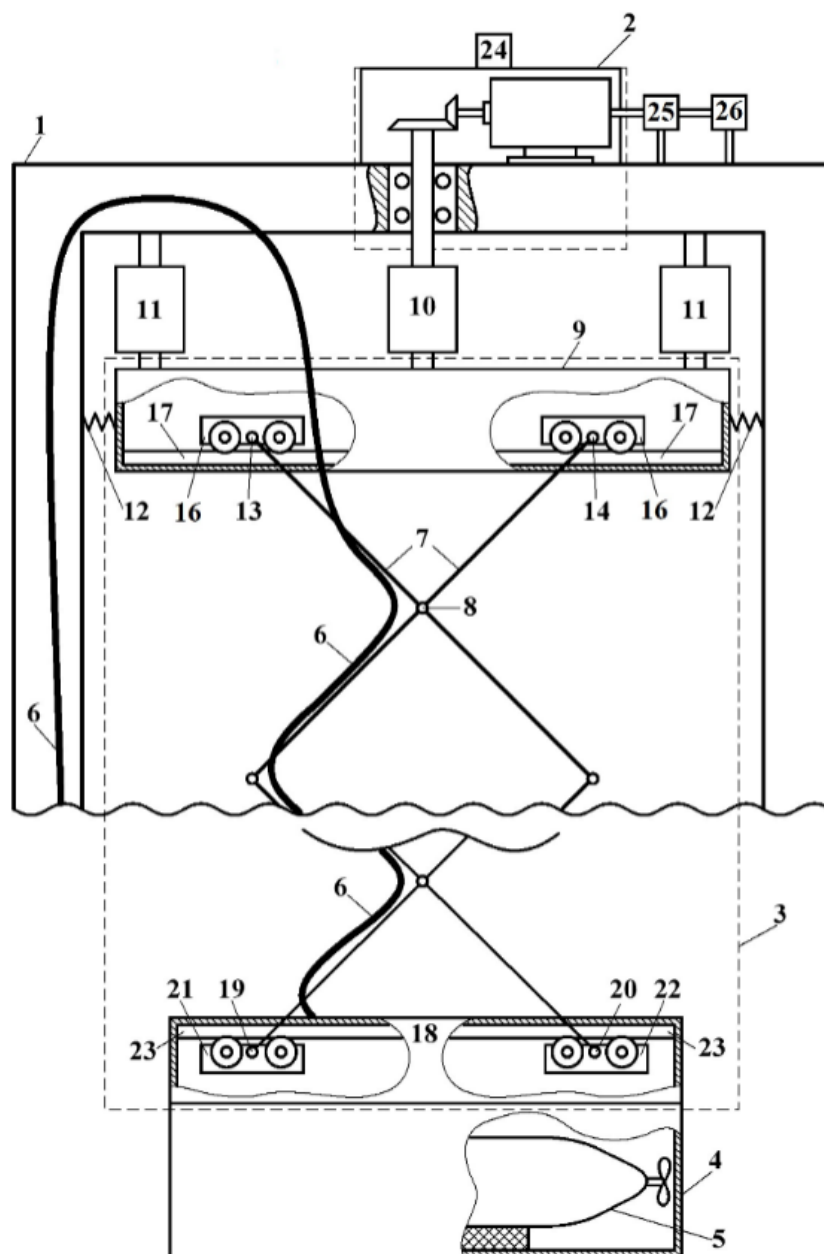


Рис. 1. Фронтальный чертеж спускоподъемного устройства

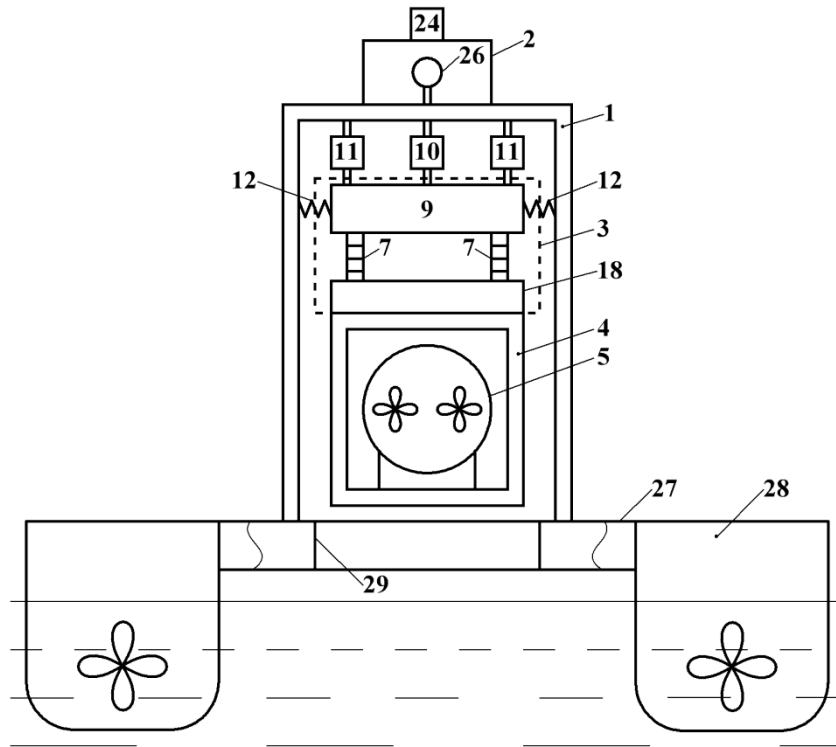


Рис. 2. Боковой чертеж спускоподъемного устройства

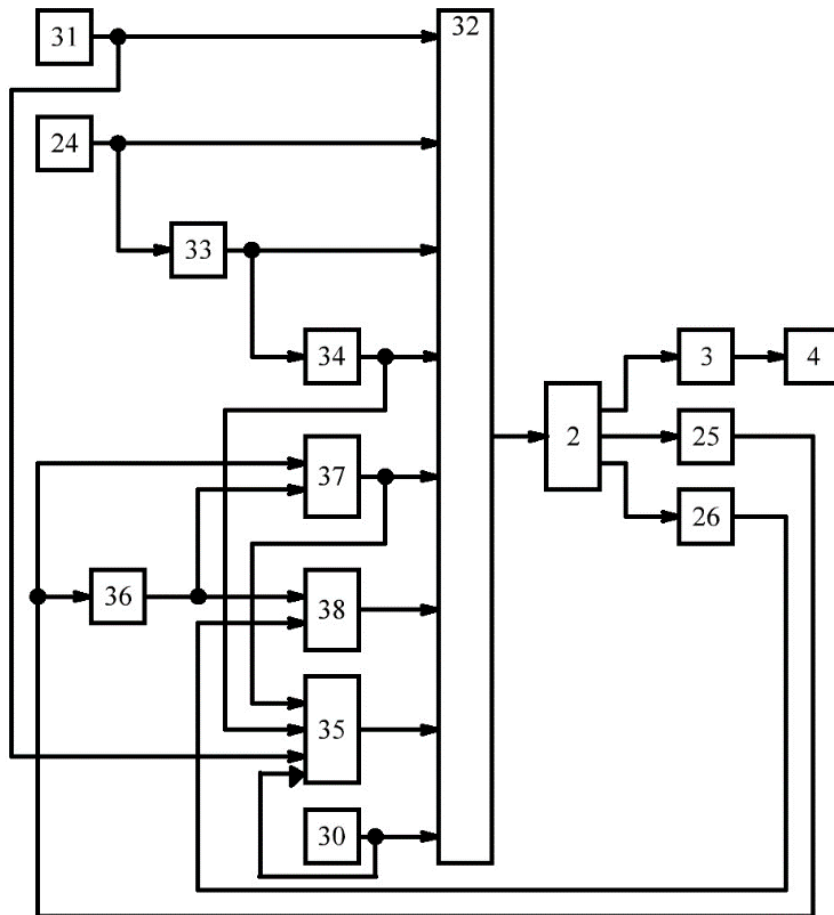


Рис. 3. Структурная схема системы автоматического управления

На рис.1-2 показано СПУ, которое содержит раму несущей конструкции 1, установленную на палубе судна, к этой раме прикрепляется привод механизма подъема 2, с помощью тягового органа 3 осуществляется перемещение подводного объекта 4, который выполняет функцию (ПЗС) для зарядки аккумуляторных батарей АНПА 5. На рис. 1 ПЗС 4 находится на заданной глубине погружения, а на рис. 2 - в крайнем верхнем положении. [4]

Для передачи электроэнергии от судовой электроэнергетической системы на ПЗС 4 используется кабель 6, который протянут вдоль последовательно соединённых шарнирных рычагов 7 одной из двух рычажных систем тягового органа 3. Тяговый орган 3 выполнен в виде выжимного рычажного подъемника. Он содержит первую и вторую идентичные сопряженные рычажные системы, состоящие из рычагов 7, где каждая из рычажных систем состоит из одинакового числа n секций, составленных из $2n$ рычагов, имеющих одинаковую полудлину l . Через середины каждой пары рычагов каждой секции проходят оси, образуя при этом центральные шарниры 8. Рычажные системы расположены симметрично относительно осевой линии подъемника, как показано на рис. 2.

Передача компенсаторного устройства, которая преобразует вращательное движение выходного вала привода механизма подъема в изменение длины тягового органа, размещена в приводном блоке 9 рычажного подъемника. Привод механизма подъема 2 прикреплен к раме 1 несущей конструкции над приводным блоком 9 рычажного подъемника так, что осевая линия выходного вала этого привода при отсутствии качки, крена и дифферента судна, совпадает с осевой линией подъемника. Входной вал приводного блока 9 соединен с выходным валом привода 2 механизма подъема через карданный механизм 10. Приводной блок 9 подвешен к раме 1 несущей конструкции с помощью амортизаторов 11 независимой подвески, которые прикреплены к блоку 9 в четырех точках, расположенных на периферии верхней наружной поверхности этого блока на равных расстояниях от осевой линии подъемника. Расположенные в нижней части точки наружной боковой поверхности блока 9 соединены с рамой 1 несущей конструкции с помощью демпфирующих амортизаторов 12. Параметры всех указанных амортизаторов настраивают так, чтобы при отсутствии качки, крена и дифферента судна направление осевой линии подъемника было бы перпендикулярным к плоскости судовой ватерлинии. [2]

Верхние концы верхней секции первой рычажной системы образуют первые верхние левый 13 и правый 14 шарниры с двумя первыми верхними левой 15 и правой 16 каретками, которые могут перемещаться только вдоль сопряженной с ними первой верхней направляющей 17. Верхние концы верхней секции второй рычажной системы образуют вторые верхние левый и правый шарниры с двумя вторыми верхними левой и правой каретками, которые могут перемещаться только вдоль сопряженной с ними второй верхней направляющей. Все четыре указанные каретки соединены с входным валом приводного блока 9 через преобразователь вращательного движения привода

компенсаторного устройства в поступательном движении кареток. Эти каретки совместно с указанным преобразователем образуют исполнительный орган компенсаторного устройства, который осуществляет изменение длины тягового органа 3.

Тяговый орган 3 соединён с подводным объектом 4 с помощью нижнего блока 18 рычажного подъёмника, который близок по составу и конструкции к приводному блоку 9. В состав нижнего блока 18 входят относящиеся к первой и второй рычажным системам первый и второй нижние левый 19 и правый 20 шарниры, а также первая и вторая нижние левая 21 и правая 22 каретки, которые могут перемещаться только вдоль сопряжённых с ними первой и второй нижних направляющих 23. Продольные оси этих направляющих параллельны продольным осям первой и второй верхних направляющих 17, а также продольной оси подводного объекта, вдоль которой вводят внутрь этого объекта АНПА 5 для зарядки его аккумуляторов.

Акселерометр 24 установлен в непосредственной близости от выходного вала привода 2 механизма подъёма. Он прикреплен к раме несущей конструкции 1 над приводным блоком 9 так, что при отсутствии качки, крена и дифферента судна, направление измеряемого ускорения акселерометром параллельно осевой линии выходного вала привода 2. Измерительные преобразователи перемещения 25 и скорости перемещения 26 исполнительного органа компенсаторного устройства относительно рамы несущей конструкции 1 установлены на эту раму. Входные подвижные элементы этих измерительных преобразователей соединены с механической передачей привода 2 механизма подъёма.

На рис. 2 показано, что рама несущей конструкции 1 установлена на палубе 27 судна, в качестве которого используется катамаран. В корпусе 28 катамарана имеется сквозная шахта 29, выполненная в направлении, перпендикулярном плоскости ватерлинии судна. Через шахту 29 производится спуск подводного объекта 4 с судна под воду и возвращение его обратно для последующего извлечения АНПА на палубу 27. Шахта 29 и установленная над ней рама несущей конструкции 1 расположены так, что продольная ось тягового органа 3 подъёмника устройства проходит в непосредственной близости от центра масс катамарана. 7

Система автоматической компенсации влияния качки судна на глубину погружения ПО изображена на рис. 3 и содержит следующие элементы [5].

Привод 2 механизма подъёма, тяговый орган 3, подводный объект 4, акселерометр 24, измерительные преобразователи перемещения 25 и скорости перемещения 26, первый 30 и второй 31 командные блоки, управляющий блок 32, первый 33 и второй 34 интегрирующие фильтры, компаратор 35, функциональный преобразователь 36, первый 37 и второй 38 умножители.

К четырём входам управляющего блока 32 подключены следующие выходы: к первому входу подается сигнал выхода второго командного блока 31, ко второму – выход акселерометра 24, к третьему – выход первого интегрирующего фильтра 33, к четвёртому – выход второго интегрирующего

фильтра 34. Пятый и шестой входы управляющего блока 32 связаны с выходами первого 37 и второго 38 умножителей. К седьмому входу управляющего блока 32 подключён выход компаратора 35. Выход первого командного блока 30 подключён к восьмому входу блока 32, выход которого подключён к управляющему входу привода компенсаторного устройства 2. Первый, второй, третий и четвёртый входы компаратора 35 подключены к выходам второго командного блока 31, второго интегрирующего фильтра 34, первого умножителя 37 и первого командного блока 30. Вход фильтра 34 подключён к выходу первого интегрирующего фильтра 33, у которого вход подключён к выходу акселерометра 24.

Вход функционального преобразователя 36, выходной сигнал которого пропорционален длине тягового органа 3, подключён к выходу измерительного преобразователя перемещения 25 привода механизма подъёма 2. Выход преобразователя 36 подключён к первым входам первого 37 и второго 38 умножителей, выходы которых подключены соответственно к пятому и шестому входам управляющего блока 32. Выход первого умножителя 37 подключён также к третьему входу компаратора 35, а вторые входы первого 37 и второго 38 умножителей подключены соответственно к выходам измерительных преобразователей перемещения 25 и скорости перемещения 26 привода механизм подъёма 2.

Привод 2 механизма подъёма, тяговый орган 3, подводный объект 4, акселерометр 24, измерительные преобразователи перемещения 25 и скорости перемещения 26, первый 30 и второй 31 командные блоки, управляющий блок 32, первый 33 и второй 34 интегрирующие фильтры, компаратор 35, функциональный преобразователь 36, первый 37 и второй 38 умножители.

К четырём входам управляющего блока 32 подключены следующие выходы: к первому входу подается сигнал выхода второго командного блока 31, ко второму – выход акселерометра 24, к третьему – выход первого интегрирующего фильтра 33, к четвёртому – выход второго интегрирующего фильтра 34. Пятый и шестой входы управляющего блока 32 связаны с выходами первого 37 и второго 38 умножителей. К седьмому входу управляющего блока 32 подключён выход компаратора 35. Выход первого командного блока 30 подключён к восьмому входу блока 32, выход которого подключён к управляющему входу привода компенсаторного устройства 2. Первый, второй, третий и четвёртый входы компаратора 35 подключены к выходам второго командного блока 31, второго интегрирующего фильтра 34, первого умножителя 37 и первого командного блока 30. Вход фильтра 34 подключён к выходу первого интегрирующего фильтра 33, у которого вход подключён к выходу акселерометра 24.

Вход функционального преобразователя 36, выходной сигнал которого пропорционален длине тягового органа 3, подключён к выходу измерительного преобразователя перемещения 25 привода механизма подъёма 2. Выход преобразователя 36 подключён к первым входам первого 37 и второго 38 умножителей, выходы которых подключены соответственно к пятому и

шестому входам управляющего блока 32. Выход первого умножителя 37 подключён также к третьему входу компаратора 35, а вторые входы первого 37 и второго 38 умножителей подключены соответственно к выходам измерительных преобразователей перемещения 25 и скорости перемещения 26 привода механизм подъёма 2.

Список литературы

1. Патент RU 2513343 С2. Спускоподъёмное устройство [Текст]/ Кувшинов Г.Е., [и др.]. – Опубликовано 20.04.2014 Бюл. № 11.
2. Кувшинов Г.Е, Радченко Д.В, Чепурин П.И, Чупина К.В. Компенсация влияния продольной качки судна на глубину погружения подводного объекта. Исследования по вопросам повышения эффективности судостроения и судоремонта: Сб. науч. тр [Текст]/ Кувшинов Г.Е., [и др.] Вып. 48. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2010.
3. Системы управления глубиной погружения буксируемых объектов : монография [Текст]/ Кувшинов Г.Е., [и др.] Владивосток: Дальнаука, 2005. – 285 с.
4. Бородай, И.К, Нецветаев Ю.А. Качка судов на морском волнении : учеб. пособие [Текст]/ И.К. Бородай, Ю.А. Нецветаев. - 2-е изд. Л. : Судостроение, 1969. – 399 с.
5. Теория систем автоматического управления: учеб. пособие [Текст]/ Бесекерский В.А., [и др.] - 4-е изд. М. : Профессия, 2003. – 767 с.
6. Вольдек А.И. Электрические машины : учеб. пособие [Текст]/ Вольдек А.И.. – 3-е изд. Л. : Энергия, 1978. – 832 с.

Ильинский Юрий Юрьевич, Чупина Кира Владимировна

АНАЛИЗ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ВЕКТОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Аннотация. Исследованы характеристики и устройство асинхронного электропривода с векторным управлением. Выявлены их достоинства и недостатки. Проведено сравнение скалярного и векторного управления двигателями.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, анализ, главные характеристики, преимущества, морская техника.

Асинхронный электродвигатель был изобретен в 1889 году М. О. Доливо-Добровольским, но несмотря на большой возраст, его конструкция до сих пор не изменилась. Он имеет высокий КПД, простоту исполнения, дешев и надёжно используется уже более 100 лет и является самым распространенным и массовым во всех отраслях промышленности. Для управления электроприводом используются два способа управления: скалярное и векторное.

Скалярное управление (частотное) - метод управления электродвигателем переменного тока, который заключается в том, чтобы поддерживать постоянным отношение напряжение/частота (В/Гц) во всем рабочем диапазоне скоростей, при этом контролируется только величина и частота питающего напряжения. При данном способе управления скорость асинхронного электродвигателя контролируется установкой величины напряжения и частоты статора таким образом, чтобы магнитное поле в зазоре поддерживалось на нужной величине. Для поддержания постоянного магнитного поля в зазоре отношение между напряжением/частотой должно быть постоянным на разных скоростях. При увеличении скорости напряжение питания статора также должно пропорционально увеличиваться [1].

Однако синхронная частота асинхронного двигателя не равна частоте вращения вала, а скольжение асинхронного двигателя зависит от нагрузки. Таким образом, система контроля со скалярным управлением без обратной связи не может точно контролировать скорость при наличии нагрузки. Для решения этой задачи в систему может быть добавлена обратная связь по скорости, а, следовательно, и компенсация скольжения.

Достоинства:

- частотное управление используется для двигателей переменного тока, когда нет переменной нагрузки и не требуется хорошая динамика;
- для данного способа не требуется датчик положения ротора, а скорость ротора может быть оценена по частоте питающего напряжения;
- при использовании скалярного управления не требуется высокопроизводительный цифровой сигнальный процессор, как в случае с векторным управлением.

Метод скалярного управления относительно прост в реализации, но обладает несколькими существенными недостатками:

- во-первых, если не установлен датчик скорости, нельзя управлять скоростью вращения вала, так как она зависит от нагрузки (наличие датчика скорости решает эту проблему);
- во-вторых, нельзя управлять моментом. Конечно, эту задачу можно решить с помощью датчика момента, но стоимость его установки очень высока, и будет, скорее всего, выше самого электропривода. При этом управление моментом будет очень инерционным;
- также нельзя управлять одновременно моментом и скоростью.

Скалярное управление достаточно для большинства задач, в которых применяется электропривод с диапазоном регулирования частоты вращения двигателя до 1:40.

Когда требуется полноценная обратная связь для управления скоростью и моментом электродвигателя, используется векторное управление.

Векторное управление заключается в том, чтобы контролировать не только величину и частоту напряжения питания, но и фазу, т.е. контролируется величина и угол пространственного вектора. Данный способ управления

позволяет независимо и практически безынерционно регулировать скорость вращения и момент на валу электродвигателя.

Векторное управление создаёт возможность строить высоко динамичные и прецизионные электроприводы переменного тока, обеспечивающие наивысшую точность и скорость регулирования [2].

Преимущества векторного управления:

- высокая точность регулирования скорости;
- плавный старт и плавное вращение двигателя во всем диапазоне частот;
- быстрая реакция на изменение нагрузки: при изменении нагрузки практически не происходит изменения скорости;
- увеличенный диапазон управления и точность регулирования;
- снижаются потери на нагрев и намагничивание, повышается КПД электродвигателя.

К недостаткам векторного управления можно отнести:

- необходимость задания параметров электродвигателя;
- большие колебания скорости при постоянной нагрузке;
- большая вычислительная сложность;
- большой объем вычислений при прямом и обратном взаимном преобразовании неподвижной и вращающейся систем координат;
- наличие запаздывания в формировании электромагнитного момента.

Список литературы

1. Вольдек А.И. Электрические машины : учеб. пособие / А.И. Вольдек. – 3-е изд. Л. : Энергия, 1978. – 832 с.
2. Терехов В.М. Системы управления электроприводов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.М. Терехов, [и др.]– 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2006 – 304 с.

Сагайдак Борис Геннадьевич, Чупина Кира Владимировна, Мороз Игорь Викторович

УСЛОВИЯ РАБОТЫ ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИХ ЛЕБЕДОК И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Аннотация. Исследованы виды океанологических работ. Выявлены условия работы океанологических лебедок. Проанализированы требования к океанологическим лебедкам.

Ключевые слова: океанология, лебедка, требования, преимущества, морская техника.

Интенсивное развитие подводного аппаратостроения определяется возросшими потребностями при решении ряда важных прикладных задач в океанологии. Среди них большое значение имеют следующие актуальные виды океанологических работ [1]:

а. обзорно-поисковые работы, в том числе поиск и обследование затонувших объектов, инспекция подводных сооружений и коммуникаций (трубопроводов, кабелей), подводно-строительные, монтажные, аварийно-спасательные работы.

С помощью ППС и БППА производятся работы по поиску и обследованию затонувших образцов военной и гражданской техники (самолетов, вертолетов, ракет и т.п.), спасению людей. Также ППС привлекают при обеспечении работ на подводных нефтегазопромыслах и нефтегазопроводах, проложенных на дне морей (обследование состояния труб, диагностика и поиск повреждений, ремонт и т.п.). Кроме того, ППС используют для определения статических и динамических свойств различных плавучих объектов.

б. геологоразведочные работы, включающие топографическую и фото- и видеосъемку морского дна, акустическое профилирование и картографирование рельефа.

ППС позволяют производить исследования физико-химических параметров воды; в геологии – поиск полезных ископаемых, определение их свойств, исследование геологических аномалий и т.д.

в. океанографические исследования, мониторинг водной среды и биоресурсов.

ППС используют в области рыболовства и рыбоводства, при изучении подводной экологической обстановки.

г. работы военного назначения (патрулирование, обеспечение безопасности объектов военной техники).

На базе ППС созданы новые образцы военно-морской техники – это буксируемые и опускаемые гидроакустические станции для поиска подводных лодок под слоем температурного скачка, а также различного рода тралы, искатели и опускаемые самоходные подводные аппараты для борьбы с минной опасностью в море.

При проведении спускоподъемных операций морское волнение является важнейшим фактором, определяющим динамику процесса. При этом оно выступает как непосредственный источник силового воздействия и, что не менее важно, как причина кинематического возбуждения динамической системы спускоподъемного устройства.

Изменение глубины погружения подводного объекта (ПО) производится с помощью установленной на судне лебёдки (спускоподъемного устройства), на барабан которой намотан трос или кабель-трос.

Основные требования, предъявленные к электроприводам спускоподъемных устройств – это высокая производительность, надёжность, экономичность, безопасность спуско-подъемных операций, отсутствие рывков кабеля, обеспечение сохранности ПО, удобство в управлении.

Условия эксплуатации судовых электроприводов в климатическом и технологическом отношении резко отличаются от береговых. Под условиями эксплуатации электрооборудования подразумевается вся совокупность внешних факторов, влияющих на его работоспособность.

Электрооборудование, установленное на судах, работает в более тяжелых условиях по сравнению с береговым. Исходя из особенностей работы оборудования на судах к его конструкции, устройству, надежности и эксплуатации предъявляют повышенные требования, предусмотренные «Правилами классификации и постройки морских судов» Российского Морского Регистра Судоходства (в дальнейшем – Правила Регистра) [2].

В зависимости от района плавания судна установлена следующая классификация судового оборудования:

М – оборудование судов ограниченного района плавания с умеренно-холодным климатом;

ОМ – оборудование судов неограниченного района плавания.

Все судовое оборудование в зависимости от его места размещения делится на пять категорий и обозначается:

1 – оборудование на открытой палубе;

2 – оборудование под навесом или в закрытых выгородках на палубе;

3 – оборудование в вентилируемых помещениях (машинных отделениях);

4 – оборудование в отопляемых помещениях (жилые и общественные помещения);

5 – оборудование в помещениях с повышенной влажностью (трюмы, прачечные, камбузы и т. п.).

При плавании судна для электрооборудования характерны следующие условия эксплуатации:

а. Широкий диапазон изменения климатических условий от тропиков до арктических вод. Поэтому происходят значительные колебания температуры наружного воздуха. Различаются температурные условия и в местах расположения электроприводов на самом судне. Для судов неограниченного района плавания рекомендуется принимать следующие температурные режимы: в машинных помещениях – от 0 до 45°С; на открытых палубах – от –30 до 45°С; в жилых помещениях, коридорах, трюмах – от –10 до 40°С.

б. Постоянное пребывание оборудования в состоянии повышенной влажности. Относительная влажность воздуха может достигать на палубе от 70 до 100%, а в машинном отделении и судовых помещениях от 40 до 95%. Поэтому электрооборудование должно безотказно работать при относительной влажности воздуха $(75 \pm 3)\%$ и температуре $(45 \pm 2)^\circ\text{C}$ или при $(80 \pm 3)\%$ и $(40 \pm 2)^\circ\text{C}$, а также при $(95 \pm 3)\%$ и $(25 \pm 2)^\circ\text{C}$.

в. Наличие длительного крена, дифферента и качки судна. Все оборудование электроприводов должно безотказно работать при длительном крене судна до 15° и бортовой качке до 22,5°, а для некоторых судов до 45°.

г. Наличие вибрации, создаваемой работающими гребными винтами и главными двигателями, а также отдельными агрегатами. Электродвигатели и аппаратура управления морского исполнения должны надежно работать без повреждения в условиях вибрации с частотой от 5 до 60 Гц и амплитудой 1,0–0,15 мм.

д. Работа в условиях повышенных периодических ударных нагрузок, вызываемых ударами волн о борт судна, и при плавании во льдах. Электроприводы должны работать безотказно при ударах с ускорением 3 g (для некоторого палубного оборудования до 15 g) при частоте от 4 до 80 уд./мин.

е. Электрооборудование, установленное на открытых палубах, кроме того, подвергается обливанию морской водой во время штормовой погоды, а иногда и полностью погружается под набегающую волну. При плавании в арктических водах возможно полное обледенение.

ж. Повышенная электроопасность, усугубляющаяся повышенной влажностью и соленостью морского воздуха, а также конструктивными особенностями судна. Поэтому все виды металлических корпусов электрооборудования, которое работает под напряжением, превышающим 24 В, и не обладает двойной или усиленной изоляцией, должно иметь устройства заземления. Обеспечение безопасности обслуживающего персонала судна от поражения электрическим током является одной из важнейших задач.

Большое разнообразие судовых механизмов является причиной того, что применяемое для них электрооборудование работает в различных условиях. Высокие требования к судовому электрооборудованию обеспечиваются строгим выполнением соответствующих правил и норм. Основным документом, в котором изложены основные требования к оборудованию, являются Правила Регистра [2].

Основным требованием является обеспечение надежной работы судового электрооборудования, которое достигается применением более совершенной его конструкции и использованием высококачественных материалов.

Электрооборудование, в целях защиты от воздействия окружающей среды и особых условий эксплуатации, должно быть соответствующего конструктивного изготовления. Выбор той или иной конструкции зависит от места установки.

Конструктивное исполнение оборудования определяется характером защиты от воздействия окружающей среды, способом охлаждения его частей, а также расположением и способом монтажа.

По характеру защиты от внешних воздействий судовые электродвигатели и аппаратура управления должны иметь следующие защитные исполнения корпуса [3]: IP00, IP20, IP22, IP23, IP44, IP55, IP56, IP58.

Для обозначения степени защиты применяются латинские буквы IP и следующие за ними две цифры (ГОСТ 14254-80).

Первая цифра обозначает степень защиты персонала от соприкосновения с находящимися под напряжением частями или приближения к ним и от соприкосновения с движущимися частями, расположенными внутри оболочки, а также степень защиты машины от попадания внутрь нее твердых посторонних тел.

0 – специальная защита отсутствует.

2 – защита от проникновения внутрь оболочки пальцев или предметов длиной более 80 мм и от проникновения твердых тел размером свыше 12 мм.

4 – защита от проникновения внутрь оболочки проволоки и твердых тел размером свыше 1 мм.

5 – защита от пыли. Проникновение внутрь оболочки пыли не предотвращено полностью, однако пыль не может проникать в количестве, достаточном для нарушения работы изделия.

Вторая цифра в обозначении исполнения электрооборудования характеризует степень его защиты от попадания воды:

0 – защита отсутствует (открытое исполнение);

2 – защита от капель воды при наклоне до 15°;

3 – защита от дождя;

4 – защита от брызг;

5 – защита от водяных струй;

6 – защита от волн воды;

8 – защита при длительном погружении в воду.

Исполнение IP56 используется для электрооборудования, устанавливаемого на открытых палубах, подверженных периодическому захлестыванию морских волн.

Требования к судовым грузоподъемным механизмам регламентируются Правилами Регистра [2], нормативными документами, стандартами и соответствующими отраслевыми нормативами. Их выполнение призвано, в первую очередь, обеспечить высокую производительность механизмов, наилучшую организацию спуско-подъемных работ и безопасную их эксплуатацию.

Для судовых лебедок необходимо использовать электрооборудование морского исполнения переменного (380 В, 50 Гц) или постоянного тока (220 В). В обоснованных случаях допускается выпуск лебедок с электрооборудованием переменного тока (220 В, 50 Гц). Электрооборудование грузоподъемных механизмов (электродвигатели, контроллеры, командоконтроллеры, тормоза и др.), предназначенное для установки на открытых палубах, должно быть водозащищенного исполнения. Магнитные контроллеры, резисторы, преобразователи и другое оборудование может быть брызгозащищенного исполнения и должно устанавливаться в закрытых помещениях.

Список литературы

1. Кувшинов Г.Е., Наумов Л.А., Чупина К.В. Системы управления глубиной погружения буксируемых объектов. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 312 с.

2. <http://www.rs-class.org/ru/> – Российский морской регистр судоходства

3. Ягодкин В.Я. Электроприводы судовых грузовых механизмов: Учебн. пособие. – СПб.: ГМА им. адм. С.О. Макарова, 2004. – 196 с.

Сагайдак Борис Геннадьевич, Чупина Кира Владимировна, Мороз Игорь Викторович

АЛГОРИТМ РАБОТЫ СПУСКО-ПОДЪЕМНЫХ УСТРОЙСТВ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Аннотация. Исследованы виды различных спуско-подъемных устройств. Выявлены условия работы данных устройств. Проанализированы требования к принципам построения систем автоматического управления спуско-подъемными устройствами.

Ключевые слова: океанология, лебедка, требования, преимущества, морская техника.

По принципу построения системы автоматического управления (САУ), в том числе и рассматриваемого назначения, разделяются на следующие основные группы: разомкнутые, замкнутые и комбинированные [1-2]. В разомкнутых САУ первого типа управляемая переменная не контролируется. Ошибка системы определяется ее характеристиками и зависит от значений возмущающих воздействий. В разомкнутых САУ второго типа осуществляется регулирование по возмущению (по принципу компенсации). В таких САУ осуществляется измерение возмущающего воздействия и формирование на его основе такого управляющего сигнала, который компенсирует влияние этого возмущающего воздействия на объект управления. САУ обрабатывает только измеряемые воздействия, что ограничивает точность таких систем. В замкнутых САУ, или САУ по отклонению, управляющий сигнал образуется из измеренного отклонения выходной величины от требуемого значения. Эти САУ основаны на наиболее широко используемом принципе обратной связи [2]. Они могут обеспечивать практически неограниченную точность, но имеют обычно меньше устойчивость и быстродействие, чем САУ по возмущению. В комбинированных САУ сочетаются оба принципа регулирования: по отклонению и по возмущению. Они обладают достоинствами тех и других систем, но отличаются повышенной конструктивной сложностью. Ниже будут рассмотрены возможности применения САУГПО всех четырех типов. При этом ограничимся анализом только наиболее распространенных систем, у которых привод лебедки является электрическим.

Рассмотрим лебедку, у которой отсутствует привод для изменения положения грузового блока. Тогда скорость грузового блока равна проекции скорости качки судна на направление оси уходящей за борт судна ветви троса. Эта скорость является возмущающим воздействием на систему, включающую в себя лебедку и звено трос - погруженный аппарат. Такое звено при малом значении сопротивления аппарата относится к колебательным системам со слабым демпфированием. При достаточно большой длине троса первые резонансные частоты лежат в диапазоне частот качки судна, и, в случае

неподвижного привода лебедки, размах колебаний аппарата может превосходить в несколько раз размах колебаний грузового блока лебедки, что ограничивает возможность проведения ряда океанологических исследований. При резком изменении скорости верхнего конца троса во время пуска, остановки или реверса привода лебедки возможно появление усилий, во много раз превосходящих статические. Задача исключения перечисленных отрицательных явлений возлагается на системы автоматического управления глубиной погруженных объектов (САУГПО), которые должны обеспечивать выполнение следующих требований вне зависимости от наличия качки судна: стабилизация глубины погружения аппарата на заданном горизонте; стабилизация линейной скорости перемещения аппарата при его спуске или подъеме; плавный разгон и торможение привода лебедки.

Первое требование является частным случаем второго, оно соответствует нулевой скорости аппарата и, следовательно, нулевой скорости $V(0)$ верхнего сечения троса. Если исключить из рассмотрения постоянные составляющие скоростей и усилий в системе, то оба первых требования объединяются в одно: САУГПО должна ограничивать скорость $V(0)$ верхнего конца троса. Третье требование сводится к ограничению ускорения этого сечения или производной $V(0)$. Помимо качки судна имеются другие возмущающие воздействия на объект управления, такие как изменение скорости и направления течения по глубине, изменение скорости дрейфа судна и другие. Указанные воздействия, изменяя пространственную форму троса, также вызывают изменение глубины погружения аппарата и ее производных. Так как скорость изменения таких воздействий много меньше скорости качки судна, то процессы, возникающие в САУГПО от их воздействия, можно считать квазистатическими.

На рис. 1 показана структурная схема разомкнутой САУГПО с регулированием по возмущающему воздействию – ускорению качки судна \ddot{x}_c [3-4]. Такая система лежит в основе работы СПУ.

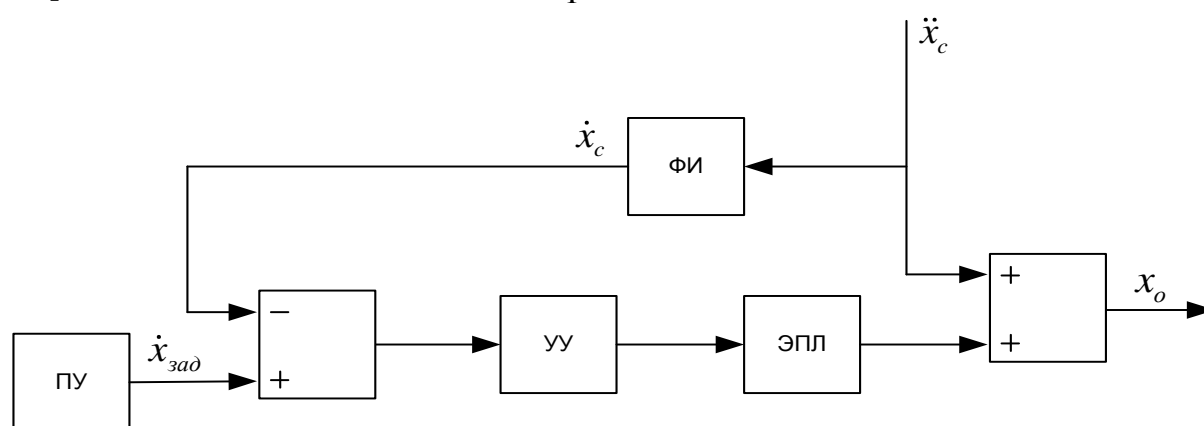


Рис. 1. Структурная схема разомкнутой САУГПО с регулированием по возмущающему воздействию – ускорению качки судна \ddot{x}_c : ПУ – пост управления; ФИ – фильтр интегрирующий; УУ – устройство управления; ЭПЛ – электропривод лебёдки

В этой схеме замкнутый электропривод лебёдки представляет собой интегрирующее звено. В качестве управляющего устройства используется

пропорциональный регулятор, т. е. П-регулятор, обеспечивающий статическую точность поддержания скорости лебёдки. Выбор такого регулятора производят исходя из условия максимального быстродействия, которое ограничивается условием устойчивости САУГПО.

По различным причинам трос может сходить с грузового блока под некоторым углом, тем самым измеряется составляющая ускорения качки точки подвеса троса в направлении схода троса. Полученный сигнал интегрируется с помощью интегрирующего фильтра, из которого выделяется сигнал, пропорциональный скорости перемещения грузового блока, и подаётся в блок управления для изменения соответствующим образом скорости лебёдки. При этом с высокой точностью компенсируется проекция скорости качки указанной точки на направление схода троса с головного блока стрелы. Точность такой компенсации зависит от ошибок измерения и преобразования возмущающего воздействия, а также отличия электропривода лебёдки от идеального интегратора. Это отличие тем меньше, чем выше быстродействие и жесткость механических характеристик электропривода лебёдки [5]. Однако таким системам присущ существенный недостаток – это повышенный износ троса 1. При отработке возмущающего воздействия, возникают изгибные деформации троса при наматывании и сматывании его с барабана лебёдки 2. Наибольшее значение имеют деформации, сопутствующие прохождению троса через грузовой блок 3, у которого радиус поверхности, прилегающей к тросу, значительно меньше, чем у барабана. Ресурс троса расходуется быстрее, когда заданная с ПУ скорость равна нулю. В таком случае ускоренному износу подвергается небольшой участок троса, который непрерывно проходит через грузовой блок то в одном, то в другом направлении. Подобный режим недопустим, если используется не трос, а кабель-трос. Внутри кабель-троса находится коаксиальный кабель, центральная проводящая жила которого и оболочка выполнены из медных проволок. Такие кабели должны выдерживать без обрыва проволок 1000 перегибов на цилиндре, диаметр которого равен 20 диаметрам кабеля. Как следует из Приложения 1, средний период волн при волнении три балла составляет 3,7 с. За это время кабель-трос дважды пройдёт через блок. Следовательно, при нулевой заданной скорости ресурс допустимого количества изгибов кабель-троса будет израсходован приблизительно за 1850 с, то есть примерно за полчаса. Таким образом, рассматриваемую САУГПО можно применять только со стальным тросом.

Расширению возможности применения САУГПО с регулированием по возмущению, вероятно, поможет использование кабель-тросов не с медными проводами, а с оптоволоком, так как, при прочих равных условиях, такое волокно может выдерживать значительно большее число перегибов, чем медная проволока. Однако с помощью оптоволокна нельзя передавать электроэнергию. Другой недостаток таких систем заключается в том, что при большой массе ПО требуется применение чрезвычайно громоздких спускоподъемных устройств, размещённых на специальных судах.

САУ вспомогательной лебёдки СПУ в автоматическом режиме работы может только выбирать канат, что происходит каждый раз при появлении слабины в канатной проводке. В результате в условиях морского волнения происходит сокращение длины гибкой связи и подъём ПО с поверхности воды или уменьшается его глубина погружения.

Приведём САУГПО с обратной связью по глубине погружения ПО. На рис. 2 приведена её структурная схема.

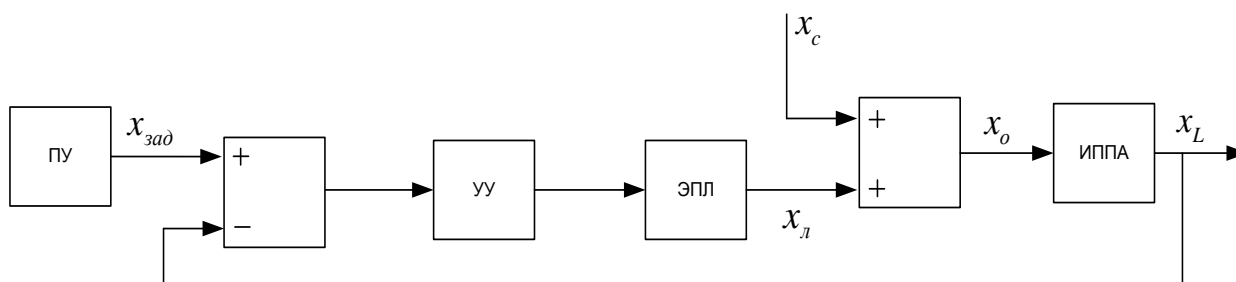


Рис. 2. Структурная схема САУГПО с обратной связью по положению ПО:
 ПУ – пост управления; УУ – устройство управления; ЭПЛ – электропривод лебёдки;
 ИППА – измерительный преобразователь перемещения подводного объекта

В качестве управляющего устройства выступает пропорциональный регулятор глубины. Электропривод лебёдки, как и в предыдущем случае, представляется в виде интегратора. Такие системы, как уже отмечалось, могут обеспечивать практически неограниченную точность, однако имеют обычно меньше быстродействие, чем САУ по возмущению.

Работа САУГПО для СПУ, приведённого на рис. 2, подробно описана в [3, 6]. Отметим, что такой тип САУГПО относится к системам по отклонению ПО от заданного положения.

САУГПО для СПУ относится к системам с регулированием по возмущению, которым является ускорение головного участка стрелы крана. Это ускорение измеряется акселерометром 9, установленным на указанном участке, а выходной сигнал акселерометра подаётся в систему управления гидроцилиндром. Угловое перемещение стрелы является ненаблюдаемой координатой. Следовательно, можно сделать однозначный вывод, что с течением времени САУ гидроцилиндром выйдет на упор и устройство станет неработоспособным. Таким образом, СПУ не сможет удерживать ПО на заданной глубине.

В основе работы СПУ лежит система активной компенсации (САК) качки судна. САК пригодна на компенсации влияния качки на ПО с максимальной массой 175 тонн и ходом подвижного шкива гидроцилиндра в пределах ± 3 м. Таким образом, как заявлено в описании устройства, на систему активной компенсации может потребоваться максимальная мощность 3900 кВт. Уменьшение указанной мощности до 600 кВт может быть достигнуто следующим образом. Во-первых, разделением системы активной компенсации с использованием гидроцилиндра на активную (компенсирующую качку судна и механические потери в системе) и пассивную составляющие (компенсирующую статическую внешнюю нагрузку в виде подвешенного на

тросе ПО). Во-вторых, за счёт использования гидропневмоаккумуляторной системы, работающей совместно с гидронасосами при достижении максимальной нагрузки. Применение такой комбинированной системы позволит исключить использование только одного единственного гидроцилиндра. При таком подходе многократно усложняется алгоритм работы САУ гидравлического привода.

Анализ показал, что используемые в настоящее время двухдвигательные СПУ (первый – грузовой, второй – компенсаторный), компенсирующие влияние качки судна, не могут обеспечивать постоянство глубины погружения подводного объекта, так как у них перемещение подвижного элемента компенсаторного устройства является ненаблюдаемой величиной.

В основе работы СПУ лежит структурная схема САУ тем приложенным к подъёмно-опускной стреле моментом, который создаёт двигатель привода 20 компенсаторного устройства 7. САУ моментом двигателя привода компенсаторного устройства 7 является подсистемой САУ более высокого уровня – САУ положением стрелы 8.

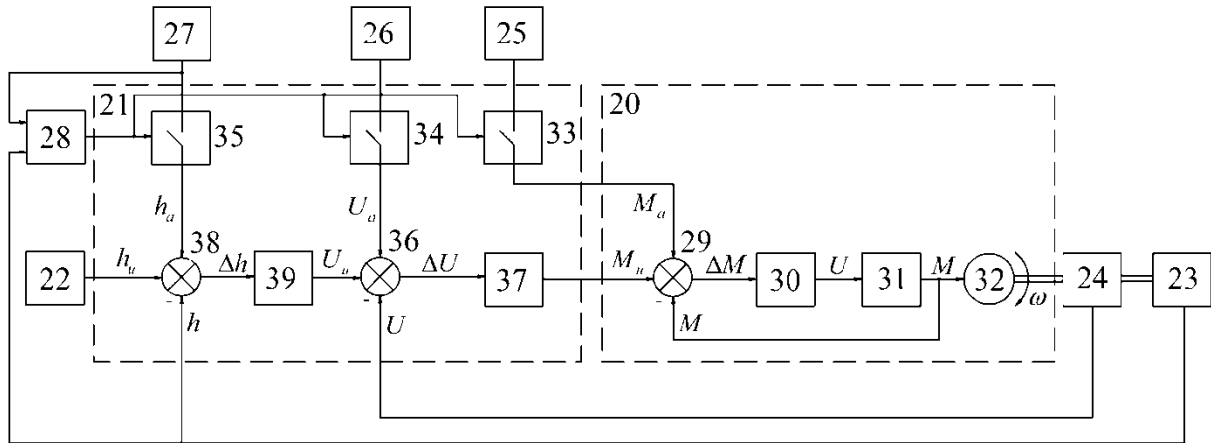


Рис. 3. Структурная схема трехконтурной системы подчиненного регулирования глубиной погружения подводного объекта: 20 – привод компенсаторного устройства; 21 – управляющий блок; 22 – второй командный блок; 23 – измерительный преобразователь; 24 – преобразователь, измеряющий угловую скорость стрелы; 25 – акселерометр; 26 – первый интегрирующий фильтр; 27 – второй интегрирующий фильтр; 28 – компаратор; 29, 38, 36 – сумматоры; 30 – регулятор момента; 31 – преобразователь; 32 – двигатель; 33, 34, 35 – ключи; 39 – регулятор положения стрелы

САУ положением стрелы 8 начинает работать по отработке основного возмущения – скорости качки, которое задаётся с выхода первого интегрирующего фильтра 26. Эта САУ поддерживает скорость головного блока 15 стрелы 8, относительно плоскости ватерлинии $\frac{dh}{dt}$, равной и противоположной по направлению скорости перемещения оси 15 стрелы 8 относительно той же плоскости. В результате действия САУ скорость оси головного блока 15 относительно невзволнованной поверхности воды (или морского дна) практически равна нулю.

В САУ положением стрелы 8 имеются элементы, обладающие инерционностью: двигатель и механическая часть привода компенсаторного устройства 7. Поэтому компенсация влияния качки судна происходит с некоторой погрешностью. Для снижения её в САУ вводится ещё один сигнал регулирования по возмущению. Это выходной сигнал акселерометра 25, подаваемый на вход первого сумматора. Это способствует снижению времени запаздывания действия компенсаторного устройства 7 по отношению к процессу качки оси стрелы 8. У наружного контура положения стрелы 8 частота среза во много раз меньше частот качки судна. Поэтому этот контур выполняет, в основном, свою главную функцию – стабилизацию заданного среднего значения угла наклона стрелы 8. Однако этот контур может практически полностью подавить переменные составляющие в выходном сигнале регулятора положения только при крайне низкой частоте среза. При этом быстродействие такого контура регулирования становится недопустимо малым. Такое противоречие удаётся устранить тем, что на третий вход третьего сумматора подаётся выходной сигнал второго интегрирующего фильтра 27. В итоге на выходе первого регулятора имеется постоянная составляющая, которая пропорциональна среднему значению отклонения стрелы 8 от заданного положения. На выходе регулятора скорости эта составляющая превратится в составляющую, которая приведёт к появлению постоянной составляющей, обеспечивающей необходимое среднее значение момента двигателя, которое уравнивается моментом от веса стрелы 8, подводного объекта 2 и кабель-троса 6. Перемещения головного блока 15 практически полностью компенсируют перемещения оси, а усилие в кабель-тросе 6 в точке, где он сходит с блока 15, не изменяется и равно весу соответствующего участка кабель-троса и подводного объект.

Спуск подводного объекта в воду осуществляется с помощью подъёмной лебедки 4. Вес подводного объекта в воде меньше, чем на воздухе, а вода оказывает сопротивление его перемещению. Поэтому при вхождении подводного объекта в воду среднее значение угла наклона стрелы 8 уменьшится (колебания головной части стрелы немного переместятся вверх). По мере увеличения глубины погружения подводного объекта и роста длины и веса кабель-троса, находящегося в воде, среднее значение угла наклона стрелы 8 будет увеличиваться. Ещё больше вырастет среднее значение этого угла при работе подъёмной лебедки 4 на подъём подводного объекта, это произойдёт из-за изменения направления усилия в кабель-тросе, которое возникает из-за трения подводного объекта 2 и кабель-троса 6 о воду. Параметры регуляторов, входящих в управляющий блок 21, можно выбрать такими, что указанные отклонения среднего значения угла наклона стрелы 8 не будут превосходить нескольких градусов.

При остановленной подъёмной лебедке и наличии перемещений стрелы 8, которые компенсируют влияние качки судна, головной 15 и дополнительный 16 блоки стрелы 8 остаются практически неподвижными. Возникающие при этом изгибные деформации кабель-троса в местах его подхода к блоку 16 и схода с

блока 15 незначительны и мало влияют на износ кабель-троса, что выгодно отличает такое спускоподъемное устройство от его аналогов.

Список литературы

1. Методы классической и современной теории автоматического управления: Учебник в 5-ти тт.; 2-е изд., перераб. и доп. Т. 3: Синтез регуляторов систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова и Н.Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 616 с.
2. Воронов А.А. и др. Основы теории автоматического регулирования и управления. Учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. школа, 1977. – 519 с.
3. Кувшинов Г.Е., Наумов Л.А., Чупина К.В. Системы управления глубиной погружения буксируемых объектов. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 312 с.
4. Лукомский Ю.А., Корчанов В.М. Управление морскими подвижными объектами. - СПб.: Элмор, 1996. – 320 с.
5. Ключев В.И. Теория электропривода. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 560 с.
6. Кувшинов Г.Е., Наумов Л.А., Чупина К.В. Влияние морского ветрового волнения на глубоководный привязной объект. - Владивосток: Дальнаука, 2008. – 250 с.

Плахотников Владимир Владимирович, Ибрагимова Диана Дамировна

АНТИФИЛЬТРАЦИОННАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация. В подземных сооружениях присутствует такое явление как обводнение. Для его устранения используют различные виды гидроизоляции. Одним из них можно считать антифильтрационную гидроизоляцию, которую подразделяют на напорную, безнапорную и капиллярную.

Ключевые слова: напорная гидроизоляция, безнапорная гидроизоляция, капиллярная гидроизоляция, обводнение.

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

конкретным видом вредного воздействия воды. Из всех типов гидроизоляций, антифильтрационная является одним из самых сложных способов [1-3].

Совокупность методов, направленных на защиту выработки от давления, то есть противонапорные, проводится во время строительства выработки это связано с тем, что водонепроницаемый материал наносится снаружи, на поверхность конструкции [4-6]. Принцип работы заключается в том, что вода под давлением и напором прижимается к защищаемой конструкции, тем самым образуя барьер, который препятствует проникновению воды в горную выработку. Есть один существенный недостаток, он заключается в невозможности проведения профилактических и ремонтных работ, так как для этого необходимо производить подземные работы по раскапыванию конструкции. Для обеспечения противонапорной изоляции подземных сооружений для стен в качестве материалов выбирают водонепроницаемые, плотные бетоны и наклеивают рулонную гидроизоляцию, затем устанавливают прижимную защитную стену. Также данный вид гидроизоляции можно разделить на два подвида:

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

2. Напорная подземная гидроизоляция при напоре свыше 10 м.

Безнапорная гидроизоляция разработана для противостояния подземных сооружений обтеканию водой. Он применяется в промышленности для гидроизоляции подземных сооружений, находящихся ниже отметки грунтовых вод. Принцип его работы заключается в следующем: при напоре воды на выработку, антифильтрационная гидроизоляция обеспечивает поверхностный отвод, это осуществляется за счет нанесения на поверхность битумных мастик, осыпаемых сухим песком крупных фракций [7-10].

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

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

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

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

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

Самым главным преимуществом данного вида гидроизоляции является отсутствие недостатков, способных навредить конструкции. Это лучший вид гидроизоляции, применяемый в горном деле.

Список литературы

1. Фадеев А.Б. Гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений. – СПб: СПбГАСУ, 2007.- 29 с.

2. Чернеев А.М. Особенности скальных грунтов различного генезиса, применяемых в строительстве // Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 234-236.

3. Мочалов А.В. Повышение эффективности конструкционных материалов для защитных сооружений // Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 9-12.

4. Федюк Р.С., Панарин И.И., Тимохин Р.А. Обоснование критериев технологической эффективности городских подземных сооружений // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 120-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К.В. Радугина. 2019. С. 521-523.

5. Batarshin V., Fediuk R., Gulevatenko A. The construction based on leidenfrost's effect in mining // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2019. 032044.

6. Abirami T., Loganaganandan M., Murali G., Vickhram Sreekrishna R., Vignesh T., Januppriya G., Fediuk R., Karthikeyan K. Experimental research on impact response of novel steel fibrous concretes under falling mass impact // Construction and Building Materials. 2019. No. 222. Pp. 447-457.

7. Ibragimov R., Fediuk R. Improving the early strength of concrete: effect of mechanochemical activation of the cementitious suspension and using of various superplasticizers // Construction and Building Materials. 2019. No. 226. Pp. 839-848.

8. Fediuk R.S., Mochalov A.V., Bituev A.V., Zayakhanov M.E. Structuring behavior of composite materials based on cement, limestone, and acidic ash // Inorganic Materials. 2019. 55(10). Pp. 1079-1085.

9. Свинцов А.П., Федюк Р.С., Амири Р., Рукосуева А.А. Оценка надежности несъемной опалубки из цементно-стружечных плит // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2019. № 8 (728). С. 79-95.

10. 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.

Гулеватенко Андрей Анатольевич, Ибрагимова Диана Дамировна

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШТУКАТУРНОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ОБВОДНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Дальневосточный федеральный университет, военный учебный центр,

г. Владивосток

Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация: В современном мире большинство ресурсов, используемых в промышленности, добываются подземным способом. Однако в подобных условиях появляются разные проблемы. Одной из таких проблем является обводнение, негативно влияющее на всю горную выработку.

Ключевые слова: горная выработка, подземное строительство, гидроизоляция, штукатурная гидроизоляция, обводнение.

Штукатурная гидроизоляция представляет собой водонепроницаемое покрытие, которое наносится в несколько слоев толщиной 10-25 мм. Данный вид гидроизоляции наносится равномерным слоем по поверхности защищаемого материала, а хорошее сцепление с защищаемой поверхностью обеспечивается за счет отсутствия на ней инородных материалов. [1]

1. Цементно-песчаная гидроизоляция. Данный вид штукатурной гидроизоляции производится путем смешивания песка, портландцемента и воды, в результате чего образуется слой, прочно сцепившегося с изолируемой поверхностью раствора, обладающий высокой плотностью. Так же с целью ускорения схватывания раствора, к нему можно добавить хлорное железо. Наносится такой материал тонкой штукатуркой толщиной в 20-25 мм. В зависимости от гидростатического давления изоляцию наносят с внешней или внутренней стороны. Такой материал склонен к трещиноватости, однако при распылении на него воды, он таких свойств не проявляет. [2]

2. Асфальтовая гидроизоляция. Данный вид штукатурной гидроизоляции наносится горячим способом и обладает водонепроницаемостью, пластичностью, химической стойкостью и высокой прочностью при статических и динамических нагрузках. Также данный тип гидроизоляции можно улучшить путем добавления в раствор полимерных добавок и использования стеклосеток. Несмотря на все вышеперечисленные плюсы, данную гидроизоляцию нельзя применять в условиях отрывающего напора воды. [3]

К преимуществам штукатурной гидроизоляции можно отнести:

1. Низкую стоимость
2. Простоту нанесения.
3. Хорошие водонепроницаемые показатели.
4. Хорошая схватываемость с защищаемой конструкцией.

Из недостатков данной гидроизоляции можно выделить:

1. Возможность проявления трещиноватости.
2. Ограниченные условия применения.

Список литературы:

1. Кушнер В.С. Материаловедение, Учебное пособие для ВУЗов, часть 1. - Омск: ОмГТУ, 2008. – 232 с.
2. Заплатин В.Н., Саплатин Ю.И. Основы материаловедения, Учебное пособие для ВУЗов, часть 2. - М.: Академия, 2017. – 272 с.
3. Именитов В.Р. Технология и организация производственных процессов при подземной разработке рудных месторождений М.: Недра, 1973.

Гулеватенко Андрей Анатольевич, Ибрагимова Диана Дамировна

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОКРАСОЧНОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ОБВОДНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Дальневосточный федеральный университет, военный учебный центр,
г. Владивосток*

Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация: В современном мире, большинство ресурсов, используемых в промышленности, добываются подземным способом. Однако в подобных условиях появляются разные проблемы. Одной из таких проблем является обводнение, негативно влияющее на всю горную выработку.

Ключевые слова: горная выработка, подземное строительство, гидроизоляция, окрасочная гидроизоляция, обводнение.

Окрасочная гидроизоляция - это вид наружной и внешней гидроизоляции при котором в качестве основного материала используется битумные смеси. Окрасочная гидроизоляция может быть использована лишь в условии создания внутри выработки дополнительной крепи.

Окрасочная гидроизоляция применяется для защиты внутренней и внешней поверхности подземных конструкций, что позволяет увеличить продолжительность жизни конструкции. Ее наносят несколькими слоями на внутреннюю и внешнюю поверхность сооружения. Данный вид гидроизоляции позволяет защитить конструкцию от капиллярной влаги и дренирующих вод.

Для обеспечения наиболее полной защиты подземной конструкции от вредного воздействия вод с помощью окрасочной гидроизоляции необходимо, чтобы выполнялось следующее условие: поверхность должна быть ровной, чистой и сухой на всем протяжении нанесения окрасочного материала. Выполнение этого условия гарантирует наиболее крепкое сцепление

защищаемого и защищающего материала. Затем на поверхность наносят армирующий слой, который обладает пористой текстурой, и уплотняют деформационные швы герметиками. После этого на поверхность наносят битумную мастику. Она в свою очередь бывает двух видов: горячая (мастика наносится с помощью кисти или распылителя) и холодная (мастика наносится с помощью специальных красконагнетательных установок). Стоит повторить, что окрасочную гидроизоляцию используют только в случае максимального сцепления защитного и защищаемого материала, для этого между слоями битумной гидроизоляции прокладывают дополнительные защитные элементы или армируют это пространство стекловолокном или сеткой. Это делают для избегания сползания битумных смесей с вертикальных поверхностей или поверхностей расположенных под углом к горизонту. Для повышения пластичности битумных смесей в ее состав добавляют пластификаторы.

При добавлении полимеров в состав битумной смеси, повышаются физико-химические свойства. Самыми распространенными смесями можно считать битумно-латексные мастики и битумные смеси с примесью каучука. Битумно-латексные мастики можно разделить на два вида:

1. Битумно-латексная мастика, изготавливаемая при большом количестве воды на основе битумов и латексов. Большое количество воды в данном случае повышает пористость гидроизоляционного покрытия, что приводит к повышению водопоглощения, однако необходимо учесть, что повышенная пористость приводит к уплотнению при формировании. Исходя из этого недостатка, следует следующий: минимальный слой такой мастики равен 5 сантиметрам.

2. Битумно-латексная мастика, изготавливаемая путем введения, размягченного в бензине битума и стабилизированного латекса. Такой вид битумно-латексной мастики называется эластимом. Материалы образующие эластим, образуют однородную, плотную структуру. Такой материал необходимо наносить тремя и более слоями, без создания дополнительной защиты. Однако ее применяют при нанесении эластимов на вертикальные поверхности высотой свыше трех метров.

В зависимости от места проведения окрасочной гидроизоляции некоторые ее разновидности становятся нецелесообразными, из-за своих свойств. Так к наиболее благоприятным видам гидроизоляции подземных сооружений можно отнести эпоксидно-фурановую и эпоксидно-дегтевую гидроизоляцию.

1. Эпоксидно-фурановая изоляция применяется при эксплуатации подземного сооружения в среде постоянного обводнения и воздействия агрессивных вод. При этом сама конструкция должна быть трещиноустойчивой.

2. Эпоксидно-дегтевая изоляция – данный вид изоляции является универсальным, так как такая гидроизоляция может использоваться в средах с перепадом температур, в агрессивных средах, в средах с постоянным обводнением, в средах с неустойчивым влажностным режимом. Также

характерной чертой данной изоляции является нанесение ее на поверхность монолитной и сборно-монолитной конструкции.

К преимуществам окрасочной гидроизоляции можно отнести:

1. Простоту нанесения окрасочной гидроизоляции.
2. Дешевизну материалов, наносимых на защищаемую конструкцию.

К недостаткам можно отнести:

1. Необходимость предварительной подготовки поверхности.
2. Уменьшение полезных свойств при нанесении окрасочной гидроизоляции на состарившуюся конструкцию.

Список литературы:

1. Кушнер В.С. Материаловедение, Учебное пособие для ВУЗов, часть 1. - Омск: ОмГТУ, 2008. – 232 с.
2. Заплатин В.Н., Саплатин Ю.И. Основы материаловедения, Учебное пособие для ВУЗов, часть 2. - М.: Академия, 2017. – 272 с.
3. Именитов В.Р. Технология и организация производственных процессов при подземной разработке рудных месторождений М.: Недра, 1973.

Гулеватенко Андрей Анатольевич, Мороз Игорь Викторович

ПРЕИМУЩЕСТВА АНТИКОРРОЗИЙНОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПЕРЕД ДРУГИМИ ЕЕ ТИПАМИ

*Дальневосточный федеральный университет, военный учебный центр,
г. Владивосток*

Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация: В современном мире, большинство ресурсов, используемых в промышленности, добываются подземным способом. Однако в подобных условиях появляются разные проблемы. Одной из таких проблем является обводнение, негативно влияющее на всю горную выработку.

Ключевые слова: горная выработка, подземное строительство, гидроизоляция, окрасочная гидроизоляция, обводнение.

Антикоррозийная гидроизоляция широко применяются в качестве защиты сооружений от вредного воздействия воды, химических и биологических жидкостей, а также электрических и механических воздействий. Ее применяют для защиты от коррозии, которая по причинам своего возникновения делится:

1. Коррозия, вызванная химически агрессивными жидкостями, к ним можно отнести грунтовые, морские и сточные воды производства предприятий.
2. Коррозия, вызванная агрессивными воздействиями атмосферных явлений, к ним можно отнести зоны с изменяемым уровнем воды. [1]
3. Коррозия, вызванная блуждающими токами, к ним можно отнести места прокладки электропроводов.

• По принципу размещения гидроизоляции на конструкцию можно поделить на 2 группы: на гидроизоляцию поверхностную и шпачную. Они в

свою очередь делятся на следующие виды: окрасочную, оклеечную, штукатурную, пропиточную, инъекционную, монтируемую, засыпную.

Стоит отметить, что большой вред наносит вибрационное воздействие, разрушающее футеровку. Для борьбы с этим вредным воздействием используют компоненты, которые улучшают эластичные и вибрационно стойкие свойства. Такими свойствами обладают триоколовые компоненты.

Конструкции, изготовленные из таких материалов как: бетон, железобетон, металл, сильно подвергаются коррозии, что приводит к ухудшению их прочностных качеств. Если данные конструкции находятся в средах с постоянным взаимодействием с водой, или в средах с повышенным содержанием агрессивных жидкостей, то такие конструкции, как правило, очень быстро приходят в негодность. Для увеличения их долговечности применяют комплекс мероприятий, называемых первичной и вторичной защитой.

Первичная защита это комплекс инъекционных мероприятий для увеличения антикоррозийных показателей. Первичная защита заключается в ведении дополнительных добавок в состав бетонных смесей, позволяющих повысить их коррозиестойкость. При возведении конструкций в средах кислых, то есть со значением $pH < 7$, применяют специальную кислотостойкую смесь, основу которой составляет жидкое стекло, в эту смесь также добавляют заполнители повышающие коррозионную устойчивость. При создании конструкции из железобетона, вместо железной арматуры используют стеклопластиковую арматуру, при невозможности замены железной арматуры на стеклопластиковую, ее покрывают лакокрасочными смесями. Если в бетоне появляется повышенное содержание гидросульфатоалюмината, следует вводить нитриты и хроматы, что является отличным способом борьбы с сульфатной коррозией. Так же как и использование пуццоланового цемента, портландцемента и шлакопортландцемента. [2]

• Вторичная защита является комплексом мероприятий по антикоррозийной защите подземной конструкции от вредного воздействия вод, путем использования методов наружного нанесения гидроизоляции. Вторичная защита заключается в использовании таких видов нанесения материала как: окраска, оклейка, обмазка, облицовка. Вид нанесения материала зависит от конкретных параметров среды. Большую роль играют температурные показатели, влажностные показатели среды, наличие агрессивных жидкостей и многие другие. Однако основную роль играет степень сцепления защищаемого и защищающего материала. [3]

Преимуществами антикоррозийной гидроизоляции являются:

1. Увеличение долговечность защищаемой конструкции
2. Повышение ее прочностных качеств.
3. Применение инъекционной и окрасочной гидроизоляции вместе.

Недостатки заключаются в следующем:

1. В связи с сочетанием различных методов гидроизоляции, вырастает цена на материалы, используемые для ее нанесения.

2. Необходимость в предварительной подготовки поверхности и увеличение времени на строительство конструкции.

Список литературы:

1. Кушнер В.С. Материаловедение, Учебное пособие для ВУЗов, часть 1. - Омск: ОмГТУ, 2008. – 232 с.

2. Заплатин В.Н., Саплатин Ю.И. Основы материаловедения, Учебное пособие для ВУЗов, часть 2. - М.: Академия, 2017. – 272 с.

3. Именитов В.Р. Технология и организация производственных процессов при подземной разработке рудных месторождений М.: Недра, 1973.

Марфуткин Евгений Александрович, Скрипов Павел Олегович

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ БАЛАНСИРОВКИ РОТОРОВ СУДОВЫХ ТУРБОМАШИН В СОБСТВЕННЫХ ОПОРАХ

*ДВФУ, Инженерная школа, кафедра судовой энергетики и автоматики,
Научный руководитель: Грибиниченко Матвей Валерьевич, канд. техн. наук,
доцент*

Аннотация: Основными преимуществами газотурбинных двигателей является высокая экономичность (на нагрузках, близких к номинальной), большие агрегатные мощности при малых массе и габаритах (энергоёмкость ГТД составляет 1000-3000 кВт/м³, 1000-2000 кВт/т). А так же, высокая маневренность и готовность к действию (приготовление к действию – 10-15 мин., время запуска – 120-180 с), приспособленность к автоматизации, высокая надежность, относительная простота конструкции и обслуживания, высокая технологичность, возможность агрегатного ремонта.

Ключевые слова: балансировка, турбомашины, ротор, дисбаланс.

Эти преимущества позволили газотурбинным энергетическим установкам (ГТЭУ) занять достойное место (35-37%) в корабельной энергетике военных флотов различных стран мира.

В процессе эксплуатации ГТУ (вследствие прогиба вала и неравномерного износа лопаток) возможно смещение оси инерции ротора относительно его центральной оси. Смещение оси инерции приводит к возникновению неуравновешенности, которая создает вибрацию. Вибрация ведет к изнашиванию подшипников, расцентровки роторов, не плотности фланцевых соединений. Для предотвращения выхода из строя компонентов ГТУ необходимо проводить балансировку роторов и развивать методы балансировки.

Балансировка – это процесс определения значений и углов дисбалансов ротора и уменьшение их корректировкой его масс. Дисбаланс векторная величина, равная произведению неуравновешенной массы на ее

эксцентриситет. Вектор дисбаланса перпендикулярен оси ротора, проходит через центр неуравновешенной массы и вращается вместе с ротором.

Неуравновешенность роторов подразделяют на следующие три вида:

Статическая неуравновешенность – это неуравновешенность, при которой ось ротора и его главная центральная ось инерции параллельны.

Моментная неуравновешенность – это неуравновешенность, при которой ось ротора и его главная центральная ось инерции пересекаются в центре масс ротора.

Динамическая неуравновешенность – это неуравновешенность, при которой ось ротора и его главная центральная ось инерции пересекаются не в центре масс или перекрещиваются. Она состоит из статической и моментной неуравновешенности [1-2].

Исходя из выше изложенного, динамическая балансировка является универсальной, так как уменьшает неуравновешенности по всем видам. Поэтому для балансировки роторов турбомашин применяют динамическую балансировку.

Существует несколько видов динамической балансировки, одним из которых является балансировка роторов механизмов в собственных опорах. Данный вид имеет значительные преимущества перед другими способами, т.к. не требует демонтажа и транспортировки ротора до места проведения работ, дает более высокую точность балансировки в сравнении со статической, учитывает погрешности монтажа, погрешности изготовления узлов механизма в сравнении с балансировкой на станке.

Существует два вида роторов жесткий и гибкий. Под жестким ротором понимается такой ротор, который сбалансирован на частоте вращения, меньшей первой критической в двух произвольных плоскостях коррекции и у которого значения остаточных дисбалансов не будут превышать допустимые на всех частотах вращения вплоть до наибольшей эксплуатационной.

В свою очередь гибкий ротор это ротор сбалансирован на частоте вращения, меньшей первой критической в двух произвольных плоскостях коррекции и у которого значения остаточных дисбалансов могут превышать допустимые на иных частотах вращения вплоть до наибольшей эксплуатационной.

На кафедре судовой энергетики и автоматики есть комплекс виброизмерительной аппаратуры производства компании Брюль и Кьер, Дания, а также стенд для проведения динамической балансировки роторов судовых турбомашин в собственных опорах. Общий вид измерительного комплекса представлен на рис.1, а схема на рис.2.



Рис.1 Общий вид измерительного комплекса

Виброизмерительный комплекс состоит из следующих частей:

- датчиков виброускорения (акселерометров);
- оптического датчика измерения частоты вращения (тахометра);
- многоканальной системы анализа.

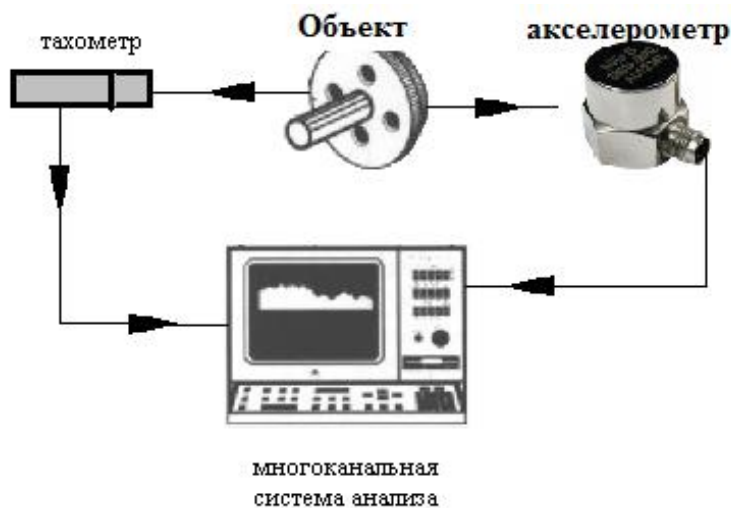


Рис.2 Схема виброизмерительного комплекса

Мы с моим научным руководителем планируем заниматься исследованиями динамической балансировкой роторов судовых турбомашин в собственных опорах, совершенствовать методы определения дисбалансов и проводить эксперименты, основанные на повышении точности балансировки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никитин В.С., Половинкин В.Н., Барановский В.В. Современное состояние и перспективы развития отечественных газотурбинных энергетических установок. Труды Крыловского государственного научного центра. 2017; 3(381): 75–90.

2. Барков А.В., Шаблинский А.Г., Баркова М.А. Балансировка машин на месте эксплуатации: Методические указания к лабораторной работе №3. – СПб: СЕВЗАПУЧЦЕНТР, 2013. – 80 с.

Федорова Анастасия Юрьевна

ПРОЦЕССЫ ТЕПЛООБМЕНА ПРИ НАКИПЕОБРАЗОВАНИИ В СУДОВЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ, РАБОТАЮЩИХ НА МОРСКОЙ ВОДЕ

*ДВФУ, Инженерная школа, кафедра судовой энергетики и автоматики,
Научный руководитель: д.т.н., проф. Минаев Александр Николаевич*

Аннотация: Накипь – это твердые отложения солей жесткости в теплообменных аппаратах, в которых происходит нагревание или испарение воды. В связи с высокой жесткостью морской воды, высоким содержанием в ней солей необходимо либо подвергать морскую воду высокой степени очистке от солей, в ней содержащихся (в основном, образования кальция), либо использовать (что чаще всего экономически эффективнее) методы регулярной очистки элементов судовых теплообменных аппаратов, либо использовать оба метода.

Ключевые слова: накипеобразование, накипь, теплообменный аппарат, морская вода, методы очистки теплообменных аппаратов.

Таким образом, актуальностью исследования является поиск процессов накипеобразования в судовых теплообменниках, а также выявление наиболее уязвимых мест в теплообменном аппарате в зависимости от температуры нагрева воды.

Главная проблема накипеобразования: ухудшение теплообмена через греющие поверхности и уменьшение скорости движения воды в трубках теплообменного аппарата. Как следствие, снижение энергетической эффективности оборудования и дальнейший выход его из строя.

Накипеобразование значительно влияет как на процесс теплопередачи через стенки теплообменника, так и на гидравлические процессы в тракте теплообменников. Влияние накипеобразования на процесс теплопередачи заключается в появлении дополнительного термического сопротивления при передаче тепла от горячего теплоносителя к холодному. Теплопроводность накипи относительно мала (порядка 0,1 Вт/(м·К), что приводит к значительному увеличению термического сопротивления, даже при незначительной толщине слоя накипи. При толщине накипи на стороне исходной воды 0,2 мм коэффициент теплопередачи снижается на 30 %, 0,4 мм — 45 %, 0,6 мм — 60 %. Наличие даже небольшого слоя накипи приводит к значительному уменьшению коэффициента теплопередачи [2].

Наличие слоя накипи толщиной в 0,1 мм приводит к снижению подогрева исходной воды на 15 %. Теплообменники, рассчитанные на длительную работы

на морской воде, должны проектироваться с большим запасом площади теплообмена, которая будет востребована за счет снижения коэффициента теплопередачи. Кроме того, при значительном слое накипи, понадобится более мощное насосное оборудование [2].

Скорость накипеобразования зависит от теплонапряженности теплопередающих поверхностей и рабочих температур нагрева и испарения морской воды, то есть определяется степенью пересыщения раствора, причем дополнительным усугубляющим фактором является нарастание концентрации солей жесткости в растворе по ходу его упаривания [5].

Основополагающими условиями начала накипеобразования являются:

- достижение пересыщения ионов накипеобразующих солей в постенных слоях жидкости или в объеме раствора;

- наличие центров кристаллизации на стенке (шероховатости, кристаллы накипи, различные загрязнения и пр.) либо во объёме жидкости (пузырьки газа, взвешенные частицы загрязнений и образовавшегося шлама) [5].

В накипь выпадают соли из пересыщенных растворов при протекании одного или нескольких процессов одновременно вследствие уменьшения растворимости компонентов при нагреве (сульфат кальция), повышения концентрации компонентов при испарении (натрия хлорид), образования новых компонентов с малой растворимостью (карбонат кальция) [1].

Различают первичную накипь, шлам и вторичную накипь. Первичная накипь – накипь, при которой отложения образуются непосредственно из раствора. Шлам – отложения, выпадающие в объеме раствора на поверхности взвеси. Вторичная накипь – отложения шламовых частиц на поверхности нагрева.

При заданной температуре воды 190°C происходит образование сульфатных отложений (в частности, ангидрита CaSO_4). Его осадок является следствием понижения растворимости CaSO_4 с увеличением температуры. Образование CaSO_4 объясняется также тем, что повышение температуры кипения выше 100°C возможно только при увеличении давления. В то же время оно способствует увеличению растворимости CO_2 , что смещает равновесие в реакциях распада карбоната иона в водном растворе влево. Следовательно, снижение и в дальнейшем полное прекращение распада карбоната иона в водном растворе предотвращает образование магниевой накипи [3]. Чем выше температура испарения или теплонапряженность поверхности нагрева, тем меньше кратность упаривания, при которой начинается отложение сульфатной накипи, которая наиболее труднорастворима, а ее предотвращение наиболее сложное [5].

Известны три модификации сульфата: ангидрит CaSO_4 , полугидрат $\text{CaSO}_4 \times 0,5 \text{H}_2\text{O}$ и дигидрат (гипс) $\text{CaSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$. Полугидрат и дигидрат при нагревании постепенно теряют кристаллическую воду и превращают в ангидрит [5].

Дальнейшие исследования процессов накипеобразования планируется проводить на экспериментальной модели. В качестве экспериментальной

модели был выбран кожухотрубный теплообменный аппарат со следующими характеристиками: используется морская вода, скорость роста накипи – 1 мм за 100 часов работы теплообменника. На данной модели будет проведен численный эксперимент моделирования процесса накипеобразования и сравнения в программе COMSOL. Параметры указаны в табл.1.

Таблица 1.

Параметры теплообменного аппарата

Параметр	Выражение	Значение	Описание
Количество трубок	-	10 штук	-
Материал трубок	-	Ст20	-
Длина теплообменника	-	2000 мм	-
Диаметр трубок	-	18 мм	-
Диаметр патрубков	-	90 мм	-
Скорость охлаждающей воды	2,5 м/с	2,5 м/с	0,1 м/с
Скорость охлаждаемой воды	3,2 м/с	3,2 м/с	1 м/с
Температура заборной воды	15 °С	288,15 К	288,15 К
Температура охлаждаемой воды	190°С	463,15 К	373,15 К

На данном этапе численный эксперимент показал разность температур в кожухотрубном теплообменном аппарате (рис.1). Данный эксперимент показывает, что наиболее подвержены образованию сульфатных отложений (являющимися наиболее сложными в удалении) на уровне от середины теплообменника (в трубках) до выхода пара и воды из межтрубного пространства из патрубка теплообменника – отложения по периметру труб неравномерны. Основными компонентами, входящими в состав накипи, образующейся в судовых теплообменниках, работающих на морской воде, являются CaCO_3 , Mg(OH)_2 и CaSO_4 . [1].

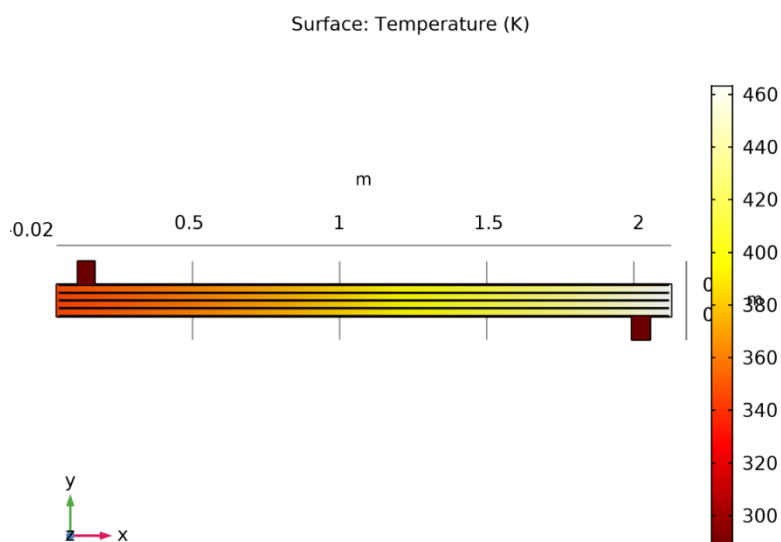


Рис. 1. Разность температур в теплообменнике

В качестве основных методов очистки судовых теплообменников от накипных отложений в настоящее время применяются механическая, гидромеханическая, химическая и углекислотная очистки.

Механический способ удаления накипи связан с разборкой теплообменника. Такая очистка производится при помощи сверл, ершей, шарошек, цепочек, фасонных отбойников и скребков. Очистку желательнее проводить при мокрой накипи. После очистки теплообменные поверхности обдувают паром, сжатым воздухом или промывают водой. Недостатками этого метода является большая трудоемкость, неполное удаление накипи, повреждение защитного слоя металла, сложность или невозможность очистки труднодоступных поверхностей теплообмена.

Гидромеханический способ заключается в очистке наружных и внутренних поверхностей теплообменников, покрытых накипью, высоконапорной струей пара, горячей или холодной воды. Этот способ применим для разрушения и удаления рыхлой накипи и неэффективен в случае плотных стекловидных накипей.

Значительными преимуществами перед механическим и гидромеханическим способами обладает широко используемая на практике химическая очистка поверхности нагрева от накипи, при которой достигается более полное ее удаление [1].

Если в отложениях присутствуют сульфатные и силикатные соли, которые фактически не растворимы соляной кислотой, то для проведения очистки в соляную кислоту необходимо добавлять фтористые соединения (NH_4F , NaF , HF). Однако, как известно, фтористые соединения токсичны.

Кроме того, образование накипных отложений по периметру труб не равномерно. Обычно с "огневой" стороны их толщина в 2-3 раза больше. Следовательно, при проведении химической очистки кислотой часть поверхности труб очистится раньше, и кислота будет реагировать с чистым металлом, подвергая его коррозии. Коррозионные процессы протекают более активно в заклёпочных соединениях, вальцованных соединениях, сварных швах и т.д.

Иногда в экранных трубах конвективного пучка возникают, так называемые, "глухие пробки" из накипи длиной от 200 мм и более. При кислотной очистке наличие таких пробок приводит к необходимости замены труб.

Несмотря на широкое распространение методов химических очисток теплообменных поверхностей, нельзя не отметить присущих им серьезных недостатков:

- необходимость остановки оборудования, сбора специальных промывочных схем с трубопроводами, арматурой, насосами и емкостями;
- расход дорогостоящих реагентов и воды для собственно промывок и последующих отмывок поверхностей нагрева;

- невозможность эффективной очистки оборудования из-за неравномерного распределения накипи по поверхности нагрева, как следствие - неполное удаление накипи;
- необходимость пассивации металлических поверхностей после очистки;
- износ металла вследствие коррозионных процессов после трех-четырёх очисток;
- образование большого объема сточных вод, зачастую содержащих токсичные вещества [3].

Кроме того, с первого же дня эксплуатации оборудования после химической очистки накипь начинает образовываться снова.

Углекислотный метод очистки от накипи и предотвращения ее образования основан на переходе карбоната кальция в более растворимые гидрокарбонаты в присутствии угольной кислоты, образующейся при насыщении воды двуокисью углерода (баллонной CO_2 или отработавшими газами судовой энергоустановки) [5].

Существует несколько способов предотвращения отложений на теплообменных аппаратах:

- химическая водоподготовка – метод умягчения воды, ионный обмен, в ходе которого ионы кальция и магния заменяются ионами натрия;
- магнитный (электромагнитный) способ - метод основан на воздействии магнитных полей на поток воды. При прохождении воды в межполюсном пространстве магнитного аппарата при наличии ферромагнетиков в пересыщенном по накипеобразователю растворе (воде) образуются зародыши центров кристаллизации, которые начинают расти, вызывая объемную кристаллизацию солей жидкости. В результате вместо накипи образуется тонкодисперсная взвесь, частицы которой, достигнув определенного размера, образуют шлам.

Эффективность разрушения и отслаивания накипи на поверхностях нагрева теплообменного и теплоэнергетического оборудования с малым теплонапряжением - до 95% за первый месяц работы [4];

- ультразвуковой способ - действует на все виды солей и органических отложений независимо от их химического состава. При воздействии на воду слабых ультразвуковых колебаний образуется множество постоянно смещающихся центров кристаллизации, что затрудняет рост и осаждение кристаллов накипи на теплообменных поверхностях оборудования. Ультразвуковые колебания способствуют интенсивному образованию новых центров кристаллизации в объеме воды и происходит образование шлама в массе жидкости. В результате воздействия ультразвуковых колебаний наблюдается либо прекращение образования отложений, за счет нарушения условий кристаллизации, либо разрыхление образующейся накипи. В слое накипи под воздействием ультразвуковых колебаний образуются микротрещины, которые, накапливаясь, приводят к разрушению имевшихся отложений и к очистке оборудования. Шлам удаляется с током воды или продувкой [4].

Список литературы:

1. Абрамов В.А. Накипеобразование в судовых теплообменниках, методы их очистки и растворимость CaCO_3 в растворах сульфаминовой кислоты при повышенных давлениях CO_2 // Судовые энергетические установки, № 31, 2013.
2. Благин Е.В., Шиманов А.А., Анисимов М.Ю., Угланов Д.А., Панышин Р.А. Исследование влияния процесса накипеобразования в теплообменниках предварительного подогрева дистилляционной опреснительной установки на эффективность их работы // Вестник МАХ, №2, 2019. – с.37-41.
3. Звегинцев В.И. Газодинамические установки кратковременного действия. В двух частях. Часть 2. Установки для промышленных приложений. – Новосибирск: Параллель, 2015. – 339 с.
4. Молочко А.Ф., Трич А.В. Новое направление в системах очистки теплообменного оборудования от отложений // Новости теплоснабжения, № 7 (11) июль 2001.
5. Тё А.М. Эксплуатация судовых вспомогательных механизмов, систем и устройств [Текст]: учеб.пособие / А.М. Тё. – Владивосток: Мор.гос.ун-т, 2014. – 178 с.

Скрипов Павел Олегович, Марфуткин Евгений Александрович

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОДОГРЕВА ТОПЛИВНЫХ СУДОВЫХ ЦИСТЕРН

*ДВФУ, Инженерная школа, Кафедра судовой энергетики и автоматики
Научный руководитель: Портнова Олеся Сергеевна, ст. преподаватель*

Аннотация: Ужесточение экологических нормативов, в части топливоподготовки, при эксплуатации речного и морского флота, как в России, так и за рубежом ведет к необходимости разработки принципиально новых эффективных способов обработки топлив. Возникает актуальная задача поиска и внедрения наиболее эффективных и экономичных способов хранения, перевозки, отгрузки и транспортировки топлива и жидких грузов, а также повышения качества топливоподготовки путем подогрева топлива.

В настоящее время на судах, а также стационарных и плавучих нефтебазах, применяются традиционные системы подогрева топлива, что приводит к большим тепловым потерям через ограждающие поверхности резервуаров.

В качестве альтернативы традиционным системам подогрева в данной работе делается акцент на использование системы локального подогрева. При таком методе подогревается не вся масса топлива, а только та часть, которая требуется для предстоящих операций, что оптимизирует энергозатраты и дает определенный экономический эффект.

Ключевые слова: методы подогрева топливных цистерн, топливоподготовка, теплообменные аппараты, локальный подогрев, змеевиковый подогреватель.

Анализ современных тенденций проектирования и эксплуатации судовых теплоэнергетических систем (дизельных установок, судовых котлов, газотурбинных установок), показывает, что в настоящее время происходит их постепенное переоборудование для увеличения качества топливоподготовки.

Топливо, прежде чем попасть в камеру сгорания, проходит массу технологических процессов. Одним из таких этапов по подготовке топлива к сгоранию является процесс отбора из резервуара, где оно хранится. Перед тем, как начать перекачку, его предварительно нагревают, что необходимо для снижения вязкости и, как следствие, эффективной работы системы.

В настоящее время традиционные системы подогрева топлив и жидких грузов обеспечивают поддержание температуры в зависимости от вида топлива в районе 50-60°C всего объема жидкости, находящегося в резервуаре. Необходимо отметить, что зачастую емкости для хранения топлива находятся в придонном пространстве судов, при этом температура окружающей воды для северных районов может опускаться до 0°C. При таком способе нагрева из-за перепада температур происходят большие тепловые потери через ограждающие поверхности.

Плавучие и стационарные нефтебазы, производящие заправку и отгрузку топлива на танкера или суда, также используют традиционные системы подогрева. Хотя доля отгружаемой порции составляет лишь незначительную часть от общего объема резервуара.

Необходимость поддержания высокой температуры топлива всего резервуара остро стоит и для судов, которые производят отгрузку высоковязких нефтепродуктов порционно или частями. Таким образом, применение традиционных систем подогрева топлив при хранении, перевозке и выгрузке приводит к тому, что тепловые потери через ограждающие поверхности могут достигать 20-60 % от всей расходуемой на подогрев топлива теплоты.

Помимо этого, подогрев топлива должен обеспечить физические параметры, необходимые для нормального функционирования энергетической установки. Главную проблему зимой представляют парафины, которые в той или иной концентрации всегда присутствуют в дизельном топливе. При охлаждении они переходят в твердое состояние и выпадают в осадок — зрительно это воспринимается как помутнение дизельного топлива. При продолжении охлаждения начинается агломерация — срастание молекул парафинов между собой. Как только парафиновые агломераты станут соразмерными с диаметром микропор топливного фильтра приёмного патрубка, фильтр окажется заблокированным белым парафиновым гелем. Топливо перестанет поступать к двигателю.

Поэтому задача поиска и внедрения наиболее эффективных и экономичных технологий хранения и перевозки топлив является в настоящее время актуальной. В качестве альтернативы традиционным системам нагрева жидкостей особое внимание уделяется использованию системы локального

подогрева. При этом способе подогревается не весь объем резервуара, а только тот объем топлива, который требуется для обеспечения технологических процессов. Таким образом тепловые затраты на подогрев идут лишь на необходимое количество топлива. Использование системы локального подогрева позволяет снизить тепловые потери, что делает топливоподготовку экономичной, а также исключает необходимость изолировать резервуар.

Методы подогрева топливных судовых цистерн

Общий подогрев цистерн с помощью паровых или водяных нагревателей в виде змеевиков (рис. 1), питающихся от судовой системы горячего водо- или пароснабжения, расположенных по всему объему цистерны. Данный является вариант наиболее энергозатратным потребителем, который работает в 2-х режимах:

- режим поддержания заданной температуры (при этом режиме температура уже нагретого топлива поддерживается на заданном уровне);
- режим работы нагревателя при нагреве топлива до заданной температуры (характеризуется увеличенной нагрузкой, поскольку кроме компенсации тепловых потерь расходуется энергия на повышение температуры топлива).

Главный недостаток данного метода - тепловые потери через ограждающие поверхности, которые могут достигать 20-60 %, что требует большой тепловой мощности судна.



Рис. 1. Змеевики общего подогрева топлива в бортовой цистерне

Установка проточных водяных теплообменных аппаратов (рис. 2), обеспечивающих подогрев топлива и питающихся от системы горячего водо- или пароснабжения, дает более низкую нагрузку на судовую систему по сравнению с общим обогревом цистерн. Но при понижении температуры топлива происходит повышение вязкости, а парафины, содержащиеся в дизельном топливе, переходят в твердое состояние и выпадают в осадок (зрительно это воспринимается как помутнение топлива). Следовательно,

применение проточных водяных или паровых теплообменников вне цистерн не обеспечивает эффективный отбор топлива приёмными патрубками. Другими недостатками нагревателей является высокая начальная стоимость и трудность очистки, что также ограничивает их применение.

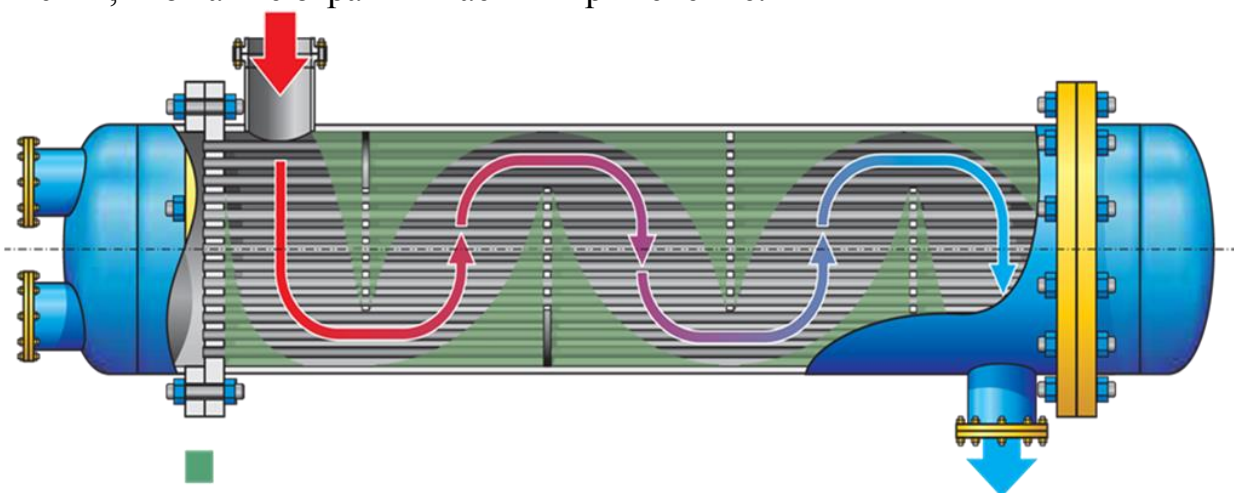


Рис.2. Проточный паровой теплообменный аппарат

Применение местных электронагревателей в виде тэнов (рис. 3) возможно при выполнении множества требований Российского морского регистра судоходства (РМРС) в связи с высокой пожароопасностью, так как тэны работают непосредственно в огнеопасной топливной среде.

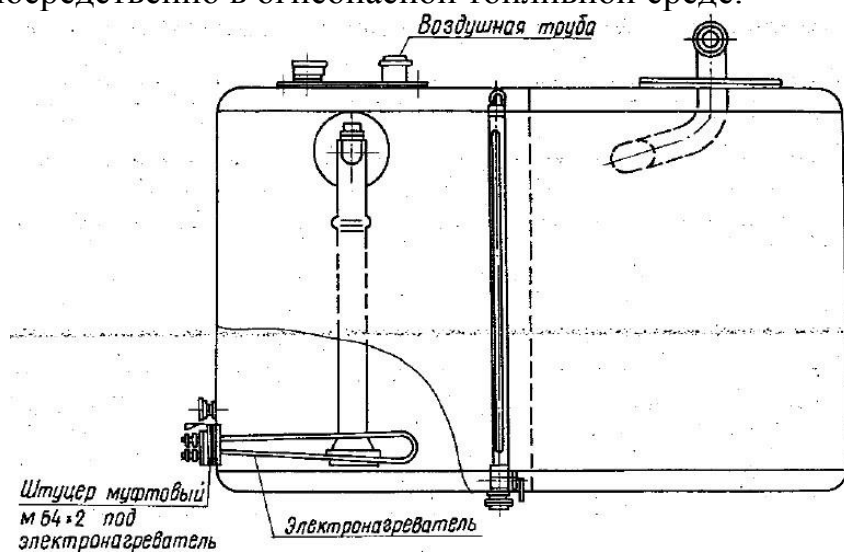


Рис.3. Установка электронагревателей в масляной цистерне [1]

Помимо перечисленных методов возможно использование системы локального подогрева в виде установки в топливную систему проточных электроподогревателей (рис. 4) совместно с теплообменными аппаратами змеевикового типа 3 (рис. 5), монтируемых в местах отбора топлива. Для работы нагревателей необходима отдельная система горячего водоснабжения (нагрузка только на судовую электростанцию), либо энергия общей тепловой сети судна. Данная система обеспечивает эффективный отбор топлива приёмными патрубками, минимизирует тепловые потери через ограждающие поверхности цистерны, что обеспечивает наименьшие энергозатраты судна.

Метод является довольно дорогим, так как требует создания дополнительных элементов топливоподготовки.



Рис.4. Подогреватель воды скоростной электрический ВСЭР-300

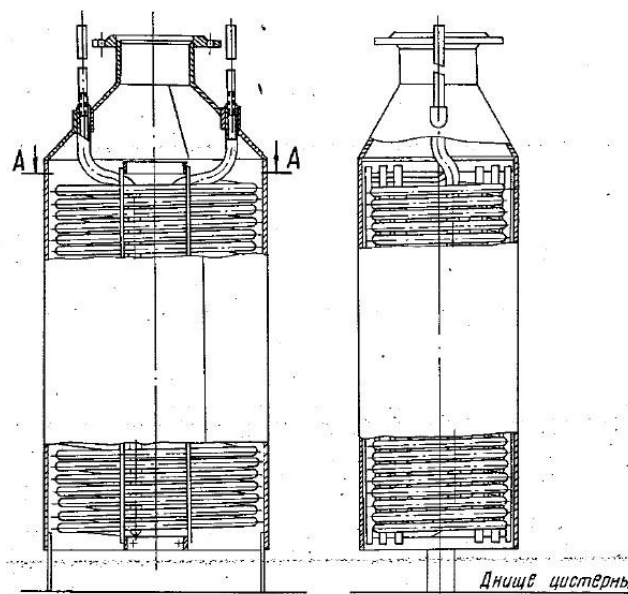


Рис.5. Змеевик местного подогрева, тип 3 [1]

Проведенный анализ может служить основой новых технических и технологических решений в судовой теплоэнергетике, а также нефтехимической промышленности. На данный момент система локального подогрева является наиболее выгодной технологической схемой при топливоподготовке, а также эксплуатации топлив на судах и нефтебазах, предназначенных для заполнения и заправки танкеров.

Совершенствования существующих систем подогрева топлива и жидких грузов позволяет уменьшить удельный расход энергии на операции подогрева, уточнить величины поверхностей систем подогрева и, как следствие, сократить капитальные и эксплуатационные затраты.

Список литературы:

1. Головчун С.Н. Моделирование тепломассопереноса в судовых системах подогрева высоковязких топлив и жидких грузов: дис. – Астрахань, 2010. – 123 с.
2. ГОСТ 24389-89 Системы кондиционирования воздуха, вентиляции и отопления судов.
3. Нефтепродукты. Свойства, качество, применение (справочник)/ под ред. Б.В. Лосикова – М.: Химия, 1966.
4. Нечмиров В.Н. Топливоподготовка и утилизация вторичных энергоресурсов на судах: учеб.-метод. Пособие.-Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 117 с.
5. ОСТ 5Р.5222-99 «Система водяного отопления. Правила и нормы проектирования».
6. Правила классификации и постройки морских судов, РС, 2019 г.

7. Приложение к Руководству по техническому наблюдению за судами в эксплуатации РС, 2019г.
8. РД 5.113-85 «Система подогрева жидкостей в судовых цистернах».
9. Руководство по техническому наблюдению за судами в эксплуатации, РС, 2019г.
10. Справочник судового механика (в двух томах) / Под ред. к.т.н. Грицаця Л.Л. – М.: Транспорт, 1973. – 696с.

Чугунова Надежда Александровна

ПРОЦЕССЫ КОРРОЗИИ В СУДОВЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ, РАБОТАЮЩИХ НА МОРСКОЙ ВОДЕ

*ДВФУ, Инженерная школа, кафедра судовой энергетики и автоматики,
Научный руководитель: д.т.н., проф. Минаев Александр Николаевич*

Аннотация: К современному теплообменному оборудованию предъявляется большое количество технических требований, в том числе по обеспечению передачи требуемого количества тепла от одной среды к другой с получением необходимых конечных температур при возможно большей интенсивности теплообмена, при возможно меньших габаритах и наименьшей удельной металлоемкостью. При эксплуатации теплообменных аппаратов возникают задачи защиты теплообменных поверхностей от загрязнения и коррозии.

Ключевые слова: теплообменный аппарат, коррозия, металл, материал, среды, процесс, фактор, метод.

В современном мире коррозия металлов и защита их от коррозии является одной из важнейших научно-технических и экономических проблем. Одна из таких проблем - расходы, связанные с коррозией металлов теплообменного оборудования. Коррозия носит не только прямой – безвозвратные потери металла, замена деталей оборудования, затраты на ремонт и профилактические работы (расходы на противокоррозионную защиту), но и косвенный характер - простой оборудования, снижение мощности и надёжности оборудования, снижение качества продукции, расход металла на утолщения стенок, перерасход воды, электроэнергии и прочие издержки. [1-3]

Целью исследования является:

- рассмотреть конструкцию теплообменного аппарата, его основные элементы;
- рассмотреть проблемы коррозии металла теплообменных аппаратов;
- исследовать способы защиты теплообменных аппаратов от коррозии.

Задачей исследования:

- изучить процесс коррозии в теплообменных аппаратах;
- исследовать влияние различных факторов на процесс коррозии;

- изучить технологию при защите оборудования от коррозии.

Исследование процессов коррозии будут проводиться на экспериментальной модели. В качестве экспериментальной модели выбран кожухотрубный теплообменный аппарат (рис.1). На данной модели будет проведен численный эксперимент моделирования процесса коррозии в программе COMSOL

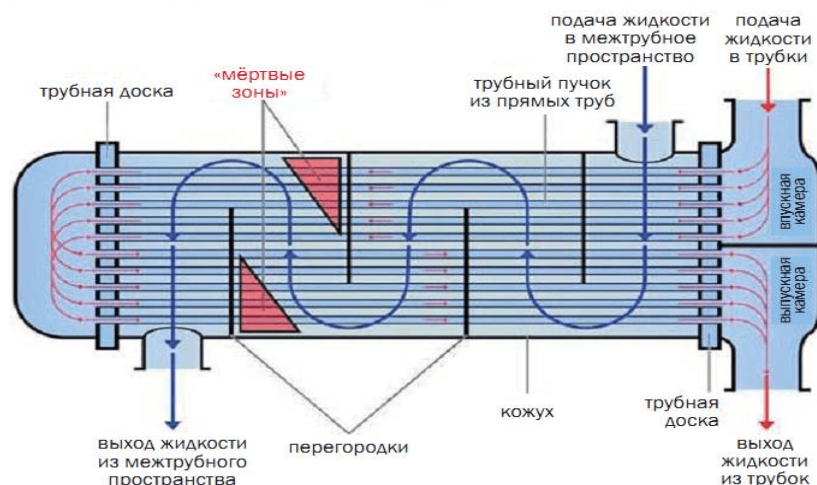


Рис.1. Классическая схема и описание кожухотрубного теплообменного аппарата

Кожухотрубные теплообменные аппараты представляют собой аппараты, выполненные из пучков труб, скрепленных при помощи трубных решеток (досок) и ограниченных кожухами и крышками с патрубками. Трубное и межтрубное пространства в аппарате может быть разделено перегородками на несколько ходов. Перегородки предназначены для увеличения скорости и, следовательно, коэффициента теплоотдачи теплоносителей. Теплообменники предназначены для теплообмена между различными жидкостями, между жидкостями и паром, между жидкостями и газами и т.д.

К достоинствам теплообменного оборудования относятся: устойчивость к гидроударам;

пониженными требованиями к чистоте сред (работа в условиях сильно загрязненных сред); низким коэффициентом теплопередачи; надежность; большая теплообменная площадь; не повреждает и не изменяет структуру продукта; прост в обслуживании, для которого не требуется специальных навыков персонала; низкие затраты электроэнергии; безопасное использование для персонала.

К недостаткам теплообменного оборудования относятся: большие габариты и площади; высокая цена из-за большой металлоемкости; трубная система, именно в тонких трубках чаще всего выявляется причина поломок. [4]

Использование комплексных методов защиты от коррозии обеспечивает снижение общей скорости коррозии и предотвращает местные коррозионные, коррозионно-эрозионные и коррозионно-механические виды разрушений.

Комплексная защита судовых металлических конструкций предусматривает возможность рационального использования различных

методов защиты для достижения требуемого снижения или предотвращения коррозии.

Надежность и долговечность судовых конструкций зависят от решения задач по: выбору материалов и технологии их обработки; оценки совместимости различных материалов; расчету оптимальных толщин элементов конструкций; выбору систем противокоррозионной защиты в соответствии с условиями эксплуатации конструкций.

Коррозией металлов называют самопроизвольное разрушение металлических материалов вследствие химического или электрохимического взаимодействия их с окружающей средой. В общем случае это – разрушение любого материала. [5]

Причиной коррозии служит термодинамическая неустойчивость конструкционных материалов к воздействию веществ, находящихся в контактирующей с ними среде.

Коррозия металлов – процесс самопроизвольный, всегда негативный с точки зрения промышленной практики.

Во всем мире большое внимание уделяется борьбе с коррозией, включая борьбу с коррозией теплообменного оборудования. Постоянное повышение потерь от разных типов коррозии в основном связано с ростом в окружающей среде концентраций агрессивных примесей.

При работе теплообменники подвергаются коррозии вследствие чего, могут появиться: трещины внутри метала, изменение толщины, потеря свойств металла, что в дальнейшем выводит теплообменники из строя. На сегодняшний день на «коррозионные дефекты» приходится 31 % от общего числа отказов теплообменников в России. Это, приводит к значительным экономическим и экологическим потерям. [6]

Виды коррозии:

- равномерная (протекает с одинаковой скоростью на любом участке поверхности);
- неравномерная (протекает с различной скоростью на разных участках поверхности металла);
- избирательная (разрушается одна из структурных составляющих);
- местная пятнами (коррозируют отдельные участки поверхности в виде отдельных пятен при неглубоком проникновении вглубь металла);
- язвенная (или питтинг - коррозия металлов, ведущая к образованию питтингов, то есть язв, полостей в металле, начинающихся с его поверхности);
- точечная (в виде отдельных точечных поражений, проникающих на достаточно большую глубину);
- межкристаллитная (распространяется вдоль границ кристалла металла);
- растрескивающаяся;
- подповерхностная (начинающаяся на небольших участках поверхности, но затем распространяющаяся под поверхностью на большую площадь, часто приводит к вспучиванию металла и его расслоению). [2]

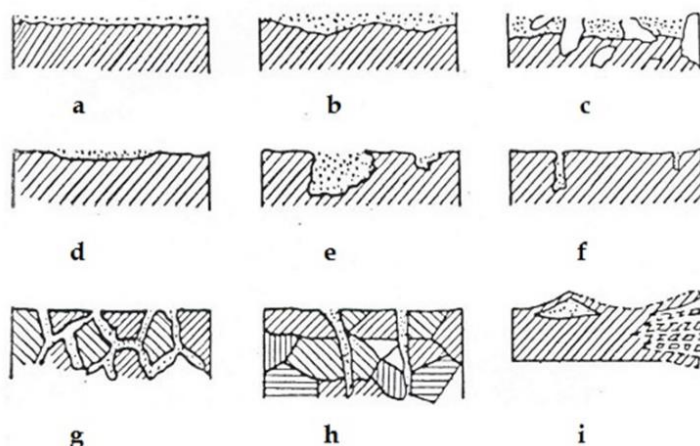


Рис.2. Виды коррозии: а - равномерная; б - неравномерная; с - избирательная; d - местная пятнами; е - язвенная; f – точечная; g – межкристаллитная; h – растрескивающаяся; i - подповерхностная.

Повреждаемость теплообменных аппаратов вызывается следующими основными процессами, имеющими место при эксплуатации: в процессе работы элементы теплообменного оборудования подвергаются воздействию агрессивных сред - воды, пара и т.д.

Различают коррозию химическую, электрохимическую и микробиологическую.

Процесс химической коррозии - взаимодействие металлов с коррозионной средой, при котором окисление металла и восстановление окислительного компонента коррозионной среды протекают в одной стадии. Процесс химической коррозии происходит следующим образом. Окислительный компонент внешней среды, отнимая у металла валентные электроны, одновременно вступает с ним в химическое соединение, образуя на поверхности металла пленку (продукт коррозии).

Электрохимическая коррозия, как показывает ее название, связана не только с химическими процессами, но и с передвижением электронов во взаимодействующих средах, т.е. с появлением электрического тока. Эти процессы происходят при взаимодействии металла с растворами электролитов, что и имеет место в теплообменнике, в котором циркулирует вода.

Процесс микробиологической коррозии - коррозионное разрушение металлов при воздействии микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности. Часто инициирование электрохимической коррозии металлов вызвано микроорганизмами. [2]

Факторы, влияющие на процесс коррозии:

1. Внутренние факторы. К внутренним факторам, влияющим на скорость коррозии, относятся химический состав, структура, внутренние напряжения и состояние поверхности металла. Чистые металлы при прочих равных условиях менее подвержены коррозии, чем сплавы.

2. Внешние факторы. К внешним факторам, влияющим на скорость коррозии, относятся: состав среды, действующей на металл; кислород; скорость

среды; ионизирующее излучение; облучение металла; температура окружающей среды. [7]

Методы защиты оборудования от коррозии:

1. Изоляция металла от коррозионной среды – придаёт металлу устойчивость к коррозии можно путем создания защитной пленки на его поверхности. Применяется несколько разновидностей таких пленок;

2. Электрохимические методы защиты: катодная (протекторная); анодная;

3. Изготовление деталей из коррозионно-стойкого материала:

- на основе железа (легированные стали и сплавы). Устойчивость сталей против коррозии повышается при введении в состав хрома, алюминия, кремния. Эти элементы образуют сплошную прочную оксидную пленку и повышают электродный потенциал;

- на основе цветных металлов - непассивирующиеся металлы с высоким электродным потенциалом; пассивирующиеся металлы, образующие на поверхности плотные защитные пленки оксидов;

- биметаллические и многослойные коррозионностойкие материалы.

Каждый из указанных способов обладает своими конструктивными особенностями и техническими характеристиками. В некоторых случаях используют комбинированную защиту, применяя несколько методов. [8]

Список литературы:

1. Гортышов Ю.Ф., Попов И.А., Олимпиев В.В., Щелчков А.В., Каськов С.И. Теплогидравлическая эффективность перспективных способов интенсификации теплоотдачи в каналах теплообменного оборудования. Интенсификация теплообмена: монография / под общ. ред. Ю.Ф.Гортышова. – Казань: Центр инновационных технологий, 2009. – 531 с.

2. Ватолин А.Н., Рогачёв В.В. Коррозия и защита металлов: учебное электронное текстовое издание/Подготовлено кафедрой «Теория металлургических процессов». Научный редактор: проф., к.т.н. А.М. Панфилов, - Екатеринбург: издательство ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2008. – 58 с.

3. Мухин В.А. Коррозия и защита металлов: Учебно-методическое пособие. – Омск: Омск. гос. унт., 2004. – 112 с.

4. Электронный ресурс: <http://podogrevatel-pp.ru/publikatsii/kozhukhotrubnyj-teploobmennik-printsip-raboty-preimushchestva-i-nedostatki.html>

5. РД 31.28.10-97 "Комплексные методы защиты судовых конструкций от коррозии" (утв. распоряжением Министерства транспорта РФ от 17 декабря 1997 г. N МФ-34/2306) (Докипедия: РД 31.28.10-97 "Комплексные методы защиты судовых конструкций от коррозии" (утв. распоряжением Министерства транспорта РФ от 17 декабря 1997 г. N МФ-34/2306))

6 Болотова Ю.В., Ручкинова О.И. Коррозия теплообменного оборудования нефтехимических производств. Вестник ПНИПУ. Машиностроение,

материаловедение. Пермский национальный исследовательский политехнический университет, г. Пермь: Т. 17, № 4, 2015. – с. 102 – 118.

7. Электронный ресурс: <https://studfile.net/preview/3389101/page:5/>

8. Перельгин, Ю. П. Коррозия и защита металлов от коррозии : учеб. пособие для студентов технических специальностей / Ю. П. Перельгин, И. С. Лось, С. Ю. Киреев. – 2-е изд., доп. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2015. – 88 с.

Фоминов Владислав Андреевич

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДОРАЗБОРНОЙ АРМАТУРЫ

*Российский университет дружбы народов, аспирант департамента
Строительства Инженерной академии, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6
Научный руководитель: д.т.н., проф. Свинцов А.П.*

Аннотация: Планирование эксперимента представляет собой оптимальное управление эмпирическим исследованием при неполном знании механизма явлений. Целью исследования является разработка программы и плана экспериментального изучения закономерностей и количественных значений гидравлических характеристик водоразборной арматуры. Результаты исследования позволяют выполнять экспериментальные исследования гидравлических характеристик водоразборной арматуры и получать данные с заданной статистической обеспеченностью.

Ключевые слова: эксперимент, среднее значение, грубые погрешности, стандартное отклонение, доверительный интервал.

Введение

Планирование эксперимента представляет собой составную часть эмпирического исследования при неполном знании механизма изучаемых явлений. В исследовании [1] основное внимание уделяется фундаментальным аспектам экспериментального проектирования: определению цели и объема эксперимента, дифференциации между альтернативными типами экспериментальных переменных, пониманию лежащих в основе условий и ограничений и проведению поэтапного эксперимента. Применение планирования эксперимента позволяет правильно выбрать стратегию сбора априорной информации в короткие сроки, которая позволит формулировать цель работы и выбирать предварительную схему планирования экспериментов. Эксперименты обычно ставятся небольшими сериями по заранее составленному алгоритму, оптимальному в заранее сформулированном диапазоне. После каждой серии опытов производится обработка результатов измерений и принимается обоснованное решение о дальнейшем анализе результатов [2, 3]. В работах [4, 5] представлены результаты исследования

расхода воды водоразборной арматуры вентильного типа с плоской шайбовой запорной парой. Рассматривается проблема выбора объекта исследования применительно к решению практических задач при планировании эксперимента [6]. Это особенно важно при проведении гидравлических исследований узлов санитарно-технической арматуры, так как при практически одинаковых условиях эксперимента результаты измерений, как правило, характеризуются колебаниями в некотором диапазоне. Анализ результатов исследований специалистов показывает, что вопросам планирования эксперимента посвящены многие исследования. Однако, вопросы экспериментального изучения закономерностей и количественных значений гидравлических характеристик водоразборной арматуры исследованы не в полной мере.

Методы исследования

Различают несколько методов организации эксперимента в зависимости от его типа: активный или пассивный, лабораторный или производственный. В данном исследовании использованы теоретический и экспериментальный методы изучения гидравлических характеристик водоразборной арматуры. На основе теоретического метода определены основные аспекты функционирования водоразборной арматуры и разработана методология математического планирования эксперимента. В экспериментальном исследовании выявлены и уточнены причинно-следственные связи формирования гидравлических характеристик водоразборной арматуры. Выполнено математическое планирование экспериментального исследования. Оценка изучаемой величины произведена на основе метода доверительных интервалов. Доверительные интервалы для оценки среднего значения позволяют определить диапазон значений, в которых вероятно появление точного решения. Метод доверительных интервалов основан на том, что с заданной вероятностью $P=1-\alpha$ истинное значение a расположено в некотором интервале со случайными границами. Положительное число α выбирают таким, чтобы значения, выходящие за границу интервала, были пренебрежительно малы. Пользуясь функцией Лапласа [2, 3] можно записать:

$$P\left(\left|\bar{x}-a\right|<\delta\right)=2\Phi(t) \quad (1)$$

где $t = \frac{\delta\sqrt{n}}{S}$ - аргумент функции Лапласа; δ - точность измерений; n - объем выборки; S - стандартное отклонение.

Точность оценки $\delta = \frac{tS}{\sqrt{n}}$ позволяет записать функцию Лапласа в виде:

$$P\left(\left|\bar{x}-a\right|<\frac{tS}{\sqrt{n}}\right)=2\Phi(t) \quad (2)$$

Минимальное количество измерений n для оценки истинного значения a изучаемой величины с заданной точностью δ и надежностью γ определяется по формуле:

$$n \geq \left(\frac{t_{\gamma} S}{\delta} \right)^2 \quad (3)$$

Пользуясь распределением Стьюдента и функцией Лапласа [2, 3], можно найти доверительный интервал $\bar{x} - t_{\gamma} S / \sqrt{n}$; $\bar{x} + t_{\gamma} S / \sqrt{n}$, покрывающий изучаемый параметр a с надежностью γ . При известной точности измерений и заданной надежности ожидаемого результата можно определить необходимый объем выборки с использованием таблиц t -значений аргумента функции Лапласа $\Phi(t)$ при котором $\Phi(t) = \gamma / 2$. Представленные доверительные оценки изучаемой величины a применяются при последующей статистической обработке экспериментальных данных.

В процессе выполнения работ по измерению в экспериментальных исследованиях возникает необходимость выявления грубых погрешностей в полученных данных. Аномальные значения в рядах полученных данных вносят дополнительные ошибки в результаты анализа экспериментального исследования. В этой связи эти значения необходимо извлечь из матрицы наблюдений. Некоторые грубые погрешности бывают очевидны и для их извлечения не требуется обоснования. Однако, встречаются грубые погрешности, аномальное значение которых не очевидно. В этом случае требуется математическое обоснование для принятия объективного решения. Для отсева грубых погрешностей из ряда наблюдений $X(n)$ можно использовать распределение Стьюдента. Критическое значение (p - процентная точка нормированного выборочного отклонения) выражается через критическое значение распределения Стьюдента $\tau_{(p, n)}$ [7, 8]:

$$\tau = \frac{t_{(p, n)} \sqrt{(n-1)}}{\sqrt{(n-2) + t_{(p, n)}^2}} \quad (4)$$

Решение о необходимости отсева аномального значения принимают на основе сравнения статистики τ с критическим значением по формуле (4). Наблюдаемое значение статистики τ определяется по формуле:

$$\tau = \frac{|x_i - \bar{x}|}{S} \quad (5)$$

где x_i - крайний (наибольший или наименьший) элемент выборки, по которой подсчитывались \bar{x} и S ; \bar{x} - среднее значение по выборке; S - стандартное отклонение по выборке; τ - значение статистики τ , вычисленной при доверительной вероятности $q=1-p$.

Результаты и их обсуждение

Исследованием предусмотрено стендовое испытание водоразборной арматуры вентиляного типа с плоской шайбовой запорной парой. Запорная пара имеет проходное отверстие, выполненное в форме полукруга. К измерению принят расход воды через проходное отверстие при давлении 0,05 МПа. Стандартное отклонение определено на основе предварительных измерений $S=0,0065$ л/с. Точность измерений расхода воды составляет $\delta=0,005$ л/с. Минимальное количество измерений определено при условии, что $\gamma=0,95$. Функция Лапласа $\Phi(t)=0,95/2=0,475$. Тогда по таблице функции Лапласа [2, 3] $t=1,96$. По формуле (3) определено минимальное количество измерений в одной точке поворота рукояти:

$$n = \left(\frac{1,96 \times 0,0065}{0,005} \right)^2 = 6,4 \approx 6$$

Таким образом, искомый объем измерений $n \approx 6$. Пример данных предварительной статистической обработки представлен в табл. 1.

Таблица 1.

Результаты измерений и предварительной статистической обработки данных

Изменение расхода воды при давлении 0.05 МПа										
Угол поворота рукояти (градусы)	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
Расход воды (л/с)	0.0	0.006	0.009	0.033	0.042	0.048	0.058	0.049	0.048	0.046
	0.0	0.005	0.009	0.034	0.025	0.028	0.045	0.060	0.050	0.062
	0.0	0.005	0.008	0.029	0.037	0.042	0.051	0.042	0.052	0.050
	0.0	0.006	0.007	0.030	0.040	0.052	0.063	0.063	0.065	0.066
	0.0	0.005	0.008	0.031	0.039	0.045	0.054	0.054	0.056	0.056
	0.0	0.005	0.008	0.020	0.038	0.035	0.037	0.039	0.040	0.040
Среднее значение (л/с)	0.0	0.005	0.008	0.029	0.037	0.042	0.051	0.051	0.052	0.053
Стандартное отклонение	0.0	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Минимальное значение	0.0	0.005	0.007	0.020	0.025	0.028	0.037	0.039	0.040	0.040
Максимальное значение	0.0	0.006	0.009	0.034	0.042	0.052	0.063	0.063	0.065	0.066
Доверитель-	0.0	3.8E-04	6.8E-04	4.0E-03	4.9E-03	7.0E-03	7.5E-03	7.7E-03	6.6E-03	7.8E-03

ный интервал										
Коэффициент вариации (%)	0.0	8.70	10.09	16.95	16.53	21.14	18.27	18.81	16.03	18.37

Проверка выборки на грубые погрешности измерений

Процедура проверки выборки на грубые погрешности основана на статистике Стьюдента. Указанная процедура предусматривает следующее действия:

1. Вычисление среднего по выборке значения \bar{x} .
2. Вычисление стандартного отклонения по выборке S .
3. Из таблицы протокола измерений выбрать данные, имеющее наибольшее или наименьшее значение.
4. Вычислить значения наблюдаемой статистики τ по формуле (6).
5. По формуле (5) вычислить соответствующие точки: $\tau_{(5\%,n)}$; $\tau_{(0,1\%,n)}$.
6. Сравнить полученные значения: $\tau \leq \tau_{(5\%,n)}$ - данные не являются аномальными; $\tau_{(5\%,n)} \leq \tau \leq \tau_{(0,1\%,n)}$ - можно отсеять, если есть и другие соображения исследователя; $\tau > \tau_{(0,1\%,n)}$ - такие данные обычно отбрасывают всегда.

Пример выявления аномальных значений в выборках представлен в табл. 2.

Таблица 2.

Значения наблюдаемых и критических статистик по выборкам расходов воды

Угол поворота рукоятки (градусы)	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180
τ	0,0	1.71	1.16	0.90	0.85	1.19	1.26	1.25	1.58	1.27
$\tau_{(5\%,n)}$	0,0	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56	1.56
$\tau_{(0,1\%,n)}$	0,0	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12	2.12

Анализ результатов проверки на наличие аномальных значений в выборках показывает, что измеренная величина расхода воды при повороте рукоятки на 20° может быть принята как аномальная. По условию сравнения наблюдаемой статистики и критических значений статистик Стьюдента принято решение выполнить дополнительные измерения расхода воды при повороте рукоятки на 20° . Удовлетворение полученных результатов составленному плану дает основания для технико-экономического анализа и разработки обоснованных выводов и рекомендаций.

Заключение

В рамках выполненного исследования планирования эксперимента получены следующие результаты:

1. Разработанная программа верифицирована на примере экспериментального исследования изменения расходов воды через проходное отверстие водоразборной арматуры.

2. Верификация методики статистического анализа данных подтвердили ее эффективность в экспериментальных исследованиях прикладного характера.

Экспериментальное исследование водоразборной арматуры в соответствии с разработанным планом позволяет получать результаты с обеспеченностью не ниже $\alpha=0,05$.

Список литературы

1. Anderson M.J., Whitcomb P.J. Design of Experiments. <https://doi.org/10.1002/0471238961.0405190908010814.a01.pub3>
2. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Юрайт, 2013. 478 с.
3. Rose Colin. Mathematical statistics with Mathematica New York: Springer, 481 p.
4. Svintsov A.P., Kharun M.I., Mukarzel S.A. Valve head for water fittings with high regulatory capacity. Magazine of Civil Engineering. 2015, 58(6), pp. 8-18. DOI:[10.5862/MCE.58.2](https://doi.org/10.5862/MCE.58.2)
5. Svintsov A.P., Konoplev N.A. Hydraulic characteristics of tap valve with a flat closure member. Journal of Urban and Environmental Engineering. 2018, 12 (2), pp. 231-235 <http://dx.doi.org/10.4090/juee.2018.v12n2.231235>
6. Раднаев Д.Н., Зимина О.Г., Бадмацыренов Д.Ц.Б. Анализ и выбор объекта исследования при решении научно-технических проблем // Вестник ВСГУТУ. 2019. № 3 (74). С. 63-68.
7. Бровман М.Я., Римен В.Х. Об оценке резко выделяющихся опытных данных при механических испытаниях // Заводская лаборатория. Т. XXX, № 7. 1964. С. 860-861.
8. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. - М.: Высш. шк. 1982. 224 с.

Аббас Абдулхуссейн Абд Нур

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ КИРПИЧНОЙ КЛАДКИ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ТАУНХАУСОВ

*Российский университет дружбы народов, аспирант департамента
Строительства Инженерной академии, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6
Научный руководитель: Свинцов А.П.*

Аннотация: Технологическая система строительства кирпичных зданий типа «таунхаус» представляет собой последовательное выполнение ряда

взаимосвязанных операций. Наружные и внутренние кирпичные стены в таунхаусах являются несущими - воспринимающими горизонтальные усилия от монолитного железобетонного перекрытия. Укладка кирпича осуществляется способами: вприжим, вприсык и вприсык с подрезкой. Кирпичная кладка является строительным технологическим процессом с большими затратами ручного труда. Целью исследования является изучение реализации строительной технологической системы. При возведении кирпичных зданий типа «таунхаус» в городе Эль-Мутанна на юге Ирака организацию производства следует осуществлять поточным методом, предусматривающим деление здания на несколько одинаковых по трудоемкости захваток по двухзахватной системе.

Ключевые слова: таунхаус, раствор, укладка кирпича, двухзахватная система.

В настоящее время с повышением качества жизни и увеличением доходов населения потребительские предпочтения в жилье перемещаются в сторону индивидуальности, экологичности, большего комфорта и безопасности. В результате многие предпочитают жить в малоэтажном доме (таунхаус), в экологически благоприятном месте, с городскими стандартами комфорта [1-3]. В зависимости от применяемых материалов несущих и ограждающих конструкций используются каркасные и стеновые конструктивные схемы с применением кирпича, сборных и монолитных конструкций, энергоэффективных ограждающих материалов. Двух-трехэтажные дома имеют отдельный вход, лоджии или балконы, оборудуются индивидуальной системой теплоснабжения и небольшим земельным участком. Стеновая система предусматривает использование ленточных фундаментов, несущих кирпичных стен с безбалочными монолитными перекрытиями [4, 5]. При этом ограждающие стены выполняются из мелкоштучных энергоэффективных материалов. При преимущественно ручных работах средняя производительность составляла 1,2–2,0 м³ кладки в смену. Общая продолжительность работ, выполняемых бригадой в составе четырех каменщиков, трех плотников, пяти штукатуров-маляров, составляет 3,5 месяца [6]. В исследовании [7] представлен обзор строительства каменной стены. Обобщены соображения по проектированию несущих и не несущих стен, а также описаны методы строительства, направленные на повышение экономичности и производительности. Примерно 85% всех зданий строится с кирпичными стенами, 3/4 объема которых занимает мелкоблочная кладка из местных строительных материалов. Кирпичные стены обеспечивают высокую степень герметизации, теплозащиты и звукоизоляции помещений. Кирпич позволяет оживить общий вид городских массивов с точки зрения архитектурной выразительности. Кроме этого кирпичные дома самые теплые, а летом - наиболее комфортные. Кирпич используют для возведения наружных и внутренних несущих стен и перегородок [8, 9]. Процесс кладочных работ включает в себя следующие технологические операции: возведение углов;

установка порядовки или причальной скобы и шнура-причалки; раскладка кирпича; подача и расстиление раствора. Параллельно с кладкой выполняются процессы по устройству и перестановке лесов и подмостей. Кирпичная кладка является строительным технологическим процессом с большими затратами ручного труда. Рабочие операции кирпичной кладки почти не поддаются механизации. В условиях Ирака многие строительные фирмы, возводящие жилые дома типа «таунхаус», широко используют ручной труд рабочих. При кирпичной кладке «таунхаусов» комплекс работ включает разгрузку и подачу материалов на рабочие места, приготовление строительного раствора, укладку кирпича в дело, сопутствующие операции. Организация работ предполагает разделение функций между членами бригады в соответствии с их квалификацией. Для обеспечения эффективности реализации строительной технологической системы необходима организация непрерывного производственного процесса. Технологическая система кирпичной кладки стен в условиях Ирака имеет свои особенности: наружные и внутренние несущие стены и перегородки устраивают толщиной 24 см и высотой 3,25-3,5 м. Строительные материалы разгружают рядом со строительной площадкой, кирпич и раствор рабочие переносят к объекту вручную. В зависимости от расстояния (между объектами и местом складирования кирпичей) рабочий должен перенести 14-16 кирпичей за 6-10 минут. Процесс возведения кирпичной кладки стен таунхауса обычно осуществляет комплексная бригада. Количественный и квалификационный состав бригады зависит от фронта работ, сроков строительства, принятых методов производства работ, производительности рабочих и машин.

В Ираке (рис. 1) этот тип жилья также пользуется заслуженным спросом. Впервые термин таунхаус в Ирак пришел из Европы и в 1985 году в Багдаде был построен первый таунхаус. Массовое строительство таунхаусов началось с 2003 года и рассматриваются как поселения эконом класса, причем у всех таунхаусов одно архитектурное решение, поэтому они мало чем отличаются друг от друга.



Рис. 1. Таунхаусы в Ираке

Возведению кирпичных таунхаусов осуществляют поточным методом, предусматривающим деление здания на несколько одинаковых по трудоемкости захваток по двухзахватной системе. Двухзахватная система

является наиболее распространенной и ее применяют при строительстве двух-, трех-, и четырехсекционных зданий [8]. Двухэтажный жилой дом типа «таунхаус» состоит из четырех секций. Ведущим технологическим процессом является кирпичная кладка стен и перегородок. Работа может быть организована в одну, две, три смены.

Выводы

1. Технологическая система кирпичной кладки стен зданий типа «таунхаус» в условиях Ирака имеет свои особенности.
2. Кладка кирпичных стен является очень трудоемким процессом с использованием большого количества ручного труда.
3. Возведение жилых комплексов типа «таунхаус» является одним из наиболее востребованных способов жилищного строительства в городах современного Ирака.

Список литературы

1. Закиров Р.С., Прокофьева Т.Г. К вопросу о развитии высокоплотной малоэтажной жилой застройки в г. Казани // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2009. № 2 (12). С. 57-61.
2. Мубаракшина Ф.Д., Тугулёва А.Н. Блокированные жилые дома с объектами малого бизнеса // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2006. № 2 (6). С. 23-25.
3. Меньшанова М.А., Жданова И.В. Преимущества и недостатки блокированных жилых домов // Известия Архитектурно-строительная академия Самарского государственного технического университета. 2017 № 4. С. 155-158.
4. Свинцов А.П., Николенко Ю.В., Квартенко К.В. Легкий строительный материал на основе быстро твердеющих вяжущих // Строительные материалы. 2010. № 12. С. 47-51.
5. Свинцов А.П., Малов А.Н., Николенко Ю.В., Ганин А.А. Безбалочные железобетонные перекрытия: особенности конструкции и технологии возведения // Строительная механика конструкций и сооружений. 2009. № 2. С. 74-80.
6. Afanasiev A.A., Afanasiev G.A. Modern Technologies of Low-Rise Construction, Academia. Architecture and construction. 2018. V 2. Pp. 148-155.
7. Hendry E.A.W. Masonry walls: materials and construction. Construction and Building materials. 2001, 15(8), Pp. 323-330. [https://doi.org/10.1016/S0950-0618\(01\)00019-8](https://doi.org/10.1016/S0950-0618(01)00019-8)
8. Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лapidус А.А. Технология возведения зданий и сооружений. 4-е изд. – М.: Высшая школа, 2008. 446 с.
9. Юдина А.Ф., Лихачев В.Д. Технология возведения зданий с кирпичными стенами в задачах и примерах. – СПб: СПбГАСУ, 2018. 83 с.

Амири Рахимулла

ФОРМИРОВАНИЕ ФИНАНСОВЫХ ОТНОШЕНИЙ НА СТРОИТЕЛЬНОМ РЫНКЕ

*Российский университет дружбы народов, аспирант департамента
Строительства Инженерной академии, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6
Научный руководитель: Свинцов А.П.*

Аннотация: На данный момент в организациях имеются серьезные проблемы из-за недостаточного финансирования. В этой связи, актуальным становятся такие задачи, как управление финансовыми ресурсами. В статье обосновано, что при управлении финансами необходимо учитывать особенности строительной отрасли. При написании статьи используется общенаучная методология с использованием методов комплексного экономического анализа, экономико-статистического и графического методов. Цель и задачи сводятся к выявлению проблем в процессе управления финансами в строительной отрасли и поиску их решений.

Ключевые слова: финансы, строительная организация, факторы, инвестиции, система.

Эффективная деятельность компаний находится в зависимости от ряда условий. Важнейшим условием является наличие финансовых ресурсов. Практика иностранных компаний свидетельствует о широком применении следующих источников финансирования компании: собственные средства, коммерческое кредитование, ипотечное кредитование застройщиков и покупателей жилой недвижимости.

В России исторически сложилось так, что внешние источники финансирования в строительстве играют особую роль. При этом, строительные организации не всегда обращают внимание на эффективное управление и рациональное использование имеющимися финансовыми ресурсами. Отсюда возникает необходимость детального изучения вопроса и определение основных проблем, возникающих в процессе управления финансами в строительстве.

Развитие строительной отрасли необходимо как для отдельного региона, так и всей страны в целом [1]. В процессе строительства участвуют практически все отрасли экономики: от банковской сферы до рынка труда. Одно рабочее место в строительстве гарантирует занятость 10 человек в сопутствующих отраслях. Развитие строительства необходимо для оздоровления всей финансовой системы. Для управления финансами строительной организации необходимо учесть основные особенности, которые характеризуют строительную отрасль [2]:

- Высокая стоимость выполняемых строительных работ;
- Низкая оборачиваемость средств;

- Высокая материалоемкость строительных объектов;
- Множество стадий согласования строительных проектов;
- Высокая трудоемкость;
- Государственный контроль строительной отрасли со стороны уполномоченных структур;
- Долговечность строительной продукции;
- Сложность привлечения заемного капитала, связанная с его стоимостью;
- Составление проектно-сметной документации, как необходимое условие реализации строительного проекта.

По статистическим данным, состояние финансового рынка России оценивается крайне слабо в сопоставимых оценках по среднему уровню развитых стран. Это проявляется главным образом в условиях по кредитованию со стороны банков: высокая процентная ставка по кредитам для организаций застройщиков; неразвитые механизмы по ипотечному кредитованию; низкая диверсификация инструментов формирования залоговой стоимости при кредитовании. Кроме того, санкции коснулись отечественных банков, у которых отсутствует возможность привлекать дешевые валютные кредиты. В итоге, девелоперы и застройщики пользуются кредитами в национальной валюте, которые традиционно являются более дорогими.

Ипотечное кредитование остается востребованным банковским продуктом со стороны населения даже в условиях сложной экономической ситуации и сокращения реальных доходов населения. Ставки по ипотечным кредитам в 2019 году составляют 9,7 %. Многие банки предлагают ипотечные кредиты по ставке 5,75 % для семей с двумя и более детьми. Действующие условия приобретения жилой недвижимости вполне доступны, но, по сравнению с Европой, где процентная ставка составляет 2-3%, расценки завышены [3]. В настоящее время в связи с ослаблением курса национальной валюты происходит отток капитала из России. Проанализировав статистические данные по видам экономической деятельности, можно сделать вывод, что основная доля иностранных инвестиций приходится на обрабатывающую промышленность. В 2004 году в строительную отрасль было инвестировано 22,4 млн. долл. Далее наблюдается резкое падение инвестиций до 1,5 млн. долл. в 2017 году [4]. Это негативно влияет на строительные фирмы, так как иностранные инвестиции способны повысить конкурентоспособность строительных фирм и вывести их на уровень известных зарубежных строительных корпораций. Более детальный анализ строительной отрасли свидетельствует о большом количестве факторов, которые ограничивают деятельность организаций. В таблице 1 систематизированы все факторы, которые оказывают влияние на деятельность строительных организаций [5].

Строительной организации необходимо учитывать все эти факторы при осуществлении своей деятельности. Кроме того, необходимо анализировать структуру затрат на строительство [6]. В структуре затрат на строительство наибольшую долю составляют материальные затраты, которые имеют тенденцию к увеличению (таблица 2). Материальные затраты находятся в

зависимости от того, какие материалы применяются и используются.

Таблица 1.

Факторы, ограничивающие деятельность строительных организаций в России

№ пп	Наименование факторов	Описание (обоснование) факторов
1	Экономические	снижение доходов населения инфляция санкции нестабильный курс российской валюты
2	Демографические	снижение численности населения продолжение старения населения
3	Административные	несовершенство нормативной базы в сфере строительства административные барьеры налоговая нагрузка на предпринимателей
4	Финансовые	неблагоприятный инвестиционный климат неразвитая финансовая инфраструктура недостаток собственных денежных средств организаций
5	Инфраструктурные	сложность кооперирования заинтересованных участников строительного процесса отсутствие возможностей взаимодействия со строительными и научными организациями высокая стоимость проведения и подключения коммуникаций к строящимся объектам
6	Предпринимательские	низкая квалификация персонала износ оборудования неэффективные методы организации труда
7	Технологические	высокие технологические риски
8	Природно-климатические	климатическая зона рельеф растительность

Таблица 2.

Структура затрат на жилищное строительство в РФ в период 2010-2017 гг.

Виды затрат, % по годам	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Материальные затраты	56,3	57,4	55,2	56,1	58,3	60	56,2	57,8
Оплата труда	20,2	19,1	18,8	18,9	20,0	18,2	18,1	19,2
Страховые взносы в государственные внебюджетные фонды (30%)	4,2	5,0	4,8	4,8	5,2	4,9	4,7	5,0
Амортизация основных средств (13%)	2,9	2,6	2,8	2,8	3,1	2,9	2,8	2,8
Прочие затраты (20%)	16,4	15,9	18,4	17,4	13,4	14,0	18,2	15,2
Все затраты	100	100	100	100	100	100	100	100

Формирование системы управления финансами строительной организации может состоять из 3 стадий [7]. На первой стадии необходимо составить производственную программу строительной организации, которая будет содержать детальное описание видов и объемов строительно-монтажных работ, запланированных к выполнению строительной организацией. На данном этапе возможен переход к инновационным технологиям [8]. Изучение литературных источников и практического опыта осуществления

инновационных проектов в России и за рубежом позволило сделать вывод о целесообразности использования технологии панельно-каркасного строительства жилой недвижимости. Эффективность данной технологии определяется сокращением издержек по следующим статьям строительно-монтажных работ: оплата труда, эксплуатации строительных машин и механизмов, использование строительных материалов. Кроме того, технология имеет следующие достоинства: гибкие архитектурно-планировочные решения, высокие теплосберегающие свойства, применение облегченных видов фундамента, использование для надстройки существующих зданий, легкость и прочность конструкций, технология оффсайт, экологичность, влагостойкость, огнестойкость, длительный срок эксплуатации, возможность строительства без применения тяжелой строительной техники [3, 4]. На второй стадии необходимо представить экономические показатели, которые строительная организация планирует получить в результате реализации запланированной производственной программы. Третья стадия подразумевает распределение финансовых потоков. Кроме того, необходимо учитывать тот факт, что планирование финансов необходимо осуществлять по каждому строительному объекту. Для строительных организаций приоритетными направлениями деятельности должны стать разработка и совершенствование системы управления, внедрение эффективной системы финансового контроля, расширение горизонта планирования и развитие слаженной системы информационного обеспечения, которая дает достоверные данные о финансовом состоянии предприятия [9]. Основная цель таких мероприятий заключается в минимизации организацией своих расходов и других издержек в пользу повышения прибыли и увеличения капитала, а также осуществление упорядоченной и эффективной деятельности компании.

Список литературы

1. Свинцов А.П., Скорнякова Е.А. Строительный комплекс как подсистема мезоэкономики // Жилищное строительство. 2014. № 12. С. 37-40.
2. Барбарская М.Н. Механизм управления финансовым потенциалом строительной организации. В сборнике: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Социально-гуманитарные и экономические науки сборник статей: электронный ресурс. Самарский государственный технический университет. Самара, 2017. С. 186-189.
3. Корнилова А.Д., Рудык Н.В., Шехова Н.В. Инновационная деятельность на рынке жилой недвижимости // Российский экономический интернет-журнал. 2017. № 2. С. 19.
4. Буневич К.Г., Мутовкина А.Е. Влияние прямых иностранных инвестиций на макроэкономические показатели и международный рейтинг России // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. 2018. № 3 (26). С. 7-15.
5. Батоева Э.В. Определение наиболее эффективных инноваций в сфере

жилищного строительства // Baikal Research Journal. 2017. Т. 8. № 4. С. 25.

6. Жеребина Т.В., Назаренко О.В. Особенности анализа денежных потоков в строительной отрасли. В сборнике: Потенциал роста современной экономики: возможности, риски, стратегии Материалы V международной научно-практической конференции. Под редакцией А.В. Семенова, М.Я. Парфеновой, Л.Г. Руденко. 2018. С. 686-691.

7. Барбарская М.Н., Савоскина Е.В. Стратегическое планирование деятельности строительных организаций. В сборнике: Инновационные стратегии развития экономики и управления: сборник статей. Самара, 2017. С. 179-184.

8. Руденко Л.Г. Проблемные аспекты и прогноз инновационной активности России // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. 2013. № 4 (6). С. 26-32.

9. Руденко Л.Г. Приоритетные формы финансовой поддержки малого предпринимательства на современном этапе развития экономики России // Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление. 2014. № 3 (9). С. 17-23.

Аббас Абдулхуссейн Абд Нур

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ТАУНХАУСОВ

*Российский университет дружбы народов, аспирант департамента
Строительства Инженерной академии, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6
Научный руководитель: Свинцов А.П.*

Аннотация: Постановка и проведение экспериментальных исследований требуют значительных интеллектуальных, материально-технических и временных затрат. Планирование эксперимента во многих случаях позволяет оптимизировать соотношение между затратами и качеством результатов. Целью исследования является выявление факторов, влияющих на производительность труда каменщиков при кирпичной кладке таунхаусов. Полученные данные являются основой для разработки математической модели показателей производительности труда.

Ключевые слова: планирование эксперимента, исследование, факторы.

Экспериментальное исследование связано с организацией эксперимента. Исследователю необходимо выполнить множество измерений в лабораторных, заводских условиях или на строительной площадке [1].

Возведение таунхаусов с использованием кирпичной кладки является одним из наиболее динамично развивающихся направлений строительства в Ираке. Основной характеристикой измерения интенсивности выполняемых работ является производительность труда. Производительности труда в строительстве

посвящена значительную часть исследований [2]. Производительность труда подвержена влиянию многих факторов и связана с выполнением временных, стоимостных и качественных показателей [3-5]. Для решения проблем повышения производительности труда необходимо произвести ее оценку. Производительность труда в строительстве зависит от многочисленных влияющих переменных, состоящих из субъективных и объективных факторов. Одной из основных проблем в исследованиях производительности труда является выявление ключевых влияющих параметров. Факторы формирования производительности труда разделяют на группы: материально-технические, организационные и социально-экономические на отраслевом, проектном и производственном уровнях в разных странах [6]. В исследованиях [7, 8] рассмотрены показатели производительности труда при кирпичной кладке. Определение влияния отдельных факторов на показатели производительности труда определить сложно, так как на производительность труда одновременно действует множество факторов. При определении влияния отдельных или нескольких факторов на показатели производительности труда целесообразно использование моделирования. Все факторы организации труда оказывают существенное влияние на уровень производительности труда, не находясь с ним в функциональной зависимости. Для определения количественного влияния каждого отдельного фактора и всей совокупности факторов на уровень производительности труда используют методы математического моделирования. Модели для расчета показателей производительности труда при кирпичной кладке представлены в исследованиях [7, 9, 10].

Обзор литературы показывает, что, несмотря на различия в социально-экономических условиях стран, основными влияющими на производительность труда факторами признаны отсутствие материалов, нехватка квалифицированных кадров, отсутствие надлежащих инструментов и оборудования, ручной труд. Целью исследования является выявление и исследование различных факторов, которые могут влиять на производительность труда каменщиков при кирпичной кладке таунхаусов в Ираке. Полученные данные необходимы для разработки математической модели показателей производительности труда.

Исследование реализации технологической системы возведения таунхаусов выполнено с использованием теоретического, структурного, эмпирического и статистического методов.

Для получения достоверных данных об изучаемом объекте разработана программа исследования с обоснованием необходимого и достаточного количества наблюдений, в которой предусмотрено выявление влияющих факторов и их основные параметры; обоснование рабочей гипотезы об изучаемой закономерности поведения объекта; определение точности измерений; определение минимального объема измерений; методика математической обработки экспериментальных данных и проверка рабочей гипотезы. Для корректной оценки полученных данных и наблюдений выполнен их анализ с помощью математической статистики и теории вероятностей.

В рамках исследования выполнено ежедневное наблюдение в течение восьми рабочих недель. Данные о выполнении работ получены при кирпичной кладке стен таунхаусов на пяти различных строительных площадках (рис.1). На двух строительных площадках производство работ организовано по системе тройка. На трех - по системе четверка.



Рис. 1. Объекты исследования

Для решения задачи исследования составлен перечень факторов, влияющих на показатели производительности труда: ограничение площади складирования материалов; несвоевременная поставка материалов или отсутствие другого необходимого ресурса (электрической энергии, воды и др.); низкая механизация труда; использование большого количества ручного труда; простои бригады и потери рабочего времени; дефекты производства; организация производственного процесса; неравномерность производства работ; квалификация производственного персонала.

Производительность труда бригады каменщиков зависит не только от ритмичности работы, но и от организации производственного процесса. В процессе наблюдений установлено, что кирпичная кладка производится весьма неравномерно. Неравномерность производства работ отмечена не только в отдельные дни в течение недели, но и по неделям в течение месяца. Невыполнение плановых заданий является следствием воздействия внутренних и внешних факторов. Полученные данные являются основой для разработки математической модели производительности труда при кирпичной кладке таунхаусов.

Список литературы

1. Сидняев Н.И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных. –М.: Юрайт, 2012. 399 с.
2. Yi W., Chan A.P.C. Critical Review of Labor Productivity Research in Construction Journals. J. Manag. Eng. 2014, 30(2) pp. 214–225.
- 3 Maruyama T., Karasawa H., Hashimoto S., Date S. Effect of expansive agent and temperature on the quality of pre-cast concrete products. International Journal of Civil Engineering. 2017, 15(2), pp.263-271.
4. Свинцов А.П., Николенко Ю.В., Квартенко К.В. Легкий строительный материал на основе быстро твердеющих вяжущих // Строительные материалы.

2010. № 12. С. 47-51.

5. Свинцов А.П., Малов А.Н., Николенко Ю.В., Ганин А.А. Безбалочные железобетонные перекрытия: особенности конструкции и технологии возведения // Строительная механика конструкций и сооружений. 2009. № 2. С. 74-80.

6. El-Gohary K.M., Aziz R.F. Factors Influencing Construction Labor Productivity in Egypt. J. Manag. Eng. 2014, 30(1), pp. 1–10.

7. Bokor O., Florez L., Gledson B., Osborne A. Input for hybrid simulation modelling construction operations Proceedings of the Creative Construction Conference. 2019, 078

8. Anand K.B., Ramamurthy K. Laboratory-Based Productivity Study on Alternative Masonry Systems. J. Constr. Eng. Manag. 2003 129(3), pp. 237–242.

9. Sanders S.R., Thomas H.R. Masonry Productivity Forecasting Model. J. Constr. Eng. Manag. 1993, 119(1), pp. 163–179.

10. Thomas A.V., Sudhakumar J. Modelling Masonry Labour Productivity Using Multiple Regression. In Proceedings 30th Annual ARCOM Conference, 2014, pp. 1345–1354.

Дарвиш Факирулла

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ЖИЛЫХ ЗДАНИЯХ В Г. КАБУЛ (АФГАНИСТАН)

*Российский университет дружбы народов, магистр департамента
Строительства Инженерной академии, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6
Научный руководитель: Свинцов А.П.*

Аннотация: Даны характеристики современных стандартов энергосбережения в жилых зданиях, приведена методика расчета окупаемости затрат на энергосберегающие мероприятия, рекомендации по улучшению инвестиционной привлекательности строительства энергосберегающих жилых зданий. Целью исследования является разработка мероприятий по энергосбережению жилых зданий в г. Кабул.

Ключевые слова: жилые здания, энергосбережение, расходы, эффективность.

В ситуации формирования рыночных отношений и развития государственной экономики энергосбережение считается ключевой задачей развития страны. Одним из ключевых направлений политики энергосбережения считается рост эффективности применения энергии над наращиванием ее производства, что дает достичь позитивных экономических, общественных и экологических эффектов. Афганистан на данный момент находится в ситуации экономического роста и стабилизации жизнедеятельности общества, где важно при дальнейшем развитии городского строительства учитывать современные

технологии, которые направлены непосредственно на экономическую эффективность энергосбережения жилых здания в г. Кабул. Жилые общественные и коммерческие здания потребляют больше половины всех энергетических ресурсов планеты и формируют одну треть мировых выбросов углекислого газа. Мировой энергетический кризис, начавшийся в 1974 г. повысил интерес к проблемам энергосбережения. Были приняты решения о значительном повышении теплозащиты зданий. К концу 20 века нормативное энергопотребление в Европе было снижено практически в 2 раза: с 200–300 до 150 кВт·ч/м² в год. С начала 21 века стали активно применять системы автоматизации инженерного оборудования, использование возобновляемых источников энергии, энергосберегающие архитектурные решения. В результате нормативное энергопотребление было понижено до 60–70 кВт·ч/м² в год. Одновременно появляются «пассивные» дома, в которых удельное годовое потребление на отопление не превышает 15 кВт·ч/м² в год, здания с близким к нулевому энергетическим балансом [1]. Директивой Евросоюза 2010 г. установлено, что к концу 2020 г. все строящиеся здания будут проектироваться по стандарту «нулевое энергопотребление здания». К 2030 г. планируется ввести новый стандарт энергосбережения - активный дом или дом с плюсовой энергией: здание, которое вырабатывало бы больше энергии, чем само потребляло. Современные технологии позволяют достигать самых высоких стандартов в энергосбережении. Набор таких мероприятий хорошо известен: утепление оболочки зданий, многослойное остекление, теплоотражающие покрытия на стеклах окон, погодное регулирование подачи тепла, рекуперация вентилируемого воздуха, применение тепловых насосов, тепловых коллекторов, фотовольтаика и т.д. [2-5]. необходимо отметить, что Афганистан не отстает от европейских тенденций, т.к. Кабул активнее начинает использовать в новых жилых зданиях альтернативные источники энергии. Немецкая группа компаний, которая специализируется на разработке альтернативных источников энергии, разрабатывает для Кабула соответствующий проект. В современных жилых зданиях Кабула предусматривают также как и в европейских зданиях многослойное остекление, теплоотражающие покрытия на стеклах окон, погодное регулирование подачи тепла, рекуперацию вентилируемого воздуха, использование солнечных батарей. Однако, возникает вопрос о том, может ли быть выгодно конкретному застройщику жилого здания в Кабуле вкладывать деньги в такие современные инновационные технологии, которые направлены на энергосбережение. Ниже представлена методика исследования сроков окупаемости мероприятий по энергосбережению. Расходы на отопление можно определить по формуле:

$$C_h = A \times q \times c_u \quad (1)$$

где C_h - расходы на отопление, афгани; A - общая площадь отопления объекта, м²; q - расход тепловой энергии на 1 м² общей площади, кВт·ч/м²; c_u - стоимость 1 Квт час тепловой энергии, аф./кВт·ч.

Тогда экономия расходов после внедрения оборудования составит:

$$S_h = k_s \times C_h \quad (2)$$

где k_s - коэффициент экономии тепловой энергии (может изменяться от 0 до 0,5).

Коэффициент экономии является переменной величиной и зависит от способа экономии, типа применяемого оборудования, теплотехнических характеристик объекта и определяется по каждому объекту индивидуально. Кроме того, на обслуживание оборудования могут потребоваться затраты, которые учитываются коэффициентом дополнительных затрат k_d . Фактическая (чистая) экономия расходов на отопление составит:

$$S_{hnet} = S_h(1 - k_d) \quad (3)$$

где k_d - коэффициент, учитывающий дополнительные расходы на обслуживание оборудования (может изменяться от 0 до 0,1).

Как правило, у организаций отсутствуют свободные средства для приобретения за собственный счет энергосберегающего оборудования или осуществления дополнительной теплозащиты. Реальным источником платы заявляется ежемесячная экономия, которая получается при внедрении определенного мероприятия. Эта сумма может ежемесячно направляться на погашение кредита, потраченного на приобретение оборудования или дополнительную теплозащиту. Заказчик до момента окупаемости проекта будет нести в общей сумме те же расходы на отопление, что и до установки оборудования, а сумма экономии будет перечисляться ежемесячно на погашение кредита банка и процентов по кредиту. Ежемесячная сумма уплаты процентов за банковский кредит составит:

$$P = L_i \times I_b \quad (4)$$

где L_i - сумма кредита на 1 число каждого месяца, аф.; I_b - процентная ставка банка в месяц, %; i - месяц.

Денежные средства, которые будут ежемесячно направляться на погашение кредита:

$$R = S_{hnet} - P \quad (5)$$

Использование энергосберегающего оборудования предполагает использование тепловых счетчиков, поэтому процент по кредиту за летний период необходимо распределить на необходимый сезон текущего года.

Проведены расчеты окупаемости двух мероприятий по энергосбережению для условий г. Кабул на примере жилого 5-этажного здания площадью 4125 м². Первое мероприятие предусматривает установку системы погодного регулирования с коэффициентом эффективности $k_s = 0,20$ и коэффициентом, учитывающим дополнительные расходы на обслуживание оборудования, $k_d = 0,02$. Удельные расходы тепловой энергии на отопление зданий за год S_h , кВт ч/м² определены на основе расчетов годовых тепловых балансов жилых зданий в климатических условиях г. Кабул. В расчетах предполагается увеличение стоимости тепловой энергии на 10% в год. Второе мероприятие предусматривает формирование наружных стен, которые построены по современным требованиям энергоэффективности. В обоих случаях кредитная ставка I_b принята из расчета 14,8% годовых.

Таким образом, необходимо отметить, что основным показателем, влияющим

на возможность получения экономической выгоды применения энергосберегающих технологий является соотношение роста цен на энергообеспечение к процентной ставке по кредитам, выдаваемой банкам на эти цели. Требуется применять преимущественно не методы наказания за расточительное отношение к энергии, а методы поощрения путем выделения дополнительных государственных субсидий, в том числе на субсидирование по кредитам банков на цели энергосбережения. При разработке новых стандартов энергопотребления в Кабуле необходимо учитывать климатические условия районов строительства и эксплуатации жилых зданий. Энергопотребление одного и того же здания в Германии (Мюнхен) меньше, чем в Кабуле в 2,6 раза, поэтому приближение к современным стандартам энергосбережения в таких климатических условиях возможно только в малоэтажных блокированных зданиях с высокой компактностью. Стратегическим направлением также является энергосбережение в существующих жилых зданиях, т.к. новое строительство составляет не более 2% от существующих.

Список литературы

1. Золотозубов Д.Г., Безгодов М.А. Реконструкция зданий и сооружений. Пермь, 2014.
2. Ефименко И.Б. Экономическая оценка инновационных проектных решений в строительстве, 2014.
3. Рогов В.А., Свинцов А.П., Сидоренко С.Н. Конструктивные и технологические особенности применения облицовочных панелей вентилируемых фасадов из синтетического материала // Строительная механика конструкций и сооружений. 2010. №3. С. 76-79.
4. Свинцов А.П., Скрипник Т.В., Шакиров Б.Ш. Тепловизионное обследование здания Российского университета дружбы народов // Строительная механика конструкций и сооружений. 2017. № 1. С. 36-41.
5. Свинцов А.П., Скорнякова Е.А. Строительный комплекс как подсистема мезоэкономики // Жилищное строительство. 2014. № 12. С. 37-40.

Сорокин Алексей Николаевич

СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС В МЕЗОЭКОНОМИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

*Российский университет дружбы народов, магистр департамента
Строительства Инженерной академии, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6
Научный руководитель: Свинцов А.П.*

Аннотация: Представлены результаты исследования места и роли строительного комплекса в мезоэкономической системе. Показано, что в процессе функционирования строительного комплекса формируются и развиваются производственно-экономические межотраслевые связи и отношения, создающие предпосылки укрепления значимости отрасли в

экономике страны.

Ключевые слова: строительный комплекс, мезоэкономика, холдинг, девелопмент.

Строительный комплекс как одна из важнейших отраслей оказывает существенное влияние на экономику региона и формирование макроэкономического пространства страны. Это обусловлено тем, что любые экономические проблемы, возникающие в строительном комплексе, тесно связаны и с экономическими условиями региона, и с макроэкономическим развитием в стране. Строительный комплекс обеспечивает создание условий для поступательного и динамичного развития экономики страны и оказывает существенное влияние на масштабы воспроизводства основных фондов, формирование пропорций развития всех направлений хозяйственной деятельности и социальной сферы. Предприятия строительного комплекса (подрядные организации, проектно-изыскательские компании, предприятия строительных материалов, конструкций, научно-исследовательские институты, учебные заведения и др.) в большинстве случаев организационно не связаны между собой. В то же время деятельность предприятий отрасли находится под контролем единого регионального центра исполнительной власти. Кроме того, формирование цен на строительную продукцию осуществляется на единой методологической основе, а проектная, производственная и хозяйственная деятельность осуществляется и регулируется в соответствии с требованиями строительной нормативно-технической документации в едином правовом поле. Это позволяет рассматривать строительный комплекс как подсистему мезоэкономики.

Мезоэкономика представляет собой промежуточный уровень в экономике и экономической науке между микро- и макроэкономикой. Мезоэкономика как средний уровень экономической иерархии сформирован в процессе объединения предприятий, создания крупных объединений с высокой концентрацией капитала и производства, а также с централизацией управления. В мезоэкономическом пространстве системы и совокупности хозяйствующих субъектов взаимодействуют между собой как по вертикали, так и по горизонтали, образуя единое целое, «обладающее свойствами, не присущими составляющим его компонентам, взятым в отдельности» [1, 2].

Предприятия строительного комплекса выстраивают не только парные или групповые взаимосвязи, но и создают крупные финансово-производственные объединения и наряду с агропромышленным, военно-промышленным и другими комплексами являются подсистемой мезоэкономики.

Как известно, на микроуровне хозяйствующие субъекты рассматриваются как суверенные и самостоятельно действующие элементы, не образующие экономическую систему. Под хозяйствующими субъектами микроэкономического уровня понимают все организации, домашние хозяйства и отдельно взятого человека как участников социально-экономических процессов и взаимодействий, составляющих элементарный уровень экономики.

Хозяйствующие субъекты строительного профиля представляют собой обособленные специализированные организации (юридические лица), производящие и реализующие различную строительную продукцию. Это подрядные и проектные организации, предприятия по производству строительных материалов, конструкций, транспортные компании, научно-исследовательские институты, учебные заведения и др. На рабочих местах предприятий создается материальная и интеллектуальная база обеспечения жизнедеятельности как отдельного человека, так и общества в целом. Отечественный и зарубежный опыт показывает, что эффективность функционирования строительных компаний в значительной степени зависит от квалификации производственного персонала [3, 4, 5]. Это особенно важно и актуально в условиях конкуренции за получение подрядов и заказов на строительную продукцию различного назначения. В современных условиях роль специалистов, обладающих новыми знаниями в управлении проектами, логистики, производства работ является определяющей и первостепенной. При этом предприятия преследуют в качестве основной цели своей деятельности извлечение прибыли на вложенный труд или капитал. В соответствии с основной целью выстраивается схема производственно-экономических действий. Стремясь к достижению основной цели хозяйственной деятельности строительные предприятия конкурируют между собой для обеспечения себе лучших условий и возможностей функционирования. Это право каждого независимого субъекта строительного рынка. При этом предприятия-конкуренты интересуются экономическими выгодами соперников ровно в той степени, в какой могут обеспечить получение собственных. Наиболее жесткая конкуренция наблюдается между предприятиями, производящими аналогичную строительную продукцию, удовлетворяющую одни и те же потребности.

В условиях конкурентной борьбы предприятия вынуждены не только улучшать качество своей продукции, снижать цену и пр., но и вступать в экономические взаимодействия на долгосрочной основе с другими компаниями как строительного комплекса, так и других отраслей. В результате подобного слияния образуются организационно-хозяйственные структуры различного масштаба, обеспечивающие гибкость, мобильность, рациональность производства. Сочетание разномасштабных структур управления позволяет обеспечивать работоспособность системы в условиях неопределенности или кризиса. Объединение предприятий приводит к образованию крупных хозяйствующих субъектов и групп: картелей, трестов, концернов [6]. Такая централизация дает дополнительные конкурентные преимущества:

- * снижение себестоимости строительной продукции;
 - * повышение эффективности распределения и использования ресурсов;
 - * разработка и ускоренное внедрение новых технологий и новых видов строительной продукции;
 - * расширение масштабов производства и реализации продукции.
- Объединение в одну вертикальную структуру существенно изменяет

производственные отношения и приводит к образованию монополий различного масштаба. Крупные корпорации сосредотачивают значительные финансовые средства, получают возможность лоббирования в институтах власти, осуществлять контроль за деятельностью большого количества фирм. На этой основе образуется мезосистема со свойствами, отличными от свойств отдельно взятых компаний.

Одной из форм мезоэкономических систем являются холдинги. Холдинговая компания приобретает крупные пакеты акций нескольких открытых акционерных обществ, чтобы иметь возможность проведения централизованной политики в масштабе региона или отрасли. Одним из вариантов холдинга является девелоперская компания, представляющая собой, как правило, инвестиционно-строительную корпорацию со своей структурой и системой взаимоотношений нескольких юридических лиц, деятельность которых координируется и направляется на достижение целей управляющей командой (советом директоров и др.). В своей сущности девелопмент представляет собой единство строительной, экономической и правовой составляющих [7]. Структура, производственное содержание и экономическая сущность девелопмента идентифицируются со строительством, риэлторской деятельностью, управлением коммерческой недвижимостью. Девелопмент функционирует в реальном секторе экономики и инвестиционных процессах в строительстве и реконструкции различных объектов промышленного и гражданского назначения. Это приводит к активизации производственных и экономических процессов в различных направлениях деятельности строительного комплекса: в проектных и подрядных организациях, на предприятиях строительных материалов, строительного машиностроения и др. Кроме того, реализация строительных и инвестиционных проектов приводит в движение производственные процессы в отраслях промышленности, обеспечивающих строительный комплекс всем необходимым: химическими материалами, трубами и стальным прокатом, электропроводами и фурнитурой и пр. Девелоперские компании как подсистемы мезоэкономики оказывают существенное влияние на создание или модернизацию основных фондов в виде построенных и сданных заказчикам заводов, мостов, жилых и общественных зданий. Эти объекты составляют важную часть регионального хозяйства. «Региональный аспект влияния девелопмента состоит в том, что развитие недвижимости ведет к качественному изменению не только самих объектов недвижимости, но и их окружения» [8]. Девелопмент как часть мезоэкономической системы оказывает влияние на экономическое развитие как региона, так и национальной экономики, вовлекая в инвестиционный и производственный процессы финансовые и промышленные отрасли страны.

В процессе функционирования субъектов строительного рынка под влиянием внешних факторов и конкурентной среды происходит концентрация производства как сосредоточение средств и ресурсов в крупных производственных организациях. Концентрация строительного производства осуществляется по двум основным направлениям: отраслевому и

территориальному.

Отраслевой принцип концентрации заключается в укрупнении строительных организаций несколькими способами:

- * увеличение действующего предприятия за счет его реконструкции и технического переоснащения;
- * вхождение строительных предприятий в состав финансово-промышленных групп, холдингов, корпораций;
- * слияние и объединение отдельных самостоятельных предприятий в единую систему с соответствующей централизацией производства.

Территориальный принцип концентрации основан на особенности строительства: территориальная привязка возводимых, реконструируемых или эксплуатируемых объектов. На концентрацию строительного производства в территориальном аспекте оказывают существенное влияние локальные условия:

- * функционирование сданных в эксплуатацию объектов и одновременная застройка территории;
- * подготовка территорий под новое строительство;
- * редевелопмент территорий и существующих объектов.

В обжитых территориальных образованиях действуют крупные предприятия строительного комплекса: цементные заводы, предприятия по выпуску металлоконструкций, домостроительные комбинаты. В развивающихся районах материально-техническая база строительства создается одновременно с застройкой территории. В новые районы строительства материальные и трудовые ресурсы, а также средства механизации доставляют из других районов. В отдаленные от промышленных центров и в северные территории все необходимое для строительства доставляют с учетом климатических особенностей районов.

Таким образом, строительство представляет собой крупный хозяйственный комплекс с многочисленными внутриотраслевыми и межотраслевыми связями и является значимой подсистемой мезоэкономики. В процессе функционирования строительного комплекса формируются и развиваются межотраслевые связи и отношения. Это выдвигает новые задачи экономического взаимодействия и интеграции на долгосрочной основе. Широкие межотраслевые связи строительного комплекса обеспечили ему наряду с машиностроением, агропромышленным и военно-промышленным комплексами центральное место в мезоэкономическом пространстве. В микроэкономике каждая строительная организация, проектно-изыскательская фирма, предприятие строительной механизации представляют собой обособленные хозяйствующие субъекты строительного рынка. Строительные предприятия вступают в хозяйственные связи с соответствующими компаниями, заказчиками, инвесторами и др. на основе договоров. В мезоэкономическом уровне национальной экономики хозяйствующие субъекты являются крупными объединениями, холдингами, корпорациями, комплексами с различной степенью централизации управления. Строительный комплекс,

являющийся частью мезоэкономической системы, оказывает существенное влияние на экономическое развитие как регионов, так и смежных отраслей. Укрупнение предприятий и совершенствование экономических связей между ними происходит непрерывно. В этой связи существует ряд научных задач и проблем, решение которых позволит разрабатывать рекомендации по формированию практической направленности экономической политики государства на региональном и федеральном уровнях.

Список литературы

1. Ардашева Е.П. Типология мезоэкономики // Вестник Казанского технологического университета. 2007. № 3-4. С. 218–229.
2. Свинцов А.П., Скорнякова Е.А. Строительный комплекс как подсистема мезоэкономики // Жилищное строительство. 2014. № 12. С. 37-40.
3. Свинцов А.П. Новое поколение высококвалифицированных специалистов-строителей для России и зарубежных стран // Жилищное строительство. 2013. № 8. С. 25-28.
4. Свинцов А.П. Подготовка высококвалифицированных специалистов-строителей – основа обеспечения безопасности жизнедеятельности // Безопасность жизнедеятельности. 2013. № 10. С. 44-47.
5. Свинцов А.П., Николенко Ю.В., Патрахальцев Н.Н., Иванов В.Н. Совершенствование технологии бетонных работ в монолитном домостроении // *Строительные материалы*. 2012. №1. С. 28-32.
6. Белоусова Л.С. Отраслевая и территориальная трансформация строительного комплекса региона (методические аспекты) // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. 2010. № 3 (63). С. 27–34.
7. Амелина П.Ю. Сущность девелопмента как экономической категории и вида предпринимательской деятельности // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. 2011. № 1. С. 57-59.
8. Белобородов Р.С. Девелопмент как эффективная система управления инвестиционно-строительным проектом // Современные технологии управления. 2011. № 2. С. 16-22.

Батаршин Виталий Олегович

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ КВАЛИМЕТРИИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ГОРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ, ЗАНИМАЮЩЕГОСЯ ДОБЫЧЕЙ УРАНА

*Дальневосточный федеральный университет, кафедра горного дела и
комплексного освоения георесурсов, г. Владивосток
Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич*

Аннотация: В современном мире, большинство ресурсов, используемых в промышленности, добываются подземным способом. Это касается и урановых месторождений. Однако в данных месторождениях повышается

опасность профессиональных заболеваний и облучения в результате повышения радона в воздухе. По этой причине необходимо усовершенствовать имеющиеся методы обнаружения радона в воздухе.

Ключевые слова: радон, подземное строительство, вентиляция, урановая руда, урановое месторождение.

В современном мире для развития науки и техники используется энергия, следовательно, для увеличения уровня развития современного мира ее нужно больше. Максимальное количество энергии вырабатывают атомные электростанции, для функционирования которых необходима урановая руда. Так как распад изотопов урана сопровождается выделением огромного количества энергии. Данная руда добывается на урановых месторождениях, разработка, которых связана с большой опасностью для рабочих. Максимальный вред жизни и здоровью рабочих наносится во время добычи урановой руды. Так как при добыче породы в воздух попадает радон, большие дозы которого способны нанести огромный вред человеку. [1,2]

Для уменьшения опасности жизни и здоровья рабочих при процессе добычи урановой руды, возможна установка специальных, квалитетических средств, которые следили бы за качеством воздуха в выработке. Данное устройство можно назвать Радомер. [3]

Инструкция и принцип действия Радомера

1. Радомер должен быть установлен в вентиляции выработки (при ведении буровзрывных работ) и недалеко от забоя (при отбойке породы).
2. Радомер должен быть подключен к системе управления вентиляцией и контролировать ее наравне с оператором.
3. Радомер должен быть подключен к системе аварийного оповещения.
4. Показания Радомера должны выводиться на главный экран оператора в случае автоматизированной работы Радомера и в случае деактивации автоматизации Радомера.
5. Радомер должен быть подключен к главному компьютеру локально или дистанционно.

Радомер является полностью автоматическим устройством, принцип работы которого заключен в следующем:

При получении сигнала о наличии радона в воздухе Радомер запускает вентиляцию со скоростью, которая на его взгляд способна разогнать радон. После разгона радона Радомер возвращает вентиляцию в исходный режим.

При получении сигнала о содержании радона в воздухе, значение которого близко к максимальному (максимальное значение ниже и не является критическим для здоровья и жизни рабочего), Радомер включает усиленный режим вентилирования, при увеличении значения содержания радона Радомер через систему аварийного оповещения сообщает об этом всем рабочим данного участка. После оповещения рабочие должны надеть средства индивидуальной защиты и покинуть участок или продолжить работы в средствах индивидуальной защиты. При повышении содержания радона в воздухе и

получении значения в 100 бк/м^3 , все рабочие обязаны покинуть участок проведения работ.

В случае автоматизированной работы Радомера все его показания и действия, предпринимаемые его программой, выводятся на экран оператора с возможной корректировкой.

В случае деактивации автоматизированного режима, Радомер будет выводить содержание радона в воздухе на главный экран оператора. Все дальнейшие действия для предотвращения опасности наносимой радоном должен выполнять оператор.

Применение Радомера способно повысить эффективность труда, так как при подобной системе здоровье рабочих будет значительно реже страдать, вследствие чего будет повышаться производительность. Также благоприятно для рабочих будет влиять факт того, что при малейшей опасности сработает система аварийного оповещения, что позволит снизить количество стрессов, испытываемых рабочими. Все эти факторы повысят психическое состояние рабочих и сделает данный процесс более комфортным, благодаря чему, возможен рост производительности.

Список литературы:

1. Попов Г.Н., Лобанов Д.П., Разработка месторождений радиоактивных руд, Учебное пособие для ВУЗов, часть 1. - М.: Атомиздат, 1970. – 326 с.
2. Попов Г.Н., Лобанов Д.П., Разработка месторождений радиоактивных руд, Учебное пособие для ВУЗов, часть 2. - М.: Атомиздат, 1970. – 326 с.
3. Именитов В.Р. Технология и организация производственных процессов при подземной разработке рудных месторождений М.: Недра, 1973.

Батаршин Виталий Олегович

МОДЕЛЬ РАЗРУШЕНИЯ ПОРОД ПО ОРИЕНТИРОВАННЫМ СИСТЕМАМ ТРЕЩИН

*Дальневосточный федеральный университет, кафедра горного дела и комплексного освоения георесурсов, г. Владивосток
Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич*

Аннотация: В современном мире для изучения поведения объектов в различных условиях используют модели. Однако каждая модель описывает только определенные свойства объекта в определенной среде. В данной статье будет рассмотрена модель, позволяющая рассматривать свойства объекта в зависимости от ориентации трещин.

Ключевые слова: модель, математическая модель, трещиноватость, ориентация трещин, массив горных пород.

Современный мир развивается, благодаря этому развитию мы можем получать новые знания об объектах не экспериментальным путем, а при

помощи моделирования. Модель – аналог изучаемого объекта, имеющий подобные свойства и применяемый для решения поставленной задачи. В горном деле моделирование получило большое распространение, благодаря возможности получения точных данных без больших затрат.

Одной из важных проблем, существующих в горном деле, является поведение массива при наличии систем трещин. Данную проблему рассматривает феномологическая модель, но нас больше интересует феноменологическая модель разрушения горных пород по ориентированным системам трещин. [1,2]

Можно выделить следующие две большие группы:

1. Массив пород с ориентированными системами трещин, образующими блоки. Разрушение в данной группе происходит преимущественно по зеркалам скольжений, то есть по площадкам раздела блоков.

2. Породы с хаотическим расположением трещин. Для таких пород намного сложнее подобрать угол направления трещин. В данном случае феномологическая модель предписывает рассматривать лишь ограниченное количество направлений сдвига.

В связи с тем, что количество направлений трещин относительно пройденной выработки огромно и разнообразно, а феномологическая модель рассматривает от 8 до 16 направлений, вытекает вопрос, каким образом поступать при наличии направления не входящего в основные 16. Для этой цели мы предлагаем использовать основные 16 направлений, а именно каждые $22,5^\circ$, и при попадании определенного направления трещин в данный диапазон, приблизительно округлять его до ближайшей изученной ориентации. Такие меры могут быть предприняты так, как на данном этапе существует лишь ограниченное число методов, позволяющих разрабатывать данную модель.

Список литературы:

1. Оловянный А.Г. Механика горных пород, СПб: Коста, 2012 -280 с.
2. Макаров В.В., Николайчук Н.А., Воронцова Н.А. Деформирование и разрушение горных пород в предельном и запредельном состояниях. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2003. – 142 с.

Батаршин Виталий Олегович

СРАВНЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ БЕТОННОЙ ОБДЕЛКИ В ВЫРАБОТКАХ, ПРОЙДЕННЫХ В НАРУШЕННЫХ ГРУНТОВЫХ ПОРОДАХ

*Дальневосточный федеральный университет
Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич*

Аннотация: При строительстве подземной выработки, большое внимание уделяется материалы, из которого будет изготовлена обделка. В разных

условиях принято принимать разные обделки, однако не всегда, обделка имеющая более высокие прочностные характеристики, будет приниматься для строительства подземного сооружения.

Ключевые слова: прочностные свойства бетона, подземное пространство, нарушенные грунтовые породы, бетон В25, бетон В30.

Рост науки и техники требует увеличения производства материалов, часть из которых получают путем переработки полезного ископаемого добываемого как подземным, так и открытым способом. Для производства работ по добыче полезного ископаемого подземным способом, создают шахты, для нормального функционирования которых необходимо создавать обделку. При создании обделки зачастую смотрят на прочностные характеристики и экономическую целесообразность применения бетона.

В данной статье будет рассмотрена целесообразность применения бетона В25 и В30, в условиях нарушенных грунтовых пород. Для этого мы рассмотрим две диаграммы (рис. 1, рис. 2.)

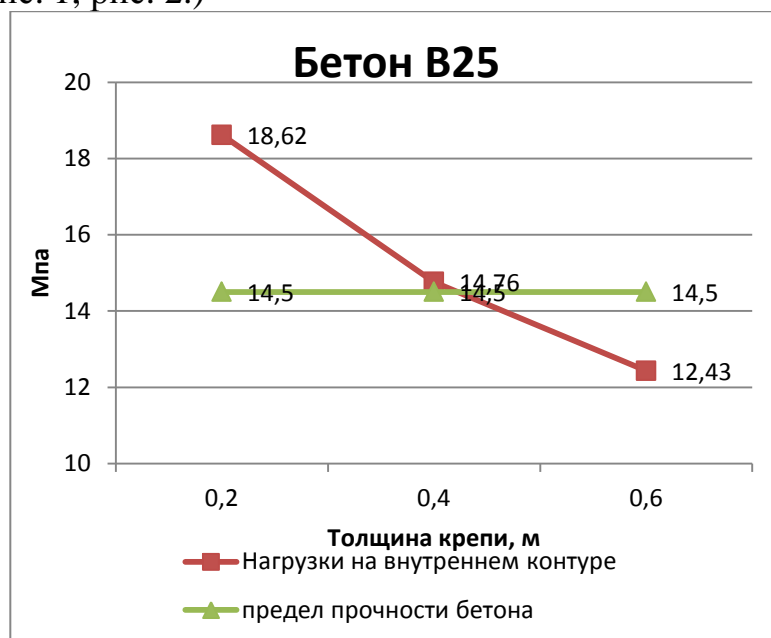


Рис. 1. Диаграмма зависимости нагрузки на внутреннем контуре выработки от толщины бетона В25

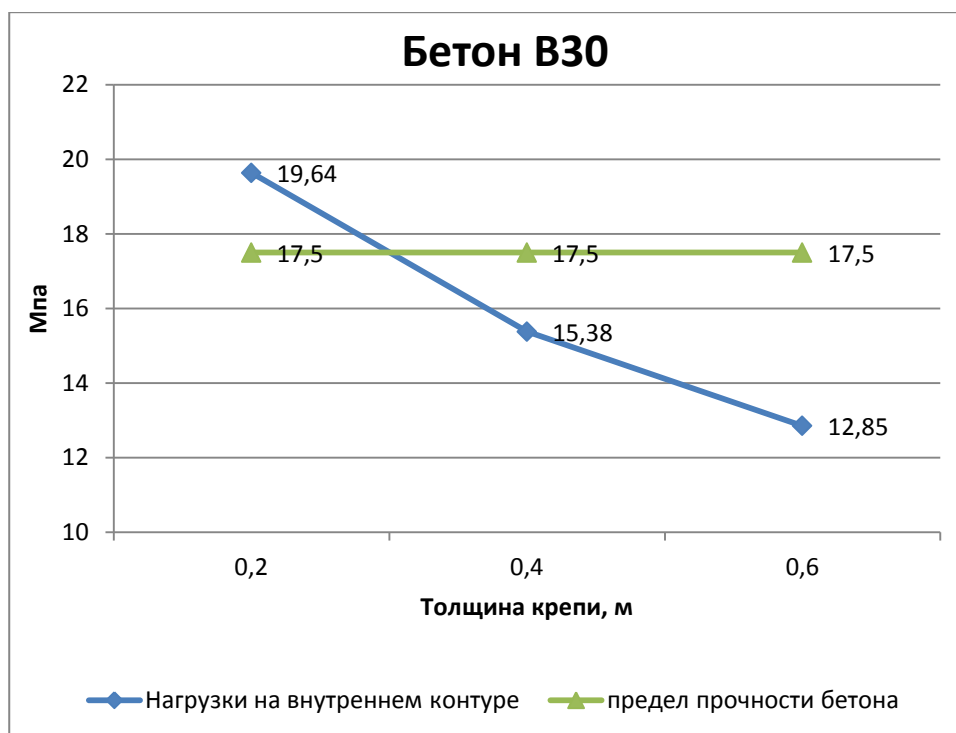


Рис. 2. Диаграмма зависимости нагрузки на внутреннем контуре выработки от толщины бетона В30

На данных диаграммах можно увидеть зависимость нагрузки на внутреннем контуре выработки от толщины обделки выработки. Где с повышением толщины обделки уменьшается нагрузка на контур. Сравнивая две диаграммы мы можем увидеть, что обделка выдерживает нагрузку на контуре в случае с бетоном В25 при толщине выше 0,4 м, в то время как обделка выполненная из бетона В30, имеет больший запас прочности и способен выдерживать нагрузки при толщине обделки в 0,3 м. Исходя из этого можно увидеть что при равных условиях экономически целесообразным было бы использование бетона В25, но рассчитав все нагрузки и выяснив, насколько отличается толщина обделки, мы можем сделать вывод, что при данных условиях нарушенного грунтового массива лучше использовать бетон В30.

Однако данный вывод уникален и может не подходить в качестве общего решения ко всем случаям, где в качестве пород, слагающих массив, используются нарушенные грунтовые породы. Это связано с тем, что исходные данные могут быть отличны между собой, а также модуль деформации бетона, при повышении его марки увеличивается, что приводит к повышению нагрузок на контуре выработке, что является негативным параметром для шахтостроителей.

Исходя из данной статьи можно определить, что проведенный анализ, основанный на диаграммах зависимости нагрузки на внутреннем контуре выработки, от толщины бетона, показал явное преимущество использования бетона марки В30 перед бетоном марки В25.

Список литературы:

1. Оловянный А.Г., Механика горных пород, СПб: Костаб 2012 - 280 с.

2. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений. - М.: Недра, 1994. - 384 с.
3. Макаров В.В., Николайчук Н.А., Воронцова Н.А. Деформирование и разрушение горных пород в предельном и запредельном состояниях. - Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2003. – 142 с.

¹Пленник Милена Денисовна, ¹Цепелева Алена Сергеевна,
¹Колесов Юрий Юрьевич, ¹Павликов Сергей Николаевич, ²Коломеец
Валерия Юрьевна

ОПТИМИЗАЦИИ ПРОВЕРКИ СЕТИ НА НАЛИЧИЕ ВРЕДНОСНЫХ ПРОГРАММ

¹МГУ им. адм. Г.И. Невельского

²Владивостокский государственный университет экономики и сервиса

Аннотация: В работе приведена система и способ проверки потока данных, передаваемого по небезопасным каналам сети, рассмотрены методы уменьшения ресурсных затрат без снижения надежности проверки.

Ключевые слова: оптимизация, поток данных, надежность, обнаружение, сетевой трафик.

Объект исследования – поток данных, передаваемый по сети.

Предмет исследования – способ адаптивной оптимизации проверки потока данных, передаваемых по открытым информационным сетям.

Целью является анализ возможностей методов и способов в сокращения времени, требуемого для проверки потока данных, передающихся по сети, на наличие угроз без снижения надежности проверки и при приемлемых ресурсных затратах.

Актуальность данной темы обусловлена тем, что в настоящее время наблюдается резкое увеличение количества компьютерных технологий и угроз к их нормальному функционированию. К ним относятся различные вредоносные приложения (например, компьютерные вирусы, сетевые черви, троянские программы и др.), а также атаки со стороны злоумышленников. По данным причинам широкое распространение получили средства защиты информационных систем (ИС), известные под названием систем обнаружения вторжений (Intrusion Detection System, IDS) [1].

Под системой IDS понимают различные программные и аппаратные средства, предназначенные для анализа событий, возникающих в ИС, с целью выявления атак против уязвимых сервисов и приложений или фактов неавторизованных действий.

Одним из видов систем обнаружения вторжений является сетевая система обнаружения вторжений, которая предназначена для перехвата, входящего в компьютерную систему или сеть сетевого трафика и анализа его на наличие угроз. В этом случае под сетевым трафиком понимается поток данных,

передающихся по сети. Обнаружение угроз обычно производится с использованием эвристических правил и сигнатурного анализа.

При этом в условиях современных высоких скоростей сетевых соединений и постоянно растущего количества компьютерных угроз существующим сетевым системам обнаружения вторжений приходится производить проверку все большего объема сетевого трафика с использованием постоянно увеличивающихся баз данных сигнатур и правил эвристического сканирования. Таким образом, происходит увеличение задержки доставки сетевого трафика адресату, которая непосредственно зависит от времени проверки.

В настоящее время существует ряд решений, предназначенных для оптимизации проверки сетевого трафика с целью увеличения производительности сетевых систем обнаружения вторжений [2, 3].

В материалах, приведенных в [2] описан способ определения вредоносного кода в потоке данных, передающихся по сети, который использован как прототип. Проверка потока происходит внутри окна заданного размера с использованием определенного количества проверяющих модулей, каждый из которых проверяет участок кода по сигнатурам заданного размера. На основе результатов проверки происходит смещение окна по потоку для проведения последующей проверки. Данное решение повышает надежность при проверке сетевого трафика, но при этом не решает проблему избавления от необходимости проверять поток полностью, что негативно сказывается на производительности.

Технический результат настоящего изобретения заключается в оптимизации, уменьшении времени, требуемого для проверки потока данных, передающихся по сети, на наличие угроз без снижения надежности проверки. Это достигается за счет выборочной частичной проверки потока данных на основе статистики размещения в потоке данных ранее обнаруженных угроз.

Система проверки потока данных, передаваемого по сети, при наличие угроз, приведена на рис. 1 и содержит: по меньшей мере, одну сетевую систему обнаружения вторжений, предназначенную для: проверки заданной области потока данных на наличие угроз; сбора и отправки статистической информации об обнаруженных угрозах в базу данных статистики; базу данных статистики, предназначенную для хранения полученной информации и предоставлении ее средству определения областей проверки; средство определения областей проверки, предназначенное для: изменения заданной области проверки на основе информации, полученной из базы данных статистики; передачи информации об измененной области проверки, по меньшей мере, одной сетевой системе обнаружения вторжений.

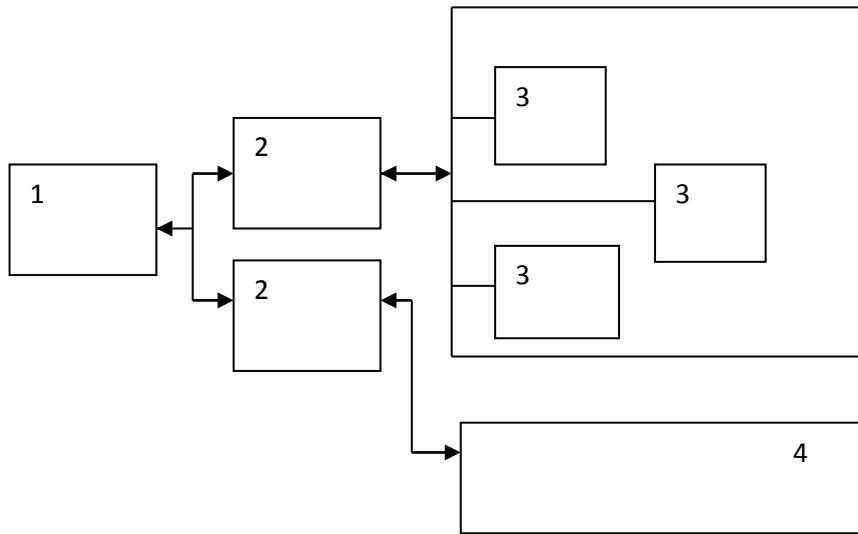


Рис. 1. Структурная схема сетевой системы обнаружения вторжений, где обозначены:
 1 – внешняя информационная сеть; 2 - сетевая система обнаружения вторжений,
 3 - персональные компьютеры, 4 - локальная вычислительная сеть

Сетевые системы обнаружения вторжений, которые способны производить частичную проверку сетевого трафика, являются клиентами системы оптимизации проверки сетевого трафика. Для сбора статистической информации о расположении угроз в сетевом трафике предназначены системы сбора статистики по угрозам, структурная схема системы оптимизации проверки сетевого трафика приведена на рис. 2.

На Рис. 3 показана схема алгоритма работы системы оптимизации проверки сетевого трафика. Данный алгоритм приведен для случая, когда в базе данных статистики присутствует одна запись об обнаруженной угрозе. Вариант алгоритма для случая, когда в базе данных статистики присутствует множество записей, заключается в многократном повторении указанного алгоритма. На первом этапе средство определения областей проверки получает информацию об угрозе из базы данных статистики. Полученная информация содержит сведения о смещении угрозы относительно начала передачи данных и времени обнаружения угрозы. На втором этапе средство определения областей проверки производит вычисление значения актуальности угрозы, которая определяется как разница между временем, в которое производится вычисление, и временем обнаружения угрозы.

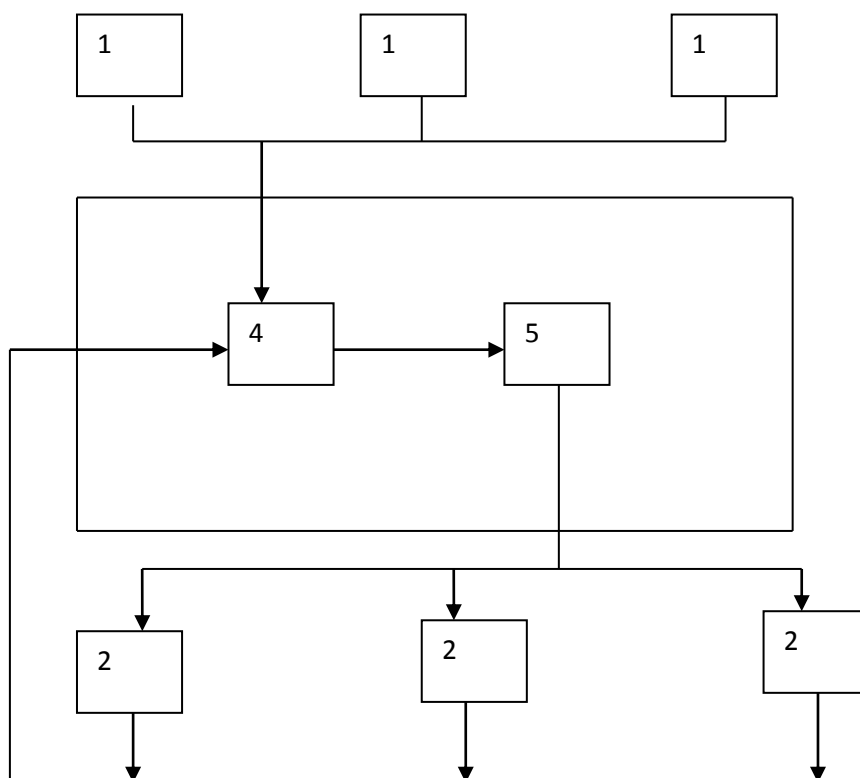


Рис. 2. Структурная схема системы оптимизации проверки сетевого трафика, где обозначены: 1 – системы сбора статистики по угрозам; 2 - сетевые системы обнаружения вторжений; 3 - система оптимизации проверки сетевого трафика; 4 - база данных статистики; 5 - средство определения областей проверки

Если порог превышен, и смещение угрозы входит в область проверки, то на этапе 7 средство определения областей проверки производит сужение области проверки для исключения смещения угрозы.

Если порог не превышен, и смещение угрозы не входит в область проверки, то средство определения областей проверки производит расширение области проверки для включения смещения угрозы. В двух других случаях система оптимизации проверки сетевого трафика завершает свою работу, не переходя к этапу распространения информации и записи в базу данных об областях проверки сетевым системам обнаружения вторжений, которые в соответствии с полученной информацией производят частичную проверку сетевого трафика.

Сетевые соединения могут образовывать локальную вычислительную сеть (LAN) и глобальную вычислительную сеть (WAN). Такие сети применяются в корпоративных компьютерных сетях, внутренних сетях компаний и, как правило, имеют доступ к сети Интернет. В LAN- или WAN-сетях персональный компьютер подключен к локальной сети через сетевой адаптер или сетевой интерфейс.

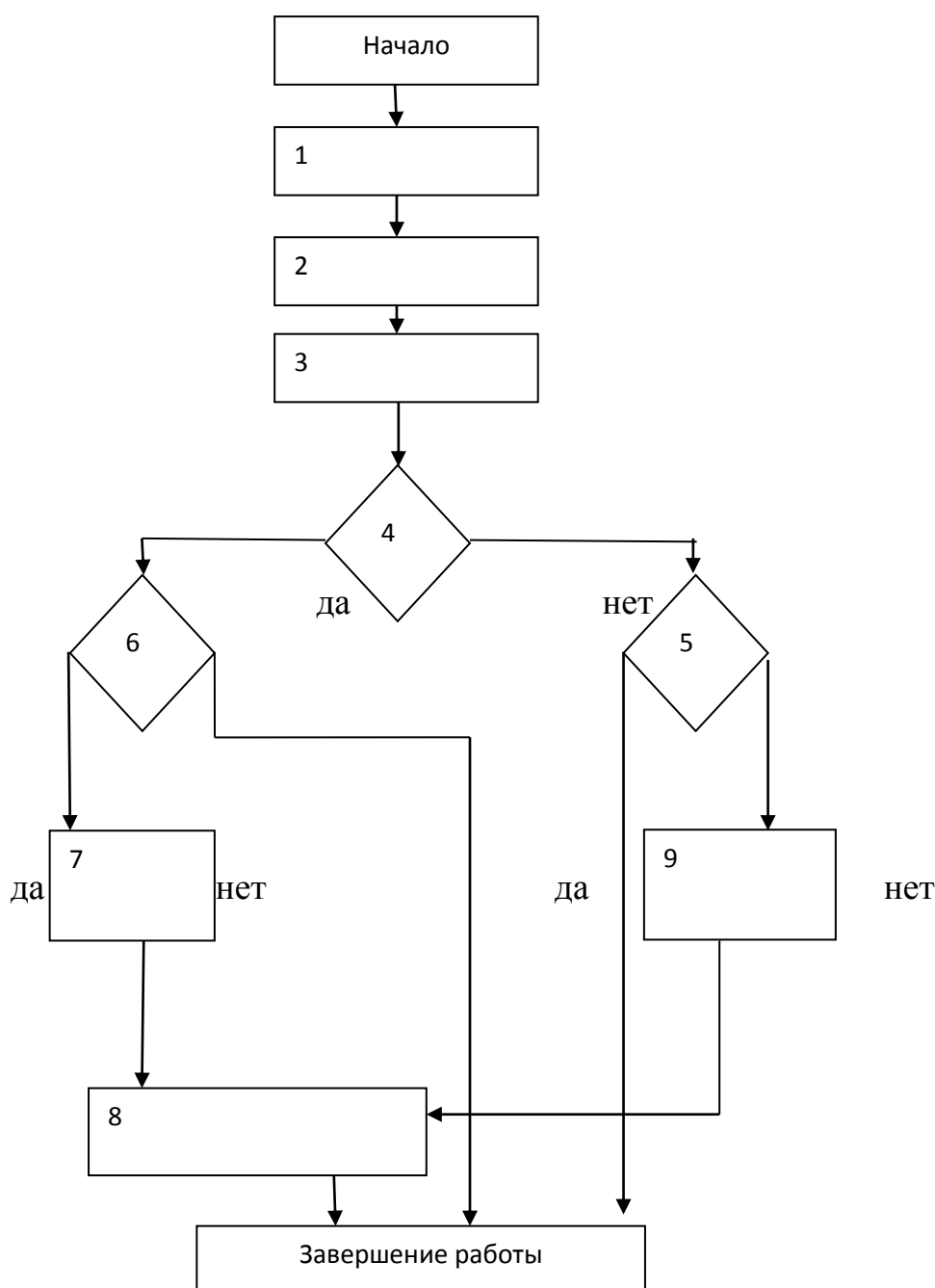


Рис. 3 Схема алгоритма работы системы оптимизации проверки сетевого трафика, где обозначены: 1- получение информации об угрозе; 2 – вычисление оценки актуальности угрозы; 3 – Сравнение с порогом; 4 – Порог превышен?; 5 - Смещение потенциальной угрозы входит в область проверки?; 6 - Смещение угрозы входит в область проверки?; 7 – Сужение области проверки для исключения расположения угрозы; 8 – распространение информации; 9 – Расширение области проверки для включения расположения угрозы

При использовании сетей персональный компьютер может использовать модем или иные средства обеспечения связи с глобальной вычислительной сетью, такой как Интернет. Модем, который является внутренним или внешним устройством, подключен к системной шине посредством последовательного порта. Следует упомянуть, что сетевые соединения являются лишь примерными и не обязаны отображать точную конфигурацию сети, т.е. в действительности существуют и иные способы установления соединения

техническими средствами связи одного компьютера с другим. От надежности телекоммуникационной системы зависит степень защиты системы оптимизации проверки сетевого трафика. Использование в системе способа разведзащищенного канала связи [4] затруднит процесс определения уязвимости и снизит вероятность успешной атаки противной стороны, снизит временные потери за счет повторения сеанса для достижения требуемого уровня ошибки в процессе информационного обмена.

Таким образом, результат данного технического решения заключается в уменьшении времени, требуемого для проверки потока данных, передаваемого по сети, на наличие угроз без снижения надежности проверки. Указанный технический результат достигается за счет выборочной проверки потока данных на основе статистики размещения в потоке данных ранее обнаруженных угроз. Статистика размещения угроз в потоке данных может быть получена ранее по доверенным каналам связи от систем сбора статистики по угрозам, которая производит проверку потока данных полностью.

Список литературы:

1. Макаренко С.И. Информационная безопасность: учебное пособие Ставрополь: СФ МГТУ им. М.А. Шолохова, 2009. – 372с.
2. Заявка на патент US № 2007179935 [Электронный ресурс] URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2007179935>.
3. Патент РФ № 2488880 [Электронный ресурс] URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2488880>.
4. Павликов С.Н., Убанкин Е.И. Когерентная обработка сигнала в канале распространения // Научные исследования в космических исследованиях Земли. 2019. Т.11. №4. С. 48-55.

**Павликов Сергей Николаевич, Крючков Андрей Николаевич,
Солодков Олег Владимирович, Зимарева Евгения Андреевна, Сбоева
Лидия Ивановна, Пленник Милена Денисовна, Цепелева Алена
Сергеевна, Гареева Марина Анатольевна, Колесов Юрий Юрьевич,
Радочинская Анжела Жановна**

ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ СВЯЗИ В ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЕ СМП

Морской государственный университет им. Г.И. Невельского,

Аннотация: В ходе научно-исследовательской работы, проводимой по плану университета на кафедре радиоэлектроники и радиосвязи были проведены исследования по разработке способа и средств его реализации на морском транспорте и сопряженной инфраструктуры для трасс северного морского пути. Что обеспечит повышение эффективности информационного обеспечения судов за счет: управления спутниковыми системами связи за счет автоматического сопровождения по лучу, расширения диапазона и улучшение динамических характеристик сопровождения и обеспечение

мягкого автоматического перехода судового терминала с одного спутника на другой, а также комплекса систем телекоммуникаций и связи на трассе Северного Морского пути.

Ключевые слова: технологии управления, связь, трассы, северный морской путь, разделение информационных потоков, трассы доставки сообщений, критерии качества, эффективность информационного обеспечения объектов и судов.

Основание для выполнения научно-исследовательской работы, проводимой по плану университета на кафедре радиоэлектроники и радиосвязи:

- Пункт 3 Приоритетных направлений развития науки технологий и техники в РФ «Информационно-телекоммуникационные системы» и 13 «Технологии информационных, управляющих, навигационных систем», Указа Президента РФ от 7 июля 2011 г. № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ и перечня критических технологий РФ»;

- Пункт «Основных направлений развития научного обеспечения на морском транспорте: «разработка мероприятий по повышению уровня безопасности морской транспортной деятельности и охраны окружающей природной среды».

Область и объект исследования выбраны в соответствии с основной образовательной программой (ООП) 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи» (Приказ Министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. N 876): Область исследования выбраны в соответствии с ООП: создание и обеспечение функционирования устройств, систем и комплексов, основанных на использовании электромагнитных колебаний и волн и предназначенных для передачи, приема и обработки информации, получения информации об окружающей среде, природных и технических объектах, а также воздействия на природные или технические объекты с целью изменения их свойств; совокупность технологий, средств, способов и методов человеческой деятельности, направленных на создание условий для обмена информацией на расстоянии по проводной, радио, оптической системам, ее обработки и хранения. Объект исследования выбраны в соответствии с ООП: Разработка технологии, средства и методов, направленных на создание условий для обмена информацией на расстоянии, ее обработки и хранения, в том числе технологические системы и технические средства, обеспечивающие надежную и качественную передачу, прием, обработку и хранение различных сигналов, письменного текста, изображений, звуков по проводным, радио и оптическим системам.

Объектом исследования является системы радиосвязи с разделением информационных потоков.

Предмет исследования - метод управления связным ресурсом радиоканала на основе разделения информационных потоков с целью

повышения пропускной способности передачи, приема, обработки и хранения сигналов, в том числе информации по безопасности мореплавания на трассе Северного морского пути.

Актуальность темы. Тема нацелена на обеспечение надежного и качественного информационного обеспечения объектов транспортной отрасли путем повышения пропускной способности и помехозащищенности, что соответствует требованиям Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2025 года. Спутниковая связь характеризуется высокой зависимостью от радиоканала, в котором происходит деформация сигнала за счет доплеровской дисперсии, искривления луча, вибрации спутника и судна, повышенной зависимостью от уровня помех и требуемого уровня отношения сигнал к помехи.

Научная новизна. Исследование предполагает разработку метода и реализующих его технических решений по повышению эффективности информационного обеспечения судов за счет:

- управления спутниковыми системами связи за счет автоматического сопровождения по лучу, расширения диапазона и улучшение динамических характеристик сопровождения и обеспечение мягкого автоматического перехода судового терминала с одного спутника на другой;

- комплексной системы радио и гидроакустической связи на трассе Северного Морского пути.

Практическая значимость. Разработка технологий связи по повышению эффективности за счет автоматического сопровождения канала по лучу, расширения диапазона и улучшение динамических характеристик сопровождения и обеспечение мягкого автоматического перехода судового терминала с одного направления на другой позволит повысить надежность информационного обеспечения, в том числе доставки сообщений по безопасности мореплавания на объекты транспортной отрасли и инфраструктуры Северного морского пути. Комплексное использование систем связи на различных принципах и физических каналов (радио и гидроакустического) позволит повысить безопасность жизнедеятельности в районах Арктической зоны Российской Федерации.

Цель работы. - формирование научных методов повышения эффективности информационного обеспечения объектов в районах Арктической зоны Российской Федерации путем увеличения пропускной способности передачи, приема, обработки сигналов и хранения информации, в том числе по безопасности мореплавания.

Задачи:

1. Определение потребности в развитии технологий информационного обеспечения объектов в районах Арктической зоны Российской Федерации путем увеличения пропускной способности передачи, приема, обработки радиосигналов и хранения информации, в том числе по безопасности мореплавания.

2. Разработка метода информационного обмена между судами в Арктической зоне Российской Федерации.

3. Разработка методов управления информационными судовыми радиоканалами и разработать рекомендации по внедрению предложенных технических решений.

Содержание работы и основные требования к алгоритму и методике его выполнения.

Выполнение научно-исследовательской работы включает в себя следующие виды работ и формирование следующих материалов и проектов документов:

1-й этап, 2019-2020гг. Определение потребности в развитии технологий информационного обеспечения объектов в районах Арктической зоны Российской Федерации путем увеличения пропускной способности передачи, приема, обработки радиосигналов и хранения информации, в том числе по безопасности мореплавания.

1.1. Исследование технологий управления информационными ресурсами радиоканала.

1.2. Разработка модели повышения безопасности мореплавания.

2-й этап, 2020-2022 год. Разработка метода информационного обмена между судами в Арктической зоне Российской Федерации.

2.1. Разработка технологии информационного обмена между судами и береговой инфраструктуры Северного морского пути.

2.2. Разработка сопряжения предложенной системы с существующими системами радиосвязи в Арктической зоне Российской Федерации.

3-й этап, 2022-2024 гг. Разработка методов управления информационными судовыми радиоканалами.

3.1. Разработать метод и реализующих его технических решений по повышению эффективности спутниковой связи за счет автоматического сопровождения по лучу, расширения диапазона и улучшение динамических характеристик процесса наведения и обеспечения мягкого автоматического перехода судового терминала с одного спутника на другой.

3.2. Проведение экспериментальных исследований и разработка рекомендаций по внедрению предложенных технических решений совместно со средствами навигации.

Ожидаемые результаты работы.

Разработка научно обоснованных предложений по внедрению метод и реализующих его технических решений по повышению эффективности спутниковой связи за счет автоматического сопровождения по лучу, расширения диапазона и улучшение динамических характеристик процесса наведения и обеспечения мягкого автоматического перехода судового терминала с одного спутника (ретранслятора) на другой.

Сферы деятельности, в которых планируется использовать результаты работы. Результаты работы могут быть использованы в следующих сферах: совершенствование аппаратуры радиосвязи, в том числе спутниковых систем

типа VSAT, INMARSAT и др., в том числе судового и берегового оборудования, что обеспечит повышение эффективности информационного обеспечения транспортной системы Российской Федерации.

Организации способные внедрить результаты.

Минтранс России, Министерство обороны РФ, Администрация Северного морского пути, другие государственные органы.

План внедрения результатов.

Использование научно обоснованных предложений по внедрению метод и реализующих его технических решений по повышению эффективности спутниковой связи типа VSAT, INMARSAT и др.

Ожидаемая эффективность работы.

Привлечение потребителей транспортной отрасли, повышение безопасности жизнедеятельности в районах Арктической зоны Российской Федерации.

Исходные данные для выполнения работы.

Аналитические материалы по информационному обеспечению безопасной жизнедеятельности в районах Арктической зоны Российской Федерации. Конструкции средств системы контроля должны быть построены по модульному и блочно-агрегатному принципу и обеспечивать [4, 5, 6]: взаимозаменяемость компонентов; модернизируемость; масштабируемость; удобство обслуживания и ремонтпригодность. Сравнительная оценка характеристик системы информационного обеспечения приведена в таблице.

Таблица 1

Сравнительная оценка характеристик системы информационного обеспечения

Характеристики	Оценки
Функциональность	Высоко функциональная
Масштабируемость	Высокая
Быстродействие	Высокая
Взаимодействие с внешними системами	Открытая
Расширяемость	Высокая

В системе выбрана архитектура сети аналогичная LTE с расширенным спектром каналов различных физических полей, прежде всего, электромагнитного и акустического. В состав комплексной сети включены, с учетом обеспечения безопасности жизнедеятельности в регионе кроме оборудования ГМССБ, не конвенционные спутниковые системы, адаптированные для условий применения, обслуживания и эксплуатации. Приведен состав и алгоритмы работы инфраструктуры региона [6]. Рассмотрены математическая модель обеспечения безопасности и метод управления её параметрами.

Математическая модель обеспечения безопасности, включающая следующие компоненты:

1) Множество объектов Ω и элементы ω_j объектов, $j = \overline{1, M}$ с формуляром $\bar{\lambda}$ параметров состояний и характеристиками функционирования;

2) Множество угроз безопасности Y и K – технологий (способов и устройств) реализации воздействий, приводящих к снижению безопасности элементов объекта;

3) Множество методов Z обеспечения безопасности по противодействию (защите от угроз) угрозам;

4) Множество технических L методов обеспечения безопасности элементов объекта от угроз;

5) Множество методов оценки эффективности \mathcal{E} технологий обеспечения безопасности элементов и объекта в целом.

6) Пространство оценок стоимости технических средств и методов обеспечения безопасности S от K – технологий реализации Y угрозы;

7) Пространство D решений по обеспечению безопасности элемента объекта ω_i и объекта Ω в целом;

8) База данных (БД) обеспечения безопасности объекта.

Под множеством ω_i элементов объекта Ω будем рассматривать компоненты математической модели объекта, требующие защиты (имеющие ответственное назначение). Для судна элементами ω_i являются:

- технические средства;
- груз;
- экипаж и пассажиры;
- информация.

Элементы представляют собой множество, требующее защиты от угроз и дестабилизирующих факторов. Данные элементы имеют определенное назначение, массо-габаритные и др. характеристики $\bar{\Lambda}_a(\omega_i)$, описывающие ценность – a_1 и значимость – a_2 элементов для безопасности судна и базовый уровень защиты – a_3 от дестабилизирующих факторов (давление, температура, влажность и т.д.). Отображение элементов (точек) пространства угроз Y в точки пространства элементов ω_i объекта проявляется в виде потенциальной угрозы или угрозы реализованной с вероятностными характеристиками $P_{номY}$ или $P_{реалY}$ соответственно. Методы реализации угроз составляют свое случайное множество K реализуемых воздействий угрозы Y на элемент ω_i объекта.

Условная вероятность реализуемого K воздействия источника Y угроз K -методом обозначим $P(Y_k/\omega_i)$, а $P(Y/\omega_i)$ - условная вероятность воздействия угрозы Y всеми K методами воздействий на ω_i ;

$P(Y_k/\Omega)$ - условная вероятность реализации K -воздействия на весь объект Ω .

Множество методов Z обеспечения безопасности приведены и описаны в первой главе. В работе упор сделан на поиск технологии в пределах множества L технических методов и средств обеспечения безопасности ω_i и Ω в целом.

В состав технологий L входят:

- методы LN наблюдения за наличием и реализацией K способов воздействия из пространства Y угроз;
- методы построения модели LM оценки степени опасности угроз Y ;
- методы LP прогнозирования событий и оценки потенциальных потерь безопасности ω_i в виде снижения параметров и ухудшение характеристик $\bar{\Lambda}_a(\omega_i)$ у элементов объекта Ω ;
- технические методы обеспечения безопасности LZ .

Методы LZ обеспечения безопасности включают процессы отображения множества точек методов K реализации угроз Y на элементы ω_i через фильтр, реализующий защиту l -методом.

Обозначим процедуру обеспечения безопасности $LZ(l, YK, Y, i)$ – подразумевая, что использует l -метод обеспечения безопасности (защиты) от воздействия Y угрозы K -методом на элемент ω_i .

Пространство методов оценки эффективности техническими технологиями обеспечения безопасности элементов объекта может быть представлена функционалом

$\mathcal{E}[LZ(l, YK, Y, \Omega_i)]$ – эффективность того, что K -метод реализации Y угрозы безопасности i элементу Ω объекта будет устранен методом l .

В роли $\mathcal{E}[LZ(l, YK, Y, \Omega)]$ может быть использован критериальный параметр – вероятность того, что Y – угроза (реализуется методом K) объекту Ω будет снижена до допустимого значения $P(Y_K/\Omega) \leq P_{дон}$, при стоимости, соответствующей условию $C \leq C_{дон}$.

Методы обеспечения безопасности приводят к использованию необходимых ресурсов. Стоимость обеспечения безопасности угрозы имеет большое практическое значение в сравнении со стоимостью элементов и самого объекта, подлежащего защите. Под стоимостью средств защиты подразумевают затраты (финансы) в течение всего жизненного цикла.

Пространство оценок стоимости методов и средств обеспечения безопасности (противодействия угрозам) от угроз соответствует значениям стоимости конкретных средств LZ на этапах проектирования производства, установки, обслуживания, применения, анализа результатов, модернизации и т.д. вплоть до утилизации. При рассмотрении далее ограничимся стоимостью конкретных средств LZ , приведенного к моменту его применения. Обозначим $C(l, YK, Y, \omega_i)$ – как стоимость l -технологии обеспечения безопасности элемента ω_i объекта от K -метода нападения Y угрозы.

Нападающая сторона оценивает стоимость формирования потенциальной угрозы и ее реализацию неким функционалом: $CY(YK, \omega_i, Z, L)$ – стоимость реализации нападения методом K на элемент ω_i объекта, предполагается, что объект защищен методом Z .

$CY(K, \Omega, Z, L)$ – стоимость реализации нападения с помощью технологии K на объект Ω , предполагается, что объект защищен методом Z , в том числе техническим методом и средствами L .

Нападающая сторона, в свою очередь также оценивает эффективность применения тех или иных технологий K для реализации угрозы Y на объект Ω или его элементы ω_i . Обозначим такую оценку в виде $\mathcal{E}Y(YK, \omega_i, LZ)$ – как эффективность применения технологии YK угрозы Y по элементу ω_i объекта, предполагается, что объект использует Z технологию обеспечения безопасности.

В состав Z входят технические методы L , которые включают, как правило, составляющие: LN, LM, LP и LZ .

Пространство решений D представляет собой комплекс частных решений по обеспечению гарантированной безопасности объекта и его элементов от угроз при заданных условиях и ограничениях.

Алгоритм решения D осуществляет отображение угроз Y K -методами, на элементы ω_i объекта Ω в пространствах $\Omega, \omega_i, Y, K, Z, L, \mathcal{E}, C, \mathcal{E}Y, CY, DY$. Структурная схема такого взаимодействия приведена на рис. 36 и представляет собой графическое представление общей математической модели обеспечения безопасности объекта. На решение БД включает априорные данные о всех компонентах, входящих в общую математическую модель обеспечения безопасности объекта.

Решающий функционал D является ключевым звеном общей математической модели, осуществляющим управление доступными методами характеристик и свойств компонентов модели для гарантированного обеспечения требуемого уровня безопасности объекта.

Работа функционала D заключается в выработке решающей функции d для достижения поставленной цели.

Обобщенная математическая модель обеспечения безопасности объекта представлена выражением:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}[D[Z\{L(LZ\{Y(\Omega(\omega_i)))\})\}]] &\geq \mathcal{E}_{\text{за}\Omega} \\ \mathcal{E}[D] &\geq \mathcal{E}Y[DY] \\ LZ(l, YK, Y, i) &\geq LZi_{\text{дон}}^{\min} \\ C(l, YK, Y, i) &\geq Ci_{\text{дон}} \\ LZ(l, YK, Y, \Omega) &= \sum LZ(l, YK, Y, i) > LZ\Omega_{\text{дон}}^{\min} \\ C(l, YK, Y, \Omega) &\geq C_{\Omega_{\text{дон}}} \end{aligned}$$

Общая математическая модель представляет собой систему оптимизационных задач при заданных условиях и ограничениях. Процесс оптимизации каждой из них может быть представлен в виде $d = \text{extrem}\{(\bullet)\}$, где (\bullet) векторов параметр из рассмотренных ранее множеств $Y, K, Z, L, \mathcal{E}, C$ при заданной БД.

Решающая функция определяет параметры технологий обеспечения безопасности для:

- минимизации угроз Y и методов их реализации K ;
- минимизации стоимости технологий обеспечения безопасности объекта;

- максимизации эффективности обеспечения безопасности объекта;
- минимизации технологий, обеспечивающих достижимый уровень безопасности объекта.

Таким образом, сформирована структура к системе информационного обеспечения объектов на трассе СМП и в прилегающих районах, обоснован выбор согласованных технологий телекоммуникаций, технические требования по основным характеристикам. При этом рассмотрены варианты построения и проведен выбор оптимальных аппаратно-программных средств, размещенных в зоне действия рыболовной, транспортной, пограничной и других структур.

Список литературы:

1. Патент RU 68710 [Электронный ресурс] URL: <http://www.freepatent.ru/patents/68710>.
2. Патент RU 67289 [Электронный ресурс] URL: <http://www.freepatent.ru/patents/67289>.
3. Патент RU 112445 [Электронный ресурс] URL: <http://www.freepatent.ru/patents/112445>.
4. Маликова Т.Е. Математические методы и модели в управлении на морском транспорте. [Текст]: // Учебное пособие / Москва, 2017. Сер. 11 Университеты России (2-е изд. испр. и доп).
5. Мокряков А.В. Адаптивное моделирование графа коммуникационной сети / А.В. Мокряков, В.Б. Терновсков, Ю.А. Костиков, В.Ю. Павлов. [Текст]: // В сборнике: Актуальные научные проблемы прикладных и естественных наук. Сборник научных трудов кафедры прикладной математики и программирования. Под ред. Горинова В.В., Терновскова В.Б. Москва, 2018. – С. 109-119.
6. Веселова С.С. Спутниковые технологии в обеспечении безопасности мореплавания [Текст]: монография/ С.С. Веселова, С.Н. Павликов. – Владивосток: Мор. Гос. Ун-т, 2012. – 165 с.

**Бурьянов Павел Павлович, Громов Леонид Витальевич,
Павленко Артем Александрович, Павликов Сергей Николаевич**

СИСТЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЛЮДЬМИ ТОРГОВОМ ЦЕНТРЕ

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса

Аннотация: В ходе работы были проведены исследования запросов руководителей торговых центров по созданию единой системы повышения эффективности информирования и управления людскими потоками. Система информирования и мониторинга обстановки и людей в зале торгового центра может использоваться в различных учреждениях. Внедрение системы обеспечит повышение безопасности, оперативность контроля, что позволит получить маркетинговую информацию по обслуживанию покупателей и

создание благоприятных условий для персонала. Одна из подсистем использует беспилотные летательные аппараты для поддержания устойчивости системы в расширенном объеме пространства. Научная новизна технического решения состоит в выборе технологии при проектировании системы.

Ключевые слова: оперативность, безопасность, идентификация, система информационного обеспечения, контроля, управление, эвакуация.

Объект исследования – системы мониторинга залов торгового центра (ТЦ), информирования и управления людьми.

Предмет – метод и алгоритм мониторинга залов ТЦ, информирования и управления людьми.

Проблемы в современном торговом центре:

- огромное количество людей и огромные очереди;
- неприемлемое время обслуживания;
- несоответствие стоимости товара на ценнике и на кассе;
- ошибки кассиров;
- отсутствие информирования покупателей: о товарах, о ТЦ, о их наличии и местоположении;
- информационное обеспечение в экстремальных ситуациях.

Цель – Устранить указанные недостатки путем повышения качества информирования и управления людьми в ТЦ.

Описание изменений в проблемной ситуации (как будет): Контроль и информационное сопровождение покупателя в зале, с последующим сопровождением, с учетом предпочтений.

Научная новизна предлагаемого технического решения состоит в выборе усовершенствованной RFID технологии как основной в проектируемой системе и совмещения её с подсистемами видеонаблюдения и идентификации. Для оценки подсистем мониторинга предлагается использовать следующие критерии:

- функциональность;
- масштабируемость;
- модернизируемость;
- адаптируемость;
- согласованность с другими информационными технологиями;
- совместимость средств наблюдения;
- защищенность от кибер угроз [1].

В результате разработки архитектуры системы и размещение по пространству подсистем были определены функциональные задачи, алгоритмы взаимодействия и повышена вероятность распознавания сотрудников при перемещении на рассматриваемом объекте.

Определены зоны ответственности, уровень допуска и блокирования с привязкой к физической модели объекта.

Следующим шагом построения системы стало формирование признакового пространства уровня допуска и логическими функциями взаимодействия предыдущих и последующих рубежей.

Выбор оборудования для посетителей включает варианты в виде тележки с встроенными информационными каналами общения с покупателем в диалоговом режиме «торговый гид». Вариант с применением мобильных телефонов пользователей по результатам опроса потребителей был снят и заменен на усовершенствованную тележку (корзину).

Математическая модель была представлена в виде набора функций, условий и ограничений на блокировку и разблокировку рубежей в виде преграждающих устройств того или иного уровня допуска, а также информирование сотрудников и нарушителей о персонифицированных действиях и направлениях перемещения [2, 3, 4]. С учетом [2] структурная схема состоит из абонентских терминалов и информационных подсистем, включая и беспилотные роботизированные аппараты.

Общая оценка системы изображена в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная оценка подсистем

Характеристики	Система мониторинга
Функциональность	Высоко функциональная
Масштабируемость	Высокая
Быстродействие	Высокая
Взаимодействие с внешними системами	Открытая
Расширяемость	Высокая

В докладе приведены требования к техническому заданию. Система представляет собой пространственно распределенный программно-аппаратный комплекс контроля перемещения RFID датчиков и подсистем видеонаблюдения, биометрического распознавания, средств информирования персонала по звуковому и видео каналам.

Конструкции средств системы контроля должны быть построены по модульному и блочно-агрегатному принципу и обеспечивать [1, 2]:

- взаимозаменяемость компонентов;
- модернизируемость;
- масштабируемость;
- удобство обслуживания и ремонтпригодность.

Таким образом, выбрана структура, определены требования к оборудованию, разработаны алгоритмы управления и контроля за средой и людьми в торговом центре, в том числе с помощью подсистем, построенных на основе беспилотных аппаратов.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 54831-2011 Системы контроля и управления доступом. Общие технические требования. [Электронный ресурс]. URL: <http://dokipedia.ru/document/5146195>

2. Патент RU 2275684 [Электронный ресурс] URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2275684>

3. Маликова Т.Е. Математические методы и модели в управлении на морском транспорте // Учебное пособие / Москва, 2017. Сер. 11 Университеты России (2-е изд. испр. и доп).

4. Мокряков А.В. Адаптивное моделирование графа коммуникационной сети / А.В. Мокряков, В.Б. Терновсков, Ю.А. Костиков, В.Ю. Павлов // В сборнике: Актуальные научные проблемы прикладных и естественных наук. Сборник научных трудов кафедры прикладной математики и программирования. Под ред. Горинова В.В., Терновскова В.Б. Москва, 2018. – С. 109-119.

Павликов Сергей Николаевич, Черновол Максим Юрьевич

СПОСОБ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СНИЖЕНИЯ АВАРИЙНОСТИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса

Аннотация: В настоящее время основной тенденцией развития авиации, как известно, является повышение безопасности воздушных судов (ВС) при увеличении интенсивности перевозок. Период посадки и взлета самолетов сокращается, что приводит к увеличению эффективности использования взлетно-посадочной полосы (ВПП), но снижает безопасность. Взлет и посадка являются самыми сложными и наиболее рискованными этапами полета. Растет число аварийных случаев по причине воздействия воздушных потоков одного ВС для следующего. Требуется проведение исследований для подготовки рекомендаций ИКАО, для реального учета обстановки.

Ключевые слова: безопасность, радиоэлектронная система, приемник, атмосфера, признаки, эффективность

В работе предпринята попытка обоснования требований к метеорологическому обеспечению полета ВС, особенно над ВПП.

Разработка системы интеллектуальной поддержки управленческих решений командира судна обеспечит своевременную оценки степени угрозы ВС и предложит рекомендации для уклонения, параллельно информация должна передаваться и диспетчерскую службу для систематизации и выработки рекомендаций для однотипных ВС применительно к ВПП и характеристикам окружающей среды.

Техническое наблюдение за окружающей обстановкой включает информацию, получаемую с борта данного и предыдущих ВС, а также от радиоэлектронных средств аэродромного комплекса.

Анализ основных задач и бортового оборудования ВС и аэродромного комплекса показал наличие несоответствия их возможностей требуемым критериям.

К таким критериям относятся:

- время реакции от обнаружения до реагирования;
- пропускная способность радиоканала;
- помехоустойчивость и помехозащищенность от естественных и преднамеренных помех;
- вероятностные характеристики обнаружения и распознавания;
- высока степень значимости вероятности ложной тревоги;
- отсутствие алгоритмического обеспечения по распознаванию предаварийной ситуации и выработки рекомендаций командиру и диспетчеру;
- согласованность технологий бортового и наземного оборудования;
- отсутствие нормативной и другой документации по техническим требованиям к системе, состоящей из указанного бортового и наземного оборудования;
- отсутствие автоматизированного обмена информацией между ВС, следующих друг за другом и др.[1].

В работе предложена математическая модель работы системы, определены параметры, средства и методика расчета рекомендуемых курса, скорости и ускорения по вертикали и горизонтали, дистанции до ВПП, впереди и сзади идущих ВС.

Таким образом, исследования, направленные на разработку новых актуальных научно-технических результатов направленных на повышение эффективности использования ВПП в новых более сложных условиях.

К таким параметрам среды и ВС относятся:

- сдвиги ветра обеих плоскостях и их производные;
- вихревые дорожки Кармана (ДК);
- параметры элементов ДК;
- расстояние до земли и точки касания и их производные;
- параметры динамики корпуса ВС по плоскостям и их корреляция к ранее указанным параметрам;
- дистанция обнаружения опасных атмосферных явлений и степень угрозы для ВС с данными параметрами и динамикой движения;
- время, оставшееся для начала эволюции с целью уклонения от угроз и вероятностные характеристики успешного преодоления.

Проблема – несоответствие радиоэлектронного оборудования (РЭО) для обеспечения экономической эффективности использования ВПП при заданном уровне безопасности.

Предметом исследования является информационная система обеспечения требуемого уровня эффективности использования ВПП при заданной безопасности.

Объектом исследования являются методы обеспечения уровня эффективности использования ВПП при заданной безопасности.

Целью исследования является повышения эффективности использования ВПП при заданной безопасности, за счет расширения пространства измеряемых параметров, оценки с их помощью степени угрозы и интеллектуальной поддержки принятия решений командиром ВС.

Значимость исследований обусловлена:

– существующие методы и средства обеспечения ВПП в не полной мере соответствуют требованиям практики. ВС выросли по размерам и отличаются параметрами ДК, что в условиях повышения интенсивности ВПП приводит к увеличению рисков и ограничениям на возможные изменения режима движения. Парк ВС быстро меняется, а РЭО судна и ВПП не изменяются и не учитывают современные требования.

Это объясняется рядом причин:

- существующие РЭС не способны обнаруживать вихри и сдвиги ветра, обладающие слабой отражающей способностью;
- РЭС используют сигналы относительно узкополосные;
- величина отражений от местных предметов не позволяют получить требуемые параметры дальности и точности;
- оценка степени угрозы отличается высокой вероятностью ложной тревоги или не достаточной вероятностью правильного обнаружения;
- не учитываются индивидуальные характеристики ВС;
- аварийная статистика не может быть использована в реальном масштабе времени;
- затруднено получение информации об условиях и факторах, приведших к потери управляемости ВС.

Для контроля воздушного пространства применяются методы:

- оценка интенсивности отражения наземного радара;
- эхо-сигналы радара;
- оптические сканеры подсвеченной ДК и др.

Однако эти методы не позволяют в любую погоду обеспечить обнаружение опасных атмосферных явлений и оценить степень их значимости для безопасности ВС, особенно при взлете и посадке.

Определено, что посадка является наиболее опасной операцией.

Для определения требований к оценке физических полей ВС была определена математическая модель и разработаны требования к техническим средствам получения информации.

Предложено применение информации с нескольких каналов для получения комплексного представления о ситуации и выработки рекомендаций командиру судна.

В результате выполнения работ по данной теме будут:

- подготовлен отчет о патентном исследовании и патент на способ и устройство;
- создана концепция системы информационного обеспечения безопасности воздушного судна в условиях маневрирования на малых высотах;

– обоснована математическая модель отраженных сигналов от опасных атмосферных явлений;

– разработаны рекомендации по практическому использованию предложенного технического решения;

– предложен алгоритм расчета вариантов безопасного уклонения от элементов ДК.

Выполнение предлагаемой НИР позволит создать предпосылки для качественного скачка в области разработки методов и средств повышения эффективности использования ВПП при заданном уровне безопасности, за счет расширения пространства измеряемых параметров, оценки с их помощью степени угрозы и интеллектуальной поддержки принятия решений командиром ВС.

Список литературы:

1. Павликов С.Н. и др. Радиолокационный комплекс. Патент РФ № 68710 от 14.08.2007.

2. Мочалов А.В. Новые направления в развитии телекоммуникационных систем [текст]: монография /А.В. Мочалов, С.Н. Павликов, Е.И. Убанкин. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2016. – 116 с.

Зимарева Евгения Андреевна, Сбоева Лидия Ивановна, Павликов Сергей Николаевич, Колесов Юрий Юрьевич, Гареева Марина Анатольевна

ТЕХНОЛОГИЙ БЛОКЧЕЙН И СИСТЕМЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

МГУ им. адм. Г.И. Невельского

Аннотация: В статье рассматривается метод передачи информации с помощью управления данными, обеспечивающий защиту информации от несанкционированного доступа. Технология блокчейн занимает роль управления данными при хранении и передаче информации в сети. Одна из главных проблем, которую призван решить блокчейн, лежит в сфере информационной безопасности. Технология распределенного реестра может гарантировать целостность и достоверность данных, а благодаря отсутствию единой точки отказа, блокчейн делает стабильной работу информационных систем. Технология распределенного реестра может помочь решить проблему доверия к данным, а также предоставить возможность универсального обмена ими. В работе предложено решение проблемной задачи в защите процесса обмена между элементами распределенной базы данных. В работе приведен новый способ разделения каналов в пространстве за счет пространственно-временного кодирования, эффективность которого растет пропорционально смещению частотного диапазона в высокочастотную область спектра для работы в режиме «точка-точка», адаптированных для полносвязанной сети.

Ключевые слова: радиосигнал, радиоканал, методы, классификация, широкополосный канал, пространственное кодирование.

Объект исследования – радиоканал передачи информации.

Предмет исследования – скрытность радиоканала.

Цель – повышение защищенности информации за счет применения блокчейн технологии в перспективных системах связи с расширенным спектром множественного доступа.

В настоящее время информационные технологии развиваются и быстро входят во все сферы жизнь каждого человека. Уже невозможно представить общество без новшеств в цифровой информационном поле. Технология нашла применение в таких областях как здравоохранение, цифровая идентичность, роуминг, умные дома, города, техника и др. Информация является значимым активом и в условиях вредоносных внешних воздействий стоит вопрос обеспечения информационной безопасности. Технология блокчейн может иметь двойное назначение: обеспечивать надежность и разрушение информационных потоков. Блокчейн представляет собой технологию построения блоков, с данными, в бесконечно длинные цепочки по определенным правилам. Копии цепочек хранятся на компьютерах доверенных узлов.

Одно из направлений блокчейн в безопасности телекоммуникационных сетей основана на технологии распределенного реестра безопасного и быстрого сохранения данных обмена и результатов кооперативной деятельности устройств в системе блокчейн. В случае взлома участка сети, это сможет привести к фатальному результату и потери информации, а также только частично повлияет на функционирование корпоративной сети [1].

В современных условиях каждый человек заинтересован в безопасной передаче данных. Используются следующие виды скрытности радиообмена, такие как: энергетическая, структурная и информационная и др. Это знают и используют сторона защиты и нападения. Сущность предлагаемого способа передачи информации основывается на комплексном применении всех известных методов трансформации сигналов и каналов.

Развития сетей до 5G включительно основаны на шифровании, кодировании, обфускации, маскировании и стеганографии [1]. Известны основные процедуры поли – и метаформизма при упаковке и распаковке информационных массивов. Авторы приняли участие в научно-исследовательской работе по изучению потенциала каждого метода трансформации с оценкой устойчивости к активным и пассивным изменениям со стороны внешней среды.

Было продемонстрировано эффективность каждого из них и в различных совместимых сочетаниях.

Работа метода по управлению трассами доставки сообщения [1] представляет собой изначальное деление информационного сообщения на блоки, составные части. Каждая часть блока дополняется контрольной информацией, иногда целыми блоками ложной информации.

В случае такого разделения на выходе имеется несколько частей не распознанного защищенного текста. Метод заключается в делении информационных блоков на две и более составляющие, которые дополняют друг друга. Также возможно деление и на изменяемое число блоков. Блок первый – это большая часть информации, блок второй – первый ключ и т.д.. Разделение происходит следующим образом: исходный информационный сигнал во времени переводится в спектр, из спектра вычитаются заданные компоненты в виде дискретных составляющих, оставшийся обрезанный сигнал переводится снова во временную область и потом подается к антенне для излучения [2].

В работе метода есть свои ограничения, точки фокусировки должны находиться в зоне видимости с передающей и приемной стороны. Лучше расположить точки видимости вне зоны обзора станции радиоразведки. По одной трассе в сторону абонента можем передаваться ключ дешифровки, в другой - информацию. Преобразования информации как правило оговорены абонентами, зная ключ и последовательность съема информации с точек пространства обеспечивает высокую степень разведзащищенности канала.

Для увеличения эффективности возможно использование метода маскирования. Пока известно, что маскирование предусматривает защиту передатчика. Возможны более сложные варианты использования направленности передатчика/приемника и зашумление иных секторов.

Технология блокчейн в представленном методе имеет свое место, занимает роль управления данными при хранении передающейся по каналу информации, до ее снятия принимающей стороной [2].

В работе предложено решение проблемной задачи в защите процесса обмена информацией между элементами распределенной базы данных. Технология распределенного реестра может гарантировать целостность и достоверность данных, а благодаря отсутствию единой точки отказа, блокчейн делает стабильной работу информационных систем. Технология распределенного реестра может помочь решить проблему доверия к данным, а также предоставить возможность универсального обмена ими [3].

Для этого производится подготовительная работа при которой ведется прогнозирование процессов в канале распространения. Обмена между доверенными узлами, проверки подлинности информации и запись информации пакета в распределенную систему базы данных, участники которой производят сличение полученного пакета и адресной части, восстановление исходной информации, оценку качественных параметров канала и выработку рекомендаций по выбору или блокировке трасс и узлов с высокой степенью ошибки приема, а также с учетом степени угрозы срыва процедур обмена на планируемый период взаимодействия.

В работе предложено использовать процедуру адаптивного принятия коллективного решения допущенными к транзакции узлов и методики достижения консенсуса [3].

Связанность технологий блокчейна, основанных на коллективном принятии решения и корректуры пространственно распределенной базы реестра является основой безопасности. В работе приводятся разработанные решения, позволяющие снизить значимость фактора, связанного с растущим объемом памяти, требуемой скоростью передачи и сокращение реакции сети и абонента. Предложено решать их на основе новых возможностей физического канала, адаптированного в том числе и к меняющейся передаточной характеристики. При этом сохраняется открытый доступ к информации распределенного реестра.

В работе предложен новый способ разделения каналов в пространстве за счет пространственно-временного кодирования, эффективность которого растет пропорционально смещению частотного диапазона в высокочастотную область спектра для работы в режиме «точка-точка», адаптированных для полносвязанной сети [4].

Расширение функциональных возможностей системы радиосвязи за счет перечисленных процессов, а также их комбинированное использование дает синергетический эффект помехоустойчивости и помехозащищенности.

Список литературы:

1. Борисов В.И. Системы радиосвязи с расширением спектра сигналов (аналитический обзор): учеб. пособие / В.И. Борисов, В.М. Зинчук, В.И. Николаев и др. – Вып. 1. – М.: Теория и техника радиосвязи, 1998. – С. 18-48.

2. Разработка алгоритма и визуализация пространственного распределения трасс доставки сообщений в условиях угрозы несанкционированного съема: сб. статей науч. ред. журнал «Современные наукоемкие технологии» / С.Н. Павликов. - М: журнал «Современные наукоемкие технологии», 2018. – С. 104-109.

3. Блокчейн – новый рынок информационной безопасности [Электронный ресурс]//ИКС медиа – Режим доступа: <http://kurbetsoft.com/ru/info.php?c=btc&id=5874#ks>

4. Павликов С.Н., Убанкин Е.И. Когерентная обработка сигнала в канале распространения // Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли. 2019. Т.11. №4. С. 48-55.

¹Зимарева Евгения Андреевна, ¹Сбоева Лидия Ивановна, ²Кудряшова София Руслановна, ²Калашникова Полина Александровна, ²Павликов Сергей Николаевич

МЕТОДЫ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ РАБОТЫ ПОИСКОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

¹МГУ им. адм. Г.И. Невельского, г. Владивосток

²Владивостокский государственный университет экономики и сервиса

Аннотация: В статье приведен анализ основных проблем информационных поисковых систем. Показаны основные направления их совершенствования и варианты повышения эффективности по критериям: затраты времени, вычислительных и других ресурсов, а также актуальность, частота, степень соответствия поисковому запросу, ссылки и цитируемость, доступность бесплатно/платно, с или без регистрации, ширина области поиска и характеристик баз данных (БД), глубина по времени, по авторам, организациям, степени публикации, соответствии научным результатами, продуктам внедрения, степень защиты интеллектуальной собственности и др. Объектом исследования является иерархическая информационная поисковая система (ИПС). Предметом исследования - формирование структуры комплексной поисковой системы (КПС). Цель является повышение эффективности ИПС, оценка потребителем и алгоритм адаптации к запросам. Научная новизна результатов исследований состоит в: выборе программной и аппаратной структур ИПС; разработки алгоритма с возможностью настройки и выбора составных элементов, связей, БД, процедур завершения циклов и переходов по этапам поиска, обработки и визуализации результатов, а также возможности изменения запроса без повторения полного цикла поиска. Предложены методы комплексирования работы ИПС.

Ключевые слова: комплексирование, информация, поиск, запрос, система, обобщение, объединение, ранжирование, критерии, результаты, эффективность.

Объект исследования – информационная поисковая система. Предмет – комплексная обработка информации. Цель – повышение эффективности поисковой информационной системы. Проблема заключается в несоответствии результатов поиска по запросу в различных поисковых системах.

Наибольшее распространение получили несколько поисковых систем: Гугл, Майл, Яндекс, Рамблер. Их эффективность приведена в источниках [1,3]. Характерны особенности лидирующих поисковых систем (ПС): у Гугл – мировая авторитет и применение «по умолчанию», Яндекс – тематические разделы с актуализацией и адаптацией под поведенческий фактор.

Функциональная структура обобщенной ПС состоит из процедур [1, 2]:

1. - формирование входной запроса;

2. – выбор критериев формирования формулы информационного кластера;
3. – выбор формуляра выходной информации;
4. - управление поисковой системы;
5. – выбор алгоритма работы с общей базой и сайтами;
6. - прогноз процедур поиска;
7. - идентификация потребителя, выборка из базы данных истории поисковых запросов пользователя по рубрикам;
8. - разработка вариантов уточняющего запроса;
9. - выборка ссылок на другие сайты;
- 10.- оформление выходной информации по соответствию формуле информационного кластера, за период времени;
11. - оценка её релевантности, достоверности, повторяемости, по сайтам, оригинальность, новизна, по рубрикам: патенты, периодика, реклама и др.;
12. - формирование правил исключения результатов поиска по критериям: гуманность, запрещенность сайтов и тем, блокировка запросов;
13. – разработка рекомендаций по определению параметров запроса в расширенном формате;
- 14.- интерфейс.

Функциональная структура обобщенной ПС приведена на рис. 1.

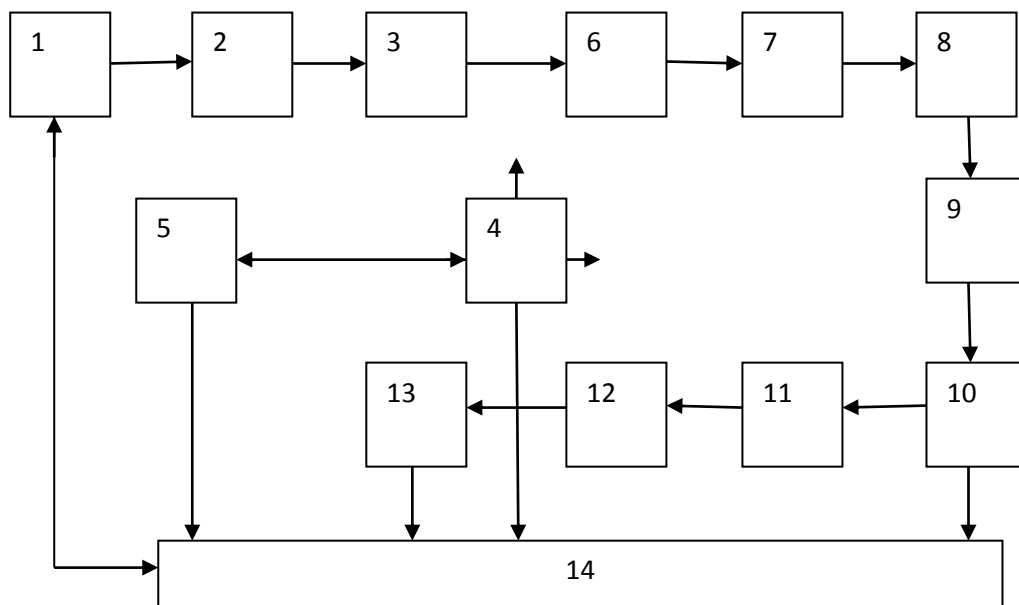


Рис. 1. Функциональная структура обобщенной ПС

Программная структура ПС состоит из компонентов [1,2]:

1. Пользовательский интерфейс;
2. Поисковая машина;
3. Собственные и внешние базы данных;

4. Актуализация баз данных
5. База данных по истории запросов пользователей, идентификация пользователя и индивидуальные настройки;
6. Сбор и анализ статистики;
7. Системы связи компонентов;
8. Подсистемы программных продуктов по повышению эффективности работы с системой управления базами данных
9. Система контроля трафика.
10. Подсистемы формирования обратных связей с пользователями, в том числе с возможностью редактирования;
11. Защитные подсистемы;
12. Встроенные инструменты редактора.

Научная новизна предложенного технического решения состоит в:

- выборе функциональной, программной и аппаратной структур поисковика;
- построение ПС с возможностью настройки;
- построение комплексной ПС в виде иерархии на нижнем уровне используются известные лицензионные, хорошо зарекомендовавшие себя поисковые системы;
- комплексный анализ результатов работы отдельных ПС с последующим их анализом и формированием результирующей выходной информации по соответствию формуле информационного кластера, за период времени и с указанием адекватности полученных результатов поиска с частотой совпадений по различным БД.

Таким образом, сформирована структура и требования к комплексной ПС с повышенной эффективностью за счет объединения ПС в надсистем. В результате были расширены функциональные возможности и повышена вероятность устойчивого результата по формированию выходной информации для потребителя при приемлемом увеличении затраченных ресурсов, прежде всего, времени на обработку запроса. В перспективе система должна быть нацелена на модернизацию с использованием современных алгоритмов теории нечетких множеств.

Список литературы:

1. Суэринг С., Конверс Т., Парк Д. PHP и MySQL. Библия программиста. – М.: «Диалектика», 2010. – С. 271-361.
2. Кабир М.Д. Apache 2. Библия пользователя. – М.: Диалектика», 2002. С. 16-54.

Ганджа Илья Сергеевич, Павликов Сергей Николаевич

РАДИОЭЛЕКТРОННЫЙ КОМПЛЕКС БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Владивостокский государственный университет экономики и сервиса

Ключевые слова: комплекс, радио, беспилотный летательный аппарат, функции, структура, многозадачность

Аннотация: БПЛА могут обладать разной степенью автономности - от управляемых дистанционно до полностью автоматических, а также различаться по конструкции, назначению и множеству других параметров. Различные функции и сфера их действий только растут, а возможности с учетом развития радио технологий, компьютеров, программных продуктов все увеличивается. Поэтому надо систематизировать полученные знания чтобы сориентироваться как дальше строить программу развития сердца БПЛА и его радиоэлектронный комплекс.

Предметом исследования является разработка структурной схемы радиоэлектронного комплекса (РЭС) с возможностью дистанционного ориентирования на определенный круг задач; создание унифицированной платформы для технических характеристик и методов.

Цель - Радиоэлектронная система беспилотного летательного аппарата (РЭС БПЛА). Она может обладать разной степенью автономности — от управляемых дистанционно до полностью автоматических, а также различаться по конструкции, назначению, модификации и множеству других параметров.

Проблема состоит в том, что радиоэлектронные комплексы (РЭК) создаются для заданного типа БПЛА и для определенного круга задач. Следовательно, важно создать унифицированную РЭС, позволяющую снизить стоимость разработки, производства, обслуживания и расширить возможности спектра возможных задач.

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) получают всё большее гражданское применение, хотя в недалеком прошлом ассоциировались исключительно с военными задачами. Высокая эффективность и низкая стоимость эксплуатации БПЛА по сравнению с традиционной авиацией стали причиной растущего интереса к их использованию.

При разработке программного обеспечения информационно-управляющего комплекса беспилотного летающего аппарата (ПО ИУК БПЛА), важной задачей является построение архитектуры программного обеспечения и минимальные задержки в канале (работа в режиме реального времени). Архитектура программного обеспечения, показанная на рисунке 1, является общепринятой и позволяет решать задачи навигации, автопилотирование и управления БПЛА [1 - 3].

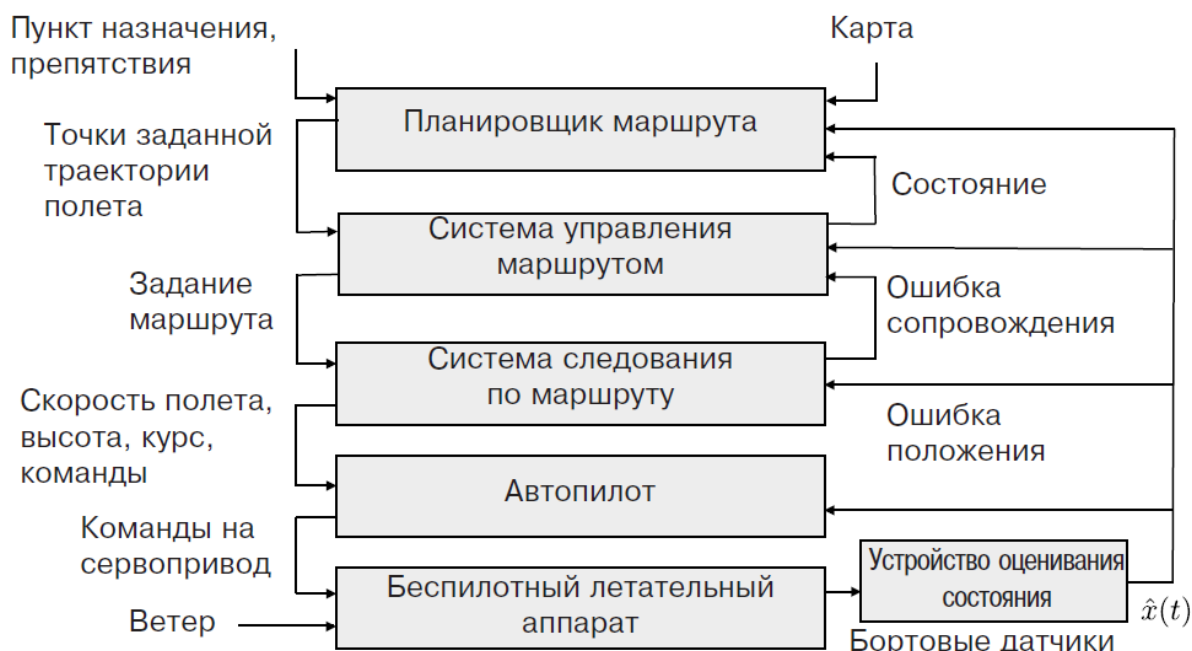


Рис. 1. Схема Архитектуры программного обеспечения информационно-управляющего комплекса БПЛА

Для достижения поставленной цели требуется решение следующих задач: Анализ состава функций, задач, технической части, в которой могут использоваться БПЛА.

Спектр РЭС БПЛА можно использовать и в разных целях, например, в доставке грузов, обнаружение пожаров в лесу, разведка пути для ледокола, контроль территории аэропортов и т.д.

Для комплексов с беспилотными летательными аппаратами (БПЛА) необходима аппаратура передачи данных, к которой предъявляются повышенные специальные требования.

Как правило, особенность применения БПЛА устанавливает следующие требования к аппаратуре передачи данных [1 - 3]:

- высокая скорость передачи информации;
- асимметрия прямого и обратного канала по скорости передачи информации;
- минимальные задержки канала в реальном времени;
- возможность работы в сложной электромагнитной условиях, при наличии естественных и преднамеренных помех;
- адаптация канала связи по скорости передачи информации, в зависимости от помех и дальности действия
- возможность обеспечивать защищенную радиосвязь;
- ограничения на потребляемую мощность, от которой зависит время работы;

Одним из недостатков применения БПЛА является уязвимость к потере сигнала управления. Для устранения данной проблемы используют повышение связности дронов соединяющей сети и ретрансляторы.

Аппаратура связи должна использоваться на защищенных источниках связи т.к при использовании открытых протоколов связи таких как WiFi появляются следующие проблемы:

- низкая информационная безопасность канала связи;
- низкая устойчивость к имитационной помехе;
- отсутствие скрытных и помехозащищенных режимов работы.

С повышением качества радиоэлектронной системы беспилотного летательного аппарата возможно использование данной техники на многозадачность с последующим переключением заданной цели в любой момент. Эффективность БПЛА будет увеличена и даст значительный прирост к их применению повсеместно.

Список литературы:

1. Гречихин Л.И. Общие принципы построения почтовой связи с беспилотным летательным аппаратом и с подвижным ретранслятором / Л.И. Гречихин // Проблемы инфокоммуникаций. – 2017. Т. 1. – № 1-1 (5). – С. 5-12.
2. Маликова Т.Е. Математические методы и модели в управлении на морском транспорте // Учебное пособие / Москва, 2017. Сер. 11 Университеты России (2-е изд. испр. и доп).
3. Мокряков А.В. Адаптивное моделирование графа коммуникационной сети / А.В. Мокряков, В.Б. Терновсков, Ю.А. Костиков, В.Ю. Павлов // В сборнике: Актуальные научные проблемы прикладных и естественных наук. Сборник научных трудов кафедры прикладной математики и программирования. Под ред. Горинова В.В., Терновскова В.Б. Москва, 2018. – С. 109-119.

Головин Сергей Николаевич

ВЫСОКОПРОЧНЫЙ МЕЛКОЗЕРНИСТЫЙ БЕТОН С ЛАТУНИРОВАННОЙ ФИБРОЙ

*Брянский государственный инженерно-технологический университет
241037, г. Брянск, пр-т Станке Димитрова, 3
Научный руководитель: д.т.н., профессор Лукутцова Н.П.*

Аннотация: Рассмотрен высокопрочный мелкозернистый бетон с латунированной волновой фиброй. На основании анализа литературных и патентных источников, рассмотрены факторы, влияющие на создание плотной и прочной структуры мелкозернистого бетона. Исследовано влияние содержания латунированной фибры длиной 15 мм и диаметром 0,3мм на прочностные характеристики мелкозернистого бетона. Установлено, что при увеличении содержания фибры от 0,6 до 2,4% прочность мелкозернистого бетона возрастает и достигает при сжатии 98 МПа, а при изгибе 23 МПа через 28 суток твердения. Вклад латунированной фибры в повышение прочности при сжатии мелкозернистого бетона при ее содержании 0,6, 1,2 и 2,4% составил 14,7%, 22,1% и 44%, а при изгибе 10,1%, 41,8% и 160,8% соответственно.

Ключевые слова: высокопрочный бетон, латунированная фибра, цемент, время твердения, прочность

В настоящее время высокопрочные бетоны находят широкое применение в различных областях строительства. Такие бетоны особенно перспективны при изготовлении строительных деталей и конструкций, к которым предъявляются повышенные требования по прочности, водонепроницаемости, морозо- и атмосферостойкости [1–9].

Прочность высокопрочных бетонов зависит от показателей свойств его компонентов и в соответствии с ГОСТ 25192-2012 «Бетоны. Классификация и общие технические требования» должна быть класса по прочности более В55 или М700.

Для получения высокой прочности необходимо создать особо плотную и монолитную структуру бетона. Этого можно достигнуть при выполнении ряда условий, вытекающих из физических основ структурообразования бетона [10].

Структура высокопрочного мелкозернистого бетона с матрицей из цемента и песка, характеризуется большой однородностью и высоким содержанием цементного камня, отсутствием жесткого каркаса, повышенной пористостью и удельной поверхностью твердой фазы. Использование в мелкозернистом бетоне в качестве заполнителя только песка, способствует увеличению на 15–25% расхода воды и цемента. В свою очередь это приводит к увеличению усадки бетона. Для снижения усадки, предотвращения образования трещин, повышения прочности при сжатии и изгибе мелкозернистый бетон армируют.

Целью работы является исследование мелкозернистого бетона, модифицированного латунированной волновой фиброй.

При выполнении работы решались следующие основные задачи.

1. Определение характеристик исходных материалов.
2. Исследование влияния латунированной волновой фибры на прочностные свойства мелкозернистого бетона в различные сроки твердения.

В основе рассматриваемой технологии получения высокопрочного бетона лежит совмещение высокопрочной матрицы и латунированной волновой фибры.

При проведении исследований применялись следующие материалы.

Портландцемент ExtraCEM 500 Holsim ЦЕМ II/A-Ш 42,5Н по ГОСТ 31108-2003 (Московская обл., г. Воскресенск) следующего химического состава: СаО -59%, SiO₂ 22%, Al₂O₃ 5%, Fe₂O₃ 3%, MgO 3%, SO₃²⁻ 2,5%, щелочные оксиды 0,6. Содержание трехкальциевого силиката (C₃S) - 61%, двухкальциевого силиката (C₂S)–12%, трехкальциевого алюмината (C₃A)–7,5%, четырехкальциевого алюмоферрита (C₄AF) – 11,5%.

Кварцевый песок ООО «Смоленский карьер» (Смоленская область) с модулем крупности 2,87 (крупный), истинной плотностью 2662 кг/м³, насыпной плотностью 1545 кг/м³, с содержанием пылеватых частиц 1,3 %. Полный остаток на сите 0,63 составил 64%. Вода по ГОСТ 23732-2011.

Для армирования бетона применялась латунированная фибра волнового профиля ФСВ ЛВ 15/0,3 из марки стали 70-85 с размерами фибр $L=15$ мм, $d=0,3$ мм. Волновая фибра была выбрана в связи с её преимуществом по сравнению с гладкой и анкерной фиброй. Гладкая фибра имеет более низкую прочность сцепления с растворной матрицей. У анкерной фибры при разрушении фибробетона отогнутые концы являются концентраторами напряжений, сосредоточенные по концам. У фибры волнового профиля концентраторы напряжений распределены по всей длине фибры равномерно, поэтому напряжения в структуре материала меньше, чем у фибробетона с анкерной фиброй.

Бетонную смесь получали путем перемешивания цемента и песка в сухом виде (при соотношении: цемент: песок 1:3) с последующим введением воды и латунированной фибры. Образцы размерами 4x4x16 см твердели в нормальных условиях.

Фибру добавляли в количестве 0,6%, 1,2% и 2,4% от объема смеси. Прочность при сжатии и изгибе определяли через 3,7 и 28 суток твердения (рисунок 1,2).

Как видно из рисунков 1,2 при увеличении содержания фибры от 0,6 до 2,4% прочность мелкозернистого бетона возрастает и достигает через 28 суток твердения при сжатии 98 МПа, а при изгибе 21,6 МПа.

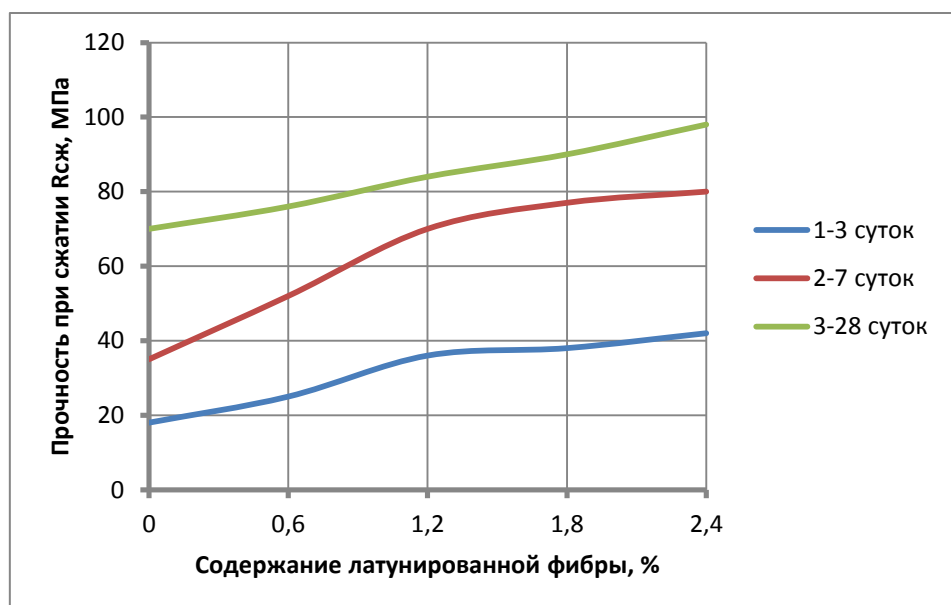


Рис. 1. Зависимость прочности при сжатии мелкозернистого бетона от содержания латунированной фибры

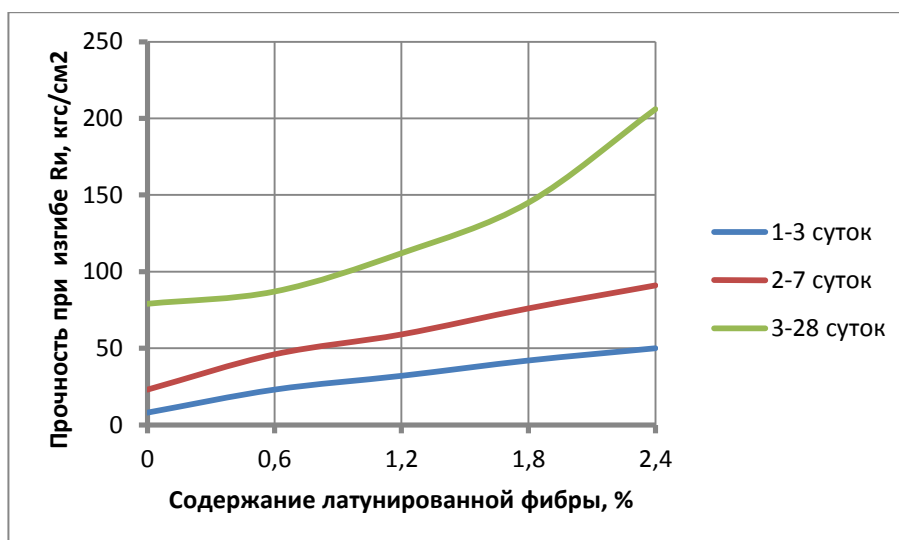


Рисунок 2. Зависимость прочности при изгибе мелкозернистого бетона от содержания латунированной фибры

Вклад латунированной фибры в повышение прочности при сжатии мелкозернистого бетона составил при содержании фибры 0,6, 1,2 и 2,4% 14,7%, 22,1% и 44%, при изгибе 10,1%, 41,8% и 160,8% соответственно.

Таким образом, исследовано влияние латунированной волновой фибры на прочностные показатели мелкозернистого бетона. Установлено, что применение латунированной волновой фибры в количестве от 0,6 до 2,4% приводит к получению МЗБ с прочностью более 70 МПа, что позволяет отнести его к высокопрочным бетонам.

Учитывая полученные результаты целесообразно продолжить работу по изучению свойств высокопрочного мелкозернистого бетона с латунированной волновой фиброй.

Список литературы:

1. Баженов Ю.М. Бетон: технологии будущего / Ю.М. Баженов // Строительство: новые технологии – новое оборудование. -М.: ИД "Панорама". 2009. № 8. С.29-32.
2. 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.
3. Муртазаев С-А.Ю. Саламанова М.Ш. Высокопрочные бетоны с использованием фракционированных заполнителей из отходов переработки горных пород // Устойчивое развитие горных территорий». 2015. № 1(23). С.23-28.
4. Fediuk R. High-strength fibrous concrete of Russian Far East materials // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Ser. "International Conference on Advanced Materials and New Technologies in Modern Materials Science 2015. AMNT 2015. 2016. С. 012020.

5. Разработка фибробетонов на бесцементных вяжущих/ Р.С. Федюк, А.В. Мочалов, Ю.Л. Лисейцев и др. // Современные наукоемкие технологии, 2019. № 1. С. 124-130.

6. Толстой А.Д., Лесовик В.С., Ковалева И.А., Якимович И.В., Лукутцова Н.П. Высокопрочные материалы для декоративных целей // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 8. С. 51-53.

7. Лукутцова Н.П., Пыкин А.А., Баранова А.А. Высокопрочный мелкозернистый бетон с мультикомпонентным наноимпрегнатом алюмосиликатного состава // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 9. С. 6-14.

8. Лукутцова Н.П., Пыкин А.А., Суглобов А.В. Способ изготовления комплексной нанодисперсной добавки для высокопрочного бетона. Патент на изобретение RUS № 2563264. Заявка № 2014131704/03 от 30.07.2014. Оpubл. 20.09.2015.

9. Лукутцова Н.П., Карпиков Е.Г., Дегтерев Е.В., Тужикова М.Ю. Высокопрочный мелкозернистый бетон с нанодисперсной добавкой на основе волластонита // Бетон и железобетон - взгляд в будущее научные труды III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону: в 7 томах. 2014. С. 180-185.

10. Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашников В.И. Модифицированные высококачественные бетоны. М.: Изд-во АСВ. 2006. 368 с.

Крылов Владислав Вадимович

ПРИМЕНЕНИЕ СВАЙНО-ПЛИТНЫХ ФУНДАМЕНТОВ В СЛОЖНЫХ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

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

Аннотация: В последнее время все более актуальной становится проблема строительства зданий и сооружений в условиях сложного рельефа, неблагоприятных климатических условий, на слабых, структурно неустойчивых грунтах. Это связано с ростом плотности застройки в населенных пунктах, дефицитом свободных площадей. В таких условиях классические конструкции фундаментов не могут обеспечить необходимой несущей способности. В данной статье в качестве решения данной проблемы рассматривается применение новых конструкций свайно-плитных фундаментов. [1, 5]

Ключевые слова: свайно-плитный фундамент, фундамент, строительство зданий и сооружений, сложные инженерно-геологические условия.

Конструкция свайно-плитного фундамента имеет большой потенциал при

строительстве сооружений в сложных инженерно-геологических условиях. Такой фундамент совмещает в себе преимущества плитного и свайного оснований. Он состоит из монолитной плиты и свай (забивных, буронабивных, буроинъекционных или винтовых). Особенность свайно-плитного фундамента состоит в том, что обе составляющие являются несущими. Как правило, в первую очередь устанавливаются сваи, которые затем объединяются железобетонным ростверком. Арматурный каркас плиты соединяется с каркасом ростверка, собирается опалубка и заливается цементным раствором. [2, 3] Существуют также разновидности свайно-плитного фундамента, предусматривающие установку между плитой и верхними частями свай особых демпфирующих прокладок. Такое соединение обеспечивает равномерное распределение нагрузок по всей площади фундамента и снижает его стоимость за счет меньшей материалоемкости. [4]

В зависимости от условий применяются забивные, буронабивные, буроинъекционные или винтовые сваи. Применение *забивных* свай позволяет увеличить скорость возведения фундамента и снизить его себестоимость. В условиях плотной городской застройки использование данного типа свай не рекомендуется. *Буронабивные* и *буроинъекционные* сваи обладают более высокой несущей способностью, хотя и в разы дороже забивных. В зависимости от условий можно подобрать любую глубину и диаметр скважин, установить армированный каркас, залить скважину цементным раствором и в краткие сроки получить сваю, способную выдержать необходимые вертикальные и горизонтальные нагрузки. В случаях, когда есть вероятность обрушения стенок скважины, рационально отдать предпочтение буроинъекционным сваям, поскольку нагнетание цементного раствора в этом случае происходит непосредственно при извлечении шнека. Необходимо учесть, что данный тип свай имеет меньший диаметр, по сравнению с буронабивными, поэтому хуже переносит горизонтальные нагрузки. Низкий уровень шума позволяет успешно применять данные сваи в населенных пунктах, а отсутствие необходимости в хранении и перевозке в разы сокращает расходы. Преимуществом использования *винтовых* свай является быстрота: скорость возведения фундамента на винтовых сваях в разы выше других типов. Такие сваи успешно применяются в условиях сложного рельефа, обводненности породного массива, имеют повышенную устойчивость к зимнему пучению грунтов. Они имеют меньший ресурс, но при использовании качественных свай, устойчивых к коррозии, вполне могут конкурировать с вышеперечисленными видами. [2, 3]

Достоинством свайно-плитных фундаментов является возможность управления параметрами фундамента в процессе строительства. Для этого на первоначальном этапе фундамент выполняется в форме плиты, в которой оставляют гильзы. Через них в дальнейшем возможно будет установить под плитой буронабивные или буроинъекционные сваи. После установки фундаментной плиты ведется мониторинг ее состояния, отслеживаются изменения напряжений и тенденции развития осадок. В зависимости от данных,

полученных в результате мониторинга, принимается решение относительно укрепления фундамента сваями. Количество свай, их диаметр, длина и другие параметры определяются так, чтобы снять часть нагрузок с подошвы фундаментной плиты. Такой «метод отложенного решения» позволяет обеспечить необходимую устойчивость фундамента даже в самых сложных инженерно-геологических условиях. [1, 5] Независимо от выбранного типа свай, свайно-плитные фундаменты показывают себя как наиболее эффективные на неустойчивых грунтах.

Список литературы:

1. Оржеховский Ю.Р., Лушников В.В., Оржеховская Р.Я., Ярдяков А.С. Плитно-свайные фундаменты как способ решения сложных геотехнических проблем // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2013. №4.
2. СП 50-102-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов»
3. СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты»
4. Плитно-свайный фундамент, Российский патент 2007 года по МПК E02D27/12
5. Оржеховский Ю.Р., Лушников В.В., Сметанин М.В. Теоретические основы метода «Отложенного решения»: на примере свайных фундаментов // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2011. №4.

Крылов Владислав Вадимович

СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ НА ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ, РАСПОЛОЖЕННЫЕ НА ПОВЕРХНОСТИ

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

Аннотация: Строительство подземных сооружений и проведение горных выработок могут негативно сказываться на объектах, расположенных на земной поверхности. Этот вид деятельности неизбежно ведет к нарушению равновесного состояния массива горных пород, при определенных условиях это может вызвать деформации земной поверхности. В связи с этим, возникает необходимость в разработке комплекса мероприятий по снижению влияния подземных работ на сооружения, расположенные на поверхности.

Ключевые слова: подземные горные работы, деформации земной поверхности, укрепление зданий и сооружений.

Максимальные проседания поверхности происходят над выработками с наибольшим поперечным сечением, или же при отработке пластов с наибольшей мощностью. Чем глубже проводятся горные работы, тем меньше

их влияние на земную поверхность. Необходимо также учитывать влияние стратиграфии слоев, слагающих массив, обводненность и другие горно-геологические характеристики горных пород. [1, 2]

Для того, чтобы снизить вредное воздействие ведения подземных горных работ на поверхностные объекты, необходимо принять комплекс мер. Еще на этапе проектирования необходимо провести необходимые исследования и на их основе спрогнозировать зоны сдвижения и деформации земной поверхности, определить участки, наиболее подверженные влиянию этих зон, здания и сооружения, находящиеся в радиусе действия. [3] Создается система мониторинга изменения поверхности: на поверхности и в нижележащем массиве устанавливается система реперов. Их положение отслеживается в реальном времени с помощью GPS и новейших геоинформационных систем. [4] Применение множества датчиков, новейшего программного обеспечения, компьютерного моделирования и других достижений науки и техники позволит точно контролировать состояние купола обрушения и вовремя принять необходимые меры для защиты поверхностных объектов от деформаций и разрушения.

Здания и сооружения, расположенные в зоне влияния подземных горных работ усиливают с помощью специальных конструкций. Фундамент укрепляются с помощью компенсационной траншеи, отрываемой ниже уровня его заложения и заполняемой сыпучими материалами. Между колоннами и стенами устанавливаются дополнительные связи. Стены усиливаются стальными тяжами и железобетонными поясами. Проектируются вертикальные и горизонтальные деформационные швы, в которых предусматриваются теплоизоляционные упругие прокладки. [5, 6, 7, 8]

При отработке месторождений необходимо применять особые системы, предусматривающие закладку выработанного пространства или расположение горных выработок, взаимно компенсирующее поверхностные деформации. В случаях, когда вышеперечисленные меры по какой-либо причине неосуществимы, применяются системы частичной отработки, оставляются предохранительные целики. [7, 8] При отработке месторождений буровзрывным способом рассчитывается радиус влияния взрыва, в него не должны попадать жилые и другие эксплуатируемые объекты. [9] Крепление горных выработок должно производиться в соответствии с разработанными проектами, чтобы снизить вероятность обрушения кровли.

Таким образом, грамотное применение современных методов позволяет вести подземные горные работы практически без вреда для зданий и сооружений, находящихся на поверхности.

Список литературы:

1. Желтышева О.Д., Усанов С.В., Драсков В.П. Меры охраны зданий и сооружений от подземных горных работ в карстующемся массиве // Проблемы недропользования. 2016. №2 (9).
2. Сученко В.Н., Алафар Халиль Саид Методы защиты зданий и сооружений от влияния горных работ // Вестник РУДН. Серия: Инженерные

исследования. 2014. №2.

3. ПБ 07-269-98 Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях.

4. Усанов С.В. Современные технологии мониторинга процесса сдвижения / С.В. Усанов, Ю.П. Коновалова, О.Д. Желтышева // Горный журнал. – 2012. – № 1.

5. СП 15.13330.2012. Свод правил. Каменные и армокаменные конструкции.

6. СП 14.13330.2018. Свод правил. Строительство в сейсмических районах.

7. Синянян Р.Р. Маркшейдерское дело. Учебник для вузов. М., Недра, 1982. 303 с.

8. Каспарьян Э.В. Геомеханика: метод. пособие / Э.В. Каспарьян, А.А. Козырев, М.А. Иофис, А.Б. Макаров. — М.: Высшая школа, 2006.

9. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности при взрывных работах".

Крылов Владислав Вадимович

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

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

Аннотация: В связи с уменьшением площадей, пригодных для строительства сооружений различного назначения, все более актуальной становится проблема надстройки и реконструкции существующих зданий. Дефицит свободных площадей, увеличение этажности сооружений и нагрузок на основания, рост плотности застройки в крупных городах – эти, и многие другие причины подталкивают к разработке новых технологий возведения и усиления фундаментов.

Ключевые слова: реконструкция зданий и сооружений, усиление фундаментов, фундамент.

Усиление фундаментов производится с целью расширения возможностей эксплуатации сооружений. Существует множество способов укрепления фундаментов. При этом необходимо учитывать, что эти процессы не должны негативно сказываться на устойчивости близлежащих зданий и других объектах. [1] Необходимо провести анализ существующих способов, чтобы определить наиболее рациональный:

- укрепление кладки фундаментов;
- уширение подошвы фундамента;

- устройство под зданием фундаментной плиты;
- применение свай;

Укрепление кладки фундаментов. За годы эксплуатации тело фундамента неизбежно разрушается. Это происходит в следствие колебаний температур, влажности, движений грунта и других внешних воздействий. При небольших нарушениях сплошности тела фундамента (механических повреждения, трещинах, расслоениях, растрескиваниях и так далее), применяется метод укрепления кладки. Предварительно вдоль фундамента отрывается траншея шириной 1 м, тело фундамента очищается. Затем, в фундаменте пробуриваются шпуры диаметром 25 мм на расстоянии 0,5-1 м в ленточном или не менее двух шпуров с каждой стороны для столбчатого одиночного фундамента. В шпуры и трещины с помощью специальных инъекторов под давлением 20-50 кПа нагнетается пластичный цементный раствор или синтетические смолы. Диаметр инъекторов на 2-3 мм меньше диаметра шпура. Инъектор погружается в шпур примерно на половину. После полного заполнения пустот и трещин фундамент образует монолитное тело. [2, 3]

Уширение подошвы фундамента. В случаях, когда несущая способность грунтов основания недостаточна, фундамент можно укрепить с помощью односторонних или двусторонних железобетонных, или монолитных бетонных банкетов. При внецентренном расположении нагрузки применяются односторонние, при центральном – двусторонние банкеты. При увеличении площади подошвы фундамента нагрузка распределяется по ее поверхности, что уменьшает вероятность потери несущей способности фундамента и снижает его осадку. С одной или двух сторон от фундамента выкапывается траншея, тело фундамента очищается, на дне траншей выкладывается щебневое основание банкетов толщиной 5-10 см. Банкеты будут жестко соединяться с фундаментом с помощью анкеров. Анкерные стержни (обычно 4-5 штук) забивают в стену, равномерно распределяя их по высоте. Устанавливается опалубка, банкеты частично бетонируются до уровня опорных балок. Когда бетон набирает 70% от проектной прочности, в стене с шагом полтора-два метра пробиваются отверстия, в которые перпендикулярно устанавливаются сами опорные балки. Они выполняются из швеллеров, двутавров или железобетона. Параллельно стене в так называемых окнах внутри банкет устанавливаются распределительные балки. Затем распределительные и опорные балки сваривают между собой. Заключительным этапом является добетонирование банкетов. После увеличения площади подошвы фундамента данным способом, его несущая способность значительно возрастает, что открывает новые возможности эксплуатации сооружения. [4, 5]

Устройство под зданием фундаментной плиты Данная технология позволяет значительно уменьшить крен фундамента и неравномерность осадок. Она используется при реконструкции зданий, когда в следствие увеличения эксплуатационных нагрузок на сооружение возникает вероятность деформации фундамента. В случаях, когда основание сооружения находится в состоянии

неравномерного сжатия, необходимо демонтировать конструктивные элементы внутри сооружения и подготовить существующий фундамент к устройству под зданием монолитной плиты. Для этого в теле фундамента устраивается штраба глубиной, равной половине толщины стены. В штрабу подводится армированная бетонная плита, и производится ее сопряжение с существующим фундаментом. Такой способ укрепления отлично перераспределяет нагрузки на грунт за счет увеличения площади фундамента. [2, 3, 6, 7]

Применение свай. Укрепить фундамент с помощью свай можно несколькими способами. Первый из них – применение буронабивных свай. С каждой стороны от фундамента устраивается траншея. Параллельно фундаменту на определенном расстоянии попарно бурятся скважины. Глубина скважины зависит от глубины залегания пласта более твердых пород. Затем в центр скважины устанавливают металлический каркас и нагнетается бетонный раствор. Тем временем, к существующему фундаменту жестко крепят так называемую разгрузочную балку, другой конец которой будет опираться на сваю. Балки крепятся к сваям с помощью анкеров, затем траншея заливается бетонным раствором. В конечном итоге мы получаем прочную монолитную конструкцию. [2, 3, 4, 5] Вторым способом является применение вдавливаемых свай. Отдельные секции свай последовательно вдавливаются в грунт. Эти секции соединяются между собой посредством стыков. Последним устанавливается головной элемент, в центр сваи помещают арматуру и инъецируют цементный раствор. Разгрузочные балки связываются со сваями и между собой посредством монолитного железобетонного ростверка. Применение данной технологии позволяет избежать влияния вибрации, шума и динамических нагрузок на сооружение. [2, 3, 8] Третий способ заключается в использовании буроинъекционных свай. Сквозь основание существующего фундамента под углом около 45° производится бурение скважин. В скважины под давлением 1-3 МПа нагнетается цементный раствор, который обеспечивает уплотнение грунта и заполнение пустот. После того, как раствор затвердеет и наберет необходимую прочность, новая глубина заложения и несущая способность позволит увеличить нагрузку на фундамент. [2, 3, 4, 5]

Таким образом, каждый из перечисленных способов укрепления фундамента имеет свои преимущества и недостатки. На основе вышеизложенного можно сделать вывод о том, что наиболее эффективным в условиях плотной городской застройки является метод укрепления фундаментов путем вдавливания свай. Этот способ обеспечивает низкий уровень шума, а небольшие размеры оборудования позволят быстро и успешно применять его в районах плотной застройки.

Список литературы:

1. Крылов В.В. Факторы, влияющие на устойчивость подземного сооружения в условиях повышенной сейсмоопасности // Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. УВЦ ДВФУ. 2019.
2. Асаул А.Н., Казаков Ю.Н., Ипанов В.И. Реконструкция и

реставрация объектов недвижимости: учебник / под ред. д. э. н., проф. А.Н. Асаула. – СПб.: Гуманистика, 2005. – 288с.

3. Гроздов В.Т. Усиление строительных конструкций при реставрации зданий и сооружений. – СПб.: «Центр качества строительства», 2005. – 114 с.

4. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю., Ибрагимов Д.И. Наружные железобетонные стеновые ограждения с применением несъемной опалубки из пенополистирола // Молодежь и научно-технический прогресс Материалы региональной научно-практической конференции: электронный ресурс. 2013. С. 220-222.

5. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю., Ибрагимов Д.И. Энергетическая эффективность в строительстве как критерий экологической безопасности // Современное естествознание и охрана окружающей среды. Труды Международной молодежной конференции. 2013. С. 132.

6. Скибин Г.М., Субботин В.А. Усиление ленточного фундамента способом подведения фундаментной плиты с несъемной опалубкой // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. 2017. №2.

7. Малышкин А.П., Есипов А.В., Есипов С.В. Опыт усиления свайного фундамента путем подведения плиты // Труды II Международной конференции "Геотехнические проблемы XXI века в строительстве зданий и сооружений" – Пермь, 2007.

8. Коровин А.И. Усиление фундаментов и оснований зданий и сооружений буроинъекционными скважинами для условий Санкт-Петербурга // Записки Горного института. 2007.

Плахотников Владимир Владимирович

МОНТИРУЕМАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ

*Дальневосточный федеральный университет, Военный учебный центр
Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич*

Аннотация: Одним из опасных явлений, присутствующих в подземных выработках, является обводненность. Данное явление легко устраняется при помощи различных методов и видов гидроизоляции. Одним из таких видов гидроизоляции является монтируемая гидроизоляция.

Ключевые слова: Монтируемая гидроизоляция, подземное пространство, опасность обводнения, водоприток, борьба с обводнением.

Монтируемая гидроизоляция выполняет роль защитного экрана, который не пропускает воду к конструкции. Между собой монтируемая гидроизоляция по своим свойствам и материалам схожа с засыпной гидроизоляцией, но в отличие от засыпной гидроизоляции, монтируемая гидроизоляция устраивается во время выполнения строительных работ, он создает второй слой вне конструкции, не сцепляясь с ней и не сцепляясь с почвой. За счет образования второго слоя данный вид гидроизоляции блокирует не только проникновение

воды в конструкцию, но и защищает ее от соприкосновения с почвой. Исходя из того, что данный вид гидроизоляции устанавливается вне конструкции его можно отнести к поверхностной гидроизоляции. [1, 2]

К материалам монтируемой гидроизоляции можно отнести следующие материалы:

1. Bentonитовая глина. Данный вид глины не склонен к усадке и при взаимодействии с водой способен создавать гель, который не позволяет воде проникать в конструкцию.

2. Полимерная геомембрана. Основным достоинством этого материала является его способность не разрушаться от воздействия агрессивных сред и воды. Исходя из этого, геомембрана защищает конструкцию от механического разрушения в результате смещения пород.

3. Фильтрующий текстиль. Данный материал предназначен не только для защиты конструкции от воды. Он также защищает конструкцию от соприкосновения с грунтом.

Можно выделить следующие преимущества данного вида гидроизоляции:

1. Защита конструкции от грунта.
2. Дешевизна материалов.
3. Способность увеличить прочность конструкции.

К недостаткам можно отнести следующее:

1. Невозможность ремонта после установки.
2. Увеличение времени строительства конструкции.
3. Низкие показатели в условиях водного напора.

Список литературы:

1. Фадеев А.Б. Гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений. – СПб: СПбГАСУ, 2007.- 29 с.

2. Чернеев А.М. Особенности скальных грунтов различного генезиса, применяемых в строительстве // Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 234-236.

3. Мочалов А.В. Повышение эффективности конструкционных материалов для защитных сооружений // Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 9-12.

4. Федюк Р.С., Панарин И.И., Тимохин Р.А. Обоснование критериев технологической эффективности городских подземных сооружений // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 120-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К.В. Радугина. 2019. С. 521-523.

5. Batarshin V., Fediuk R., Gulevatenko A. The construction based on leidenfrost's effect in mining // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2019. 032044.

6. Abirami T., Loganaganandan M., Murali G., Vickhram Sreekrishna R., Vignesh T., Januppriya G., Fediuk R., Karthikeyan K. Experimental research on impact response of novel steel fibrous concretes under falling mass impact // Construction and Building Materials. 2019. No. 222. Pp. 447-457.

7. Ibragimov R., Fediuk R. Improving the early strength of concrete: effect of mechanochemical activation of the cementitious suspension and using of various superplasticizers // Construction and Building Materials. 2019. No. 226. Pp. 839-848.

8. Fediuk R.S., Mochalov A.V., Bituev A.V., Zayakhanov M.E. Structuring behavior of composite materials based on cement, limestone, and acidic ash // Inorganic Materials. 2019. 55(10). Pp. 1079-1085.

9. Свинцов А.П., Федюк Р.С., Амири Р., Рукосуева А.А. Оценка надежности несъемной опалубки из цементно-стружечных плит // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2019. № 8 (728). С. 79-95.

10. 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.

Кузнецов Максим Сергеевич

РАБОТА ОСНОВАНИЯ ФУНДАМЕНТА ПОД НАГРУЗКОЙ

Дальневосточный федеральный университет, Кафедра горного дела и комплексного освоения георесурсов

Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация: Строительство зданий и сооружений неотъемлемая часть современного мира. Люди научились возводить различные конструкции в местах совершенно непредназначенных для строительства, они научились менять условия для строительства, благодаря развитию науки и техники. Такие изменения связаны с изменением грунтов и пород находящимися под фундаментами новых сооружений.

Ключевые слова: грунт, основание, фундамент, нагрузка.

Грунт – это породы, находящиеся преимущественно на поверхности земной коры. Он состоит из различных, в основном твердых частиц, различной крупности и пор, заполненных связующим материалом, воздухом или различной жидкостью. Тот же грунт, который интересует нас при строительстве сооружений, так как от его характеристик зависит то, какие нагрузки он сможет выдерживать без вреда конструкции, называется основанием фундамента.

Основанием фундамента можно считать грунтовый массив, располагаемый непосредственно под фундаментом и принимающий от него все нагрузки и напряжения от конструкций.

Данные напряжения создают нагруженное состояние (рис. 1). Они при достижении предела прочности основания фундамента приводят не только к изменению основания, но и изменению фундамента.

Из-за нагрузок, создаваемых зданием и передаваемых на фундамент, основание фундамента начинает испытывать значительные сжимающие усилия. Под действием, которых они начинают уплотняться. Подобные деформации, происходящие равномерно, принято называть осадкой грунта, которая в свою очередь приводит к осадке самого фундамента.

Однако более опасными для строительства деформации стоит считать деформации, вызванные неравномерным давлением зданий и сооружений. Подобные неравномерные деформации вызваны в результате уплотнения основания фундамента из-за внешних нагрузок, массы самого грунта, а также обводнения. Подобные неравномерные деформации называют просадками. Просадки вызывают изменение и разрушение фундамента. Такие деформации опасны и недопустимы [1-3].

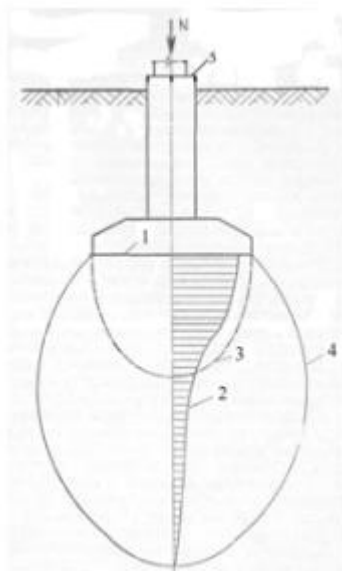


Рис. 1. Основание здания: 1 – подошва фундамента, 2 – эпюра распределения вертикальных напряжений в грунте, 3 – зона наибольших напряжений, 4- граница области напряжений, 5 – обрез фундамента.

Для того чтобы деформации не оказывали опасного влияния на существующие конструкции и не влияли на условия эксплуатации здания были созданы в результате опытных исследований предельные величины деформаций основания и напряжений в грунте.

Список литературы:

1. Аткина Л. И., Морозов А. М. Строительное дело и материалы. - Екатеринбург, 28 с.
2. Ковалев П.Г. Фундаменты и основания сооружений, Москва, 140 с.
3. Армонов Р.А., Апликорова Г.И. Основные свойства грунтовых пород, Москва, 59 с.

Кузнецов Максим Сергеевич

ТИПЫ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ В ГОРНОМ ДЕЛЕ

*Дальневосточный федеральный университет, Кафедра горного дела и
комплексного освоения георесурсов*

Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация: При строительстве подземных сооружений, шахтеры сталкиваются с проблемой обводненности подземной выработки, по этой причине были разработаны специальные материалы и способы, позволяющие снизить водоприток и обводненность.

Ключевые слова: обводненность, гидроизоляция, водоприток, типы гидроизоляции.

Гидроизоляцией в горном деле называется совокупность методов, позволяющих предотвратить проникновение воды в горную выработку, и обеспечить ее сдерживание в пространстве, находящимся за пределами выработки (при использовании наружной гидроизоляции), или в пространстве, располагающемся возле крепей горной выработки (при использовании внутренней гидроизоляции). Главной ее задачей является - защита горной выработки от попадания воды, и защита материала гидроизоляции от вредного воздействия воды.

Гидроизоляция является одним из элементов необходимых для обеспечения безопасности в горном деле и зачастую имеет ключевое значение при введении горной выработки в эксплуатацию. Так как при неправильно подобранном материале или способе установки гидроизоляции на месторождение с большой обводненностью, существует большая возможность проникновения воды в горную выработку с последующим ухудшением прочности ее крепей и вероятным обрушением. Самым распространенным материалом крепи в горном деле является бетон. Это связано с его характеристиками прочности на сжатие, что позволяет крепи выдерживать сильные давления горного массива. Однако бетон является материалом, хорошо взаимодействующим с водой, он впитывает ее из-за своей пористости, что приводит к ухудшению его показателей прочности. Ухудшение показателей прочности бетона связано с тем, что вода вымывает основу прочности бетона – кальций. Так же стоит учитывать такой факт, как наличие различных химических элементов в воде, образующих кислую или щелочную среду. Бетон хорошо разрушается в этих средах, что приводит к разрушению бетонной, железобетонной и анкерной крепи, где в качестве замка используется бетон. В период эксплуатации выработки в ней может аккумулироваться вода, даже при соблюдении всех требований гидроизоляции. Такую аккумулированную воду необходимо собрать и убрать. Для этих целей используются водоотливные лотки, имеющие специальный уклон для вывода воды с выработки в специально отведенное место по принципу дренажа. При этом можно

столкнуться с проблемой замерзания воды в лотках. Решением данной проблемы является использование утепляющей засыпки, между наружной крышкой и лотком.

Гидроизоляция имеет огромное количество способов нанесения, а также материалов, из которых создается гидроизоляция. Гидроизоляция имеет большое количество типов, из-за того, что они отличаются способами нанесения, материалами, применением, структурой, физическими и химическими свойствами, сроками эксплуатации и многими другими характеристиками, однако они все служат для одного - не пропускать воду в горную выработку.

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

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

Для успешного применения и выбора типа гидроизоляции существуют параметры, при соблюдении которых горная выработка становится, практически водонепроницаема. К таким параметрам можно отнести: условия эксплуатации горной выработки, ее назначение, допустимую влажность защищенных помещений и многие другие. Лишь при выполнении всех параметров можно определить: целесообразен ли данный вид гидроизоляции, эффективен ли он и выгоден ли экономически.

Список литературы:

1. Рассохин Г. В., Леонтьев И.А., Петренко В.И. и др. Влияние обводнения многопластовых и газоконденсатных месторождений на их разработку. – М.: Недра, 1973. – 262 с.

2. Батаршин В.О., Гулеватенко А.А., Крылов В.В., Зенкин И.С., Сотникова П.А., Семиохин А.С. Оттаивание пород как одна из проблем освоения месторождений полезных ископаемых и радиоактивных элементов в районах вечной мерзлоты и крайнего севера // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал).

3. Егоров В.Н., Бобер Е.А., Кузнецов Ю.Н., Косьминов Е.А., Решетов С.Е., Красюк Н.Н. Основы горного дела - 2-е изд., стер. - М.: Изд-во МГГУ, 2006. - 408 с.

Кузнецов Максим Сергеевич

СРАВНЕНИЕ ПРОПИТОЧНОЙ И ИНЪЕКЦИОННОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

*Дальневосточный федеральный университет, Кафедра горного дела и
комплексного освоения георесурсов*

Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация: Для обеспечения производства современных технологий человечество, начало сильнее углубляться в земную поверхность. На большой глубине наблюдалось повышенный водоприток и обводнение, что в некоторых случаях крайне негативно влияет на выработки. По этой причине были разработаны различные виды гидроизоляции. Сравнение двух наиболее долговечных гидроизоляционных систем будет рассмотрено в данной статье.

Ключевые слова: пропиточная гидроизоляция, инъекционная гидроизоляция, подземная выработка, обводнение.

Человечество шагнуло далеко вперед, развивая науку и технику, для которых во все времена требовались ресурсы, большая часть которых добывалась подземным способом. Как следствие большая часть месторождений, находящихся близко к поверхности земли была отработана и рекультивирована, но потребность в ресурсах осталась. Поэтому человечество решило углубиться в освоение месторождению глубоко заложения. Углубление не привело к новым проблемам, однако оно привело к обострению уже имеющихся проблем. Одной из таких проблем является обводнение. [1]

Обводнение на больших глубинах привело к постоянному водопритоку и затоплению выработок. [2,3] Для предотвращения затопления были созданы различные типы гидроизоляции. Именно две наиболее положительные системы гидроизоляций мы рассмотрим и сравним в данной статье.

Пропиточная гидроизоляция предназначена для закрытия пор водопроницаемого материала. Следовательно, все пористые материалы обеспечиваются полной гидроизоляционной защитой. К пористым материалам, применяемым в горном деле, следует относить бетон, поры которого при воздействии пропиточных материалов начинают закрываться. Пропиточная гидроизоляция при попадании в бетон вступает с ним в реакцию, а именно добавки из полимера начинают расширяться, закрывая собой поры. После чего данный состав становится частью бетонной конструкции.

Все материалы пропиточной гидроизоляции можно разделить на 2 группы по принципу действия:

1. Материал глубокого проникновения. Материалами глубокого проникновения являются силикаты, силаны и силаксины.

2. Материалы, образующие тонкую защитную пленку. К материалам, образующим на поверхности тонкую защитную пленку, можно отнести составы, берущие за основу акрил, полиуретан и эпоксидные смолы.

К преимуществам данной гидроизоляции можно отнести :

1. Данный вид гидроизоляции относится как к внутренней, так и к внешней гидроизоляции
2. Пропитывающий материал просто наносится на поверхность.
3. Из-за того, что пропиточная гидроизоляция относится к природным материалам, она является экологически допустимой.
4. Благодаря тому, что пропиточная гидроизоляция и бетон становятся единым целым, образуемая защитная пленка получает прочностные свойства бетона.
5. Благодаря возможности глубокого проникновения, материалы пропиточной гидроизоляции не отслаиваются со временем и способны проявлять глубокую адгезию.

Самым большим и единственным недостатком пропиточной гидроизоляции является ее стоимость.

Инъекционная гидроизоляция является разновидностью наружной гидроизоляции. Но в отличие от других видов гидроизоляции, которые устанавливаются во время строительства горной выработки, данный вид наносится в уже построенной выработке. Процесс протекает следующим образом: в стену выработки вставляется специальный нагнетатель, который начинает нагнетать материал на внешнюю часть выработки и во внутреннюю часть стены, насыщенную капиллярами и трещинами, где он застывает. Материал инъекционной выработки из-за своей жидкой природы застывает около 30 минут. Однако в зависимости от примесей это время можно уменьшить.

Материалы инъекционной гидроизоляции можно поделить на группы согласно их свойствам:

1. Акрилатные гели. Данный материал, проникая за пределы выработки, сцепляет ее внешнюю часть с грунтом, обеспечивая ее устойчивость при динамичных давлениях грунта, обеспечивает защиту от вымывания грунта, укрепляет его. Благодаря своей плотности практически равной воде, акрилатные гели быстро проникают в стены и заполняют собой все пустое пространство.

2. Полиуретановые полимеры. Данный вид материалов можно отнести к экономным, из-за их способности увеличивать свой объем в 15-20 раз. Данный материал лучше всего проявляет свои качества в рыхлом грунте (пывунах). Так как при контакте с водой он начинает пениться и вытеснять ее, а последующие части полиуретана начнут твердеть и уплотняться без образования пены, так как вся вода к этому моменту будет вытеснена. В итоге получится непроницаемая оболочка.

3. Эпоксидные материалы. Данный вид материалов инъекционной гидроизоляции сильно отличается от других так, как он при воздействии воды теряет свои свойства. Но если он затвердеет без попадания влаги, то создаст водонепроницаемую оболочку, повышающую прочность всей конструкции

4. Микроцементы. Данный вид материалов с легкостью проникает в микротрещины пустоты и капилляры, кристаллизуясь в них и создавая защитный барьер, не пропускающий влагу.

Можно выделить следующие преимущества инъекционной гидроизоляции:

1. Все работы по устройству инъекционной гидроизоляции можно проводить в построенных выработках.

2. Нет необходимости в просушивании поверхности, на которую будет наноситься гидроизоляция.

3. Способность инъекционной гидроизоляции проникать в микротрещины.

4. Покрытие сливается с конструкцией, повышая прочностные качества.

5. Наличие высокой эластичности и хорошей химической стойкости.

6. Способность не терять жидкие свойства при низких температурах.

7. Способность скоростного застывания.

Можно выделить следующие недостатки инъекционной гидроизоляции:

1. Дороговизна материалов и оборудования.

2. Трудность в нахождении квалифицированных специалистов.

Исходя из всех приведенных фактов, можно сделать вывод, что пропиточная гидроизоляция является наиболее практичной, однако с точки зрения стоимости и экологичности стоит выбрать инъекционную гидроизоляцию.

Список литературы:

1. Рассохин Г. В., Леонтьев И.А., Петренко В.И. и др. Влияние обводнения многопластовых и газоконденсатных месторождений на их разработку. – М.: Недра, 1973. – 262 с.

2. Батаршин В.О., Гулеватенко А.А., Крылов В.В., Зенкин И.С., Сотникова П. А., Семиохин А. С. Оттаивание пород как одна из проблем освоения месторождений полезных ископаемых и радиоактивных элементов в районах вечной мерзлоты и крайнего севера // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал).

3. Егоров В.Н., Бобер Е.А., Кузнецов Ю.Н., Косьминов Е.А., Решетов С.Е., Красюк Н.Н. Основы горного дела - 2-е изд., стер. - М.: Изд-во МГГУ, 2006. - 408 с.

Плахотников Владимир Владимирович

НЕДОСТАТКИ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЕДИНОЙ МОДУЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Дальневосточный федеральный университет, Военный учебный центр

Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация: Строительство зданий – неотъемлемая часть повседневной жизни каждого города. В каждом городе постоянно возводятся новые постройки, отвечающие современным требованиям безопасности. Однако существует проблема, связанная с сокращением сроков строительства, уменьшения его стоимости и увеличения качества построек. Для этих целей была сформирована и используется единая модульная система, способствующая индустриализации.

Ключевые слова: единая модульная система, строительство, здания, индустриализация.

Индустриализация позволяет обеспечивать сферу строительства элементами задний, производимых на заводах. Что приводит к повышению роста производительности труда, облегчению ручного труда и уменьшению трудоемкости производственных процессов. Благодаря индустриальным способам строительства возможно выполнение и обеспечение огромных объемов гражданского и промышленного строительства.

Для достижения подобного положения прибегают к унификации, идентичности частей зданий, что в свою очередь приводит к единообразию параметров, изготавливаемых на заводах конструктивных элементов. Отсюда вытекает такое понятие как «Типоразмер», означающее конструкцию, имеющую свои характерные параметры.

Осуществление подобного метода, выполняется при помощи ЕМС – единой модульной системы, то есть приему совокупности правил координации размеров здания и его элементов на основе кратности этих размеров установленной единице. В связи с этим появляется необходимость в повышении унификации данных единиц, поэтому вводят понятие укрупненных и дробных модулей

Укрупненный модуль – это параметр, увеличенный на целое число. Его используют для уточнения горизонтальных и вертикальных размеров сооружений.

В случае использования небольших размеров конструкций используют дробные модули, они представляют собой часть основного модуля. Для уменьшения количества размеров применяют градации. Это величины показывающие одинаковую разность между основными размерами, установленными ЕМС. Что позволяет уменьшить количество типоразмеров различных конструкций, используемых в строительстве. Обычно применяются два вида размеров:

1. Номинальный или конструктивный.
2. Натуральный или фактический.

Отличие данных размеров заключается в том, что номинальный размер используется в качестве размера, описывающего расстояние между осями здания на проекте, а конструктивный размер - это расстояние, отличающееся от номинального на значение конструктивного зазора.

Проектирование различных строений происходит при использовании пространственной системы плоскостей и линий их пересечения. Также в данной системе используют маркируемые оси, которые используют для разбивки сооружений. Расстояние между осями можно отнести к номинальным размерам. Так для большинства гражданских зданий используют укрупненные модули главным образом не больше 3М. В то время как для промышленных зданий используют 30М и 60М. В общественных постройках могут использовать как укрупненные модули гражданских, так и промышленных зданий.

Отсюда вытекает первый недостаток существующей ЕМС, так как на данный момент в строительстве промышленных и гражданских зданий применяют разные укрупненные модули, что приводит к уменьшению унификации данной системы. Одним из способов унификации по праву можно считать, способ привязки и применение одинаковых размеров производимых конструкций. Для этого применяют типизацию, то есть уменьшение различных типов конструкций к небольшому количеству, что способствует повышению индустриализации.

Из этого пункта выходит второй недостаток существующей системы ЕМС, а именно: типизация приводит к росту одинаковых построек, что в результате приводит к монотонной одинаковой застройке.

Список литературы:

1. Чернеев А.М. Особенности скальных грунтов различного генезиса, применяемых в строительстве // Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 234-236.
2. Мочалов А.В. Повышение эффективности конструкционных материалов для защитных сооружений // Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 9-12.
3. Федюк Р.С., Панарин И.И., Тимохин Р.А. Обоснование критериев технологической эффективности городских подземных сооружений // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 120-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К.В. Радугина. 2019. С. 521-523.
4. Batarshin V., Fediuk R., Gulevatenko A. The construction based on leidenfrost's effect in mining // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2019. 032044.

5. Abirami T., Loganaganandan M., Murali G., Vickhram Sreekrishna R., Vignesh T., Januppriya G., Fediuk R., Karthikeyan K. Experimental research on impact response of novel steel fibrous concretes under falling mass impact // *Construction and Building Materials*. 2019. No. 222. Pp. 447-457.

6. Ibragimov R., Fediuk R. Improving the early strength of concrete: effect of mechanochemical activation of the cementitious suspension and using of various superplasticizers // *Construction and Building Materials*. 2019. No. 226. Pp. 839-848.

7. Fediuk R.S., Mochalov A.V., Bituev A.V., Zayakhanov M.E. Structuring behavior of composite materials based on cement, limestone, and acidic ash // *Inorganic Materials*. 2019. 55(10). Pp. 1079-1085.

8. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю., Ибрагимов Д.И. Наружные железобетонные стеновые ограждения с применением несъемной опалубки из пенополистирола // *Молодежь и научно-технический прогресс Материалы региональной научно-практической конференции: электронный ресурс*. 2013. С. 220-222.

9. Свинцов А.П., Федюк Р.С., Амири Р., Рукосуева А.А. Оценка надежности несъемной опалубки из цементно-стружечных плит // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. 2019. № 8 (728). С. 79-95.

10. 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.

11. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю., Ибрагимов Д.И. Энергетическая эффективность в строительстве как критерий экологической безопасности // *Современное естествознание и охрана окружающей среды Труды Международной молодежной конференции*. 2013. С. 132.

Бабенко Я.С.

ОБСЛЕДОВАНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЯ СТАРОЙ ПОСТРОЙКИ В ГОРОДЕ РЫЛЬСКЕ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Курский государственный университет

Кафедра промышленного и гражданского строительства г. Курск, Россия

Научный руководитель: доктор технических наук, проф. Меркулов С.И.

Аннотации: Приведены результаты технического состояния строительных конструкций здания.

Ключевые слова: обследование, реконструкция, дефект, повреждение, несущая способность.

Город Рыльск считается одним из малых исторических городов России, расположенный на Юго-Западной окраине Среднерусской возвышенности, на правом берегу р. Сейм. Впервые упоминается в Ипатьевской летописи в 1152г.

Застройка г. Рыльска сформировалась в середине XIX в. и предусматривала разделение города на прямоугольные кварталы. Проектный документ, разработанный в 1784 г., а окончательно откорректированный в 1791г. и утвержденный Екатериной II - Генеральный план г. Рыльска. На основании данного документа осуществлялись все виды градостроительного освоения.

Зданиям, построенным в г. Рыльске в середине XIX в., присущ архитектурный стиль - русский классицизм, который характеризует простые и симметричные планировки, сдержанный внешний декор, прямоугольные оконные и дверные проемы со строгой отделкой. Одним из представителей архитектурного стиля является жилой дом купца Соловьева А.В.

Здание прямоугольное в плане, двухэтажное, имеющие следующие геометрические размеры: 79,520 м× 9,920м, высота типового этажа 3,9м. Фундамент здания из керамического кирпича, ленточный. Наружные и внутренние стены - кирпичные. Перекрытие - деревянное.

Дом купца Соловьева А.В., расположен по улице Советская Площадь, предположительная дата постройки 1860-1880 годы. Во двор вёл арочный проезд. Арка закрывалась массивными железными воротами ручной кузнечной работы, украшенными цветами и завитками из жести. Фасад здания состоит из архитектурных элементов в виде сегментных окон, гипсовых розеток, ступенчатого карниза, сверх которого устроен парапет. С 1922 года по настоящее время на первом этаже располагаются магазины, на втором этаже - жилые квартиры. (Рис. 1).

Автором предложен проект по реконструкции дома купца Соловьева А.В. При разработке проекта реконструкции выполнено: обследование несущих и ограждающих конструкций, определение степени технического состояния строительных конструкций. При выполнении работ использовался опыт

сотрудников и студентов КГУ по реконструкции зданий старой постройки [1,2,3].



Рис.1- Дом купца Соловьева А.В. (а - фото 1986г., б - фото 2019г.)

Наружные стены - из полнотелого керамического кирпича толщиной 640мм. С внутренней и наружной стороны стены оштукатурены известково-песчаным раствором, толщина слоя 25мм.

Внутренние стены - из полнотелого керамического кирпича, толщина стен 380мм. Стены оштукатурены известково-песчаным раствором, толщина слоя 25мм.

Имеется наличие дефектов стен:

- в наружных стенах – трещины вертикальной направленности с шириной раскрытия до 20мм, отпадение штукатурки;

- во внутренних стенах – трещины вертикальной направленности с шириной раскрытия до 5мм.

Фундамент здания ленточный из керамического кирпича, толщиной 1м. Отметка низа фундамента относительно уровня земли 2,8 метра. Горизонтальная изоляция выполнена выше отметки земли на 3 ряда кирпичной кладки. Видимых дефектов и повреждений в результате обследования не обнаружено.

Междуэтажное перекрытие по деревянным балкам с устройством черного пола. Расстояние между деревянными балками 1,0 м. Внутри перекрытия устроен подбор, по которому выполнена звукоизоляция из засыпки топливным шлаком. Напольное покрытие устроено из досок толщиной 40 мм. Выявленные дефекты: массовое обрушение штукатурки на участках до 4 м², значительная зыбкость конструкции.

Конструкция кровли представляет собой мауэрлат из бревен диаметром 25 см, лежень из бревен диаметром 20см, стропила и подкосы из бревен диаметром 16 см. Шаг стропил 1,0 м. По стропилам выполнена обрешетка из досок толщиной 20 мм. Кровля - из волнистого асбестоцементного листа.

По результатам обследования установлено техническое состояние строительных конструкций здания, учтены повреждения конструкций, степени их влияния на несущую способность. При этом использованы нормативные методики, а также результаты исследований, выполненных в КГУ [4,5,6].

Техническое состояние фундаментов, наружных и внутренних стен - работоспособное. Техническое состояние междуэтажного перекрытия - аварийное.

В предложенном варианте реконструкции здания предусмотрены элементы усиления кладки наружных стен, замена перекрытия по деревянным балкам на монолитное железобетонное перекрытие по металлическим балкам и профилированному листу. При реконструкции здания выполнено восстановление и усиление строительных конструкций с применением [7-10]. В средней части здания выполнена настройка третьего этажа.

Список литературы:

1. Меркулова Е.В., Кузнецова В.А. «Конструктивные особенности зданий старой постройки». AUDITORIUM. Электронное периодическое издание. <http://auditorium.kursksu.ru>.
2. Меркулова Е.В., Полякова Н.В. «Комплексные решения реконструкций зданий храмов Курска» // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения: материалы Международных академических чтений. Курск, 2015. С. 19-28.
3. Меркулов С.И. Оценка работоспособности конструкций здания храма в поселке Искра в Курской области // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения. Материалы Международных академических чтений РААСН. Курск, 2012. С. 143-147.
4. ВСН 53-86(р) «Правила оценки физического износа жилых зданий».
5. Меркулов С.И. Решение проблемы аварийного жилищного фонда // Безопасности строительного фонда России. Проблемы и решения. Материалы Международных академических чтений РААСН. Курск, 2016. С. 175-179.
6. Меркулов С.И. Прогнозирование конструктивной безопасности эксплуатируемых зданий и сооружений // Научно-практической конференции. БГТУ, Белгород, 2014. С. 58-63.
7. Меркулов С.И. К вопросу о реконструкции и реновации конструктивных систем // Строительство и реконструкция. - 2012. - №6. С. 42-44.
8. Валевич Д., Римшин В.И., Меркулов С.И. К вопросу применения композитных волок для усиления кирпичных кладок зданий и сооружений // Русский Инженер. 2018. №1. С. 28-32.
9. Меркулов С.И., Татаренков А.И., Стародубцев В.Г. Усиление железобетонных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений // Бюллетень строительной техники. - 2017. №4. С. 41-43
10. Римшин В.И., Меркулов С.И., Есипов С.М. Бетонные конструкции, усиленные композитным материалом // Вестник Инженерной школы Дальневост. федерал. ун-та. 2018. №2. С. 93-100.

Буймарова Татьяна Константиновна

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-КЛИМАТИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ

*Воронежский государственный технический университет, строительный факультет, кафедра технологии строительных материалов, изделий и конструкций, 394008, г. Воронеж, ул. 20-летия Октября, д.84.
Научный руководитель: д-р техн наук Славчева Галина Станиславовна*

Аннотация: Представлено обобщение результатов комплекса исследований свойств цементных пенобетонов $\rho=800-1000$ кг/м³ на основе природного и техногенного сырья. Системно оценены их функциональные свойства в зависимости от влажностного состояния. Показано, что использование техногенных наполнителей для получения цементных пенобетонов позволяет обеспечить показатели их водостойкости, влажностной усадки, морозостойкости, теплопроводности на уровне нормативных требований к ячеистым бетонам соответствующей плотности. Поэтому можно прогнозировать, что на основе техногенного сырья можно обеспечить получения пенобетонов с требуемыми для эксплуатации в ограждающих конструкциях показателями физико-климатической стойкости.

Ключевые слова: пенобетон, техногенное сырье, влажность, усадка, морозостойкость, теплопроводность.

Утилизация техногенных отходов — важнейший фактор в увеличении эффективности современных промышленных производств и сохранения сырьевой базы. Его использование при производстве строительных композитов потенциально может позволить удовлетворить до 50% потребностей строительной индустрии в сырье. Одним из эффективных направлений использования техногенных отходов для изготовления строительных композитов является их применение в качестве наполнителей или заполнителей для различных видов бетонов. В этом случае они могут использоваться практически без переработки, что закономерно позволит снизить себестоимость конечного продукта.

В частности, использования одним из направлений наполнителей техногенного происхождения цементного вместо природного песка является получение цементного пенобетона [1,2]. Использование техногенных наполнителей в их естественном состоянии с исключением дополнительных технологических переделов подготовки, возможность организации процессов твердения непосредственно в возводимой конструкции, возможность реализации технологического процесса получения бетона на мобильных установках без создания сложной производственной инфраструктуры и определяет в совокупности перспективность данного направления.

Анализ приоритетных требований к свойствам бетона при его использовании в ограждающих конструкциях показывает, что наиболее значимыми являются требования к физико-климатической стойкости материала.

Из факторов внешней среды, вызывающих изменение свойств строительных композиционных материалов, наиболее сильно действующим может считаться влажностный фактор. Проявление многих свойств строительных материалов при эксплуатации происходит в условиях постоянного изменения их влажности. Поэтому от интенсивности развития процессов увлажнения-высыхания, достигаемой равновесной влажности зависит реализация свойств композитов при эксплуатации. Эксплуатационной влажностью определяется изменение прочности материалов (эффект Ребиндера), развитие влажностных деформаций, теплопроводности, морозостойкость.

Цель исследования – прогнозирование физико-климатической стойкости цементных пенобетонов на основе техногенного сырья на основе комплексной оценки их конструкционных свойств как функции влажностного состояния.

Исследования выполнены для бетонов $\rho=800-1000 \text{ кг/м}^3$ на молотом песке (эталонные составы) и техногенных наполнителях. В экспериментах использовались образцы с постоянным значением Ц : Н = 1 : 1,75 для всех видов пенобетона. Водотвердое отношение назначалось исходя из условия обеспечения одинаковой подвижности бетонной смеси. Требуемая средняя плотность бетонной смеси и бетона достигалось изменением дозировки воздухововлекающей добавки «Пеностром» в пределах 0,2 - 0,25 % от массы твердой фазы при 10% концентрации ее раствора. В опытах использовались цемент портландский СЕМ I 42,5R; в качестве наполнителей применлись песок молотый ($S_{уд} = 150 \text{ м}^2/\text{кг}$), карбонаткальциевая пыль уноса цементного производства ($S_{уд} = 120 \text{ м}^2/\text{кг}$), кислая зола-уноса ТЭЦ ($S_{уд} = 300 \text{ м}^2/\text{кг}$).

Для всех видов бетона оценивались показатели влажностного состояния (равновесная эксплуатационная влажность, водопоглощение), прочность при сжатии, влажностная усадка, теплопроводность и морозостойкость. Испытания производились по стандартным методикам определения данных свойств для ячеистых бетонов. Прочностные характеристики образцов бетона оценивались через 28 суток их твердения в нормальных температурно-влажностных условиях. Дополнительно, прочность при сжатии и теплопроводность определялись в сухом и водонасыщенном состоянии.

По результатам исследований (таблица) установлено следующее. По величине влагосодержания в равновесном и водонасыщенном состоянии пенобетон на кварцевом песке по сравнению с бетонами на пыли и золе-уноса характеризуется самыми низкими значениями оцениваемых характеристик. И это вполне объяснимо, так как песок характеризуется меньшей смачиваемостью поверхности частиц, а межпоровые перегородки обладают минимальной микропористостью вследствие низких значений В/Ц.

Свойства конструкционно-теплоизоляционного пенобетона

Показатели свойств	Виды пенобетона						
	на молотом песке		на золе-уносе		на пыли-уносе		
	D1000	D800	1000	800	D1000	D800	
Прочность при сжатии $R_b^{сух}$, МПа	4,5	3,2	5,9	3,5	3,7	2,6	
Коэффициент размягчения, $K_p = R_b^{водонасыщ} / R_b^{сух}$	0,86	0,81	0,82	0,80	0,77	0,75	
Водопоглощение, %	11,2	13,1	15,8	21,18	25,0	28,5	
Равновесная влажность, %	5,7	5,9	6,3	6,9	7,2	8,0	
Деформации влажностной усадки ϵ , мм/м	1,5	1,7	2,1	2,2	2,3	2,4	
Марка по морозостойкости	50	50	35	35	35	35	
Коэффициент теплопроводности при влажности, Вт/м ⁰ С	W=0%	0,24	0,16	0,21	0,16	0,22	0,18
	W=6 - 8 %	0,29	0,21	0,28	0,20	0,28	0,22

Наиболее активными по отношению к воде оказались образцы поризованного бетона на основе пыли-уноса; промежуточными характеристиками обладает бетон на золе. Большая активность по отношению к воде поризованного бетона на пыли-уноса по сравнению с бетоном на молотом песке может быть обусловлена лучшей смачиваемостью (более высоким показателем удельной теплоты смачивания) карбонаткальцевого наполнителя по сравнению с кварцевым. Закономерно, что при снижении плотности для всех видов бетона наблюдается увеличение влагосодержания.

С точки зрения влияния влажностного состояния пенобетона на его свойства установлено следующее.

Более высокой водостойкостью, оцененной по коэффициенту размягчения $K_p = R_b^{водонасыщ} / R_b^{сух}$, характеризуется бетон на кварцевом песке, нежели бетоны на техногенном сырье. Однако, показатели водостойкости бетона на золе-уноса практически не уступают данным характеристикам для бетонов на песке. Сравнительно низкие показатели коэффициента размягчения поризованного бетона на пыли-уноса обусловлены большей его активностью по отношению к воде по сравнению с бетоном на песке. Это связано, как отмечалось выше, с лучшей смачиваемостью водой карбонаткальцевого наполнителя по сравнению с кварцевым.

Влажностная усадка образцов бетона на пыли-уноса и золе-уноса оказалась в 1,5 раза выше, чем у бетона на песке, рассматриваемого в качестве эталона. Оценка показателей влажностного состояния дает основание квалифицировать бетоны на основе техногенных наполнителей как материалы с большей силой его связи с водой. Поэтому при обезвоживании они характеризуется более высокими показателями влажностной усадки по сравнению с бетоном на песке. Результаты исследований усадки бетонов

позволяют заключить, что ее величина прямым образом соотносится с видом и дисперсностью применяемого наполнителя. Из анализа механизма усадки известно, что определяющим ее «носителем» является цементирующее вещество, а частицы наполнителя, выполняя каркасообразующую функцию, стесняют и сдерживают проявление материалом объемных изменений. Если считать, что для рассматриваемых в настоящих исследованиях видов пенобетона параметры состава и структуры новообразований не могут значительно отличаться, то можно исходить из того, что в данном конкретном эксперименте только характеристики наполнителя будут изменять величину влажностной усадки материала.

Морозостойкость пенобетонов на основе техногенных наполнителей также оказалась на одну марку ниже, чем для бетонов на кварцевом песке, что закономерно обусловлено почти в 2 раза более высоким водопоглощением первых.

Важным при оценке зависимых от влажности свойств бетона является рассмотрение показателей теплопроводности. Для теплопроводности во влажном состоянии важным остается распределение пор по размерам, так как это определяет форму связи, содержание влаги в материале. Равновесная эксплуатационная влажность пенобетонов составляет 6-8% и определяется наличием в структуре капиллярно-связанной воды, которая играет роль тепловых мостиков в теплопередаче. Поэтому величина коэффициента теплопроводности для всех видов бетона в состоянии равновесной эксплуатационной влажности 20 - 30 %, чем в сухом состоянии. Важно подчеркнуть, что увеличение теплопроводности бетонов на техногенном сырье не превышает такое увеличение для бетонов на песке.

Таким образом, использование техногенных наполнителей для получения цементных пенобетонов позволяет обеспечить показатели их водостойкости, влажностной усадки, морозостойкости, теплопроводности на уровне нормативных требований к ячеистым бетонам соответствующей плотности. Поэтому можно прогнозировать, что на основе техногенного сырья можно обеспечить получения пенобетонов с требуемыми для эксплуатации в ограждающих конструкциях показателями физико-климатической стойкости.

Список литературы:

1. Славчева Г.С., Чернышов Е.М., Новиков М.В. Теплоэффективные пенобетоны нового поколения для малоэтажного строительства. Строительные материалы. 2017. № 7. С. 20-24
2. Славчева Г.С., Котова К.С. Повышение эффективности применения неавтоклавных ячеистых бетонов (пенобетонов) в строительстве. Жилищное строительство. 2015. № 8. С. 44-47.

**Годнюк Дмитрий Владимирович, Соловьев Сергей Павлович, Куренский
Алексей Владимирович**

**ВОЗДУШНАЯ ХОЛОДИЛЬНАЯ МАШИНА НА ОСНОВЕ
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ РАНКА ДЛЯ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ СУДОВЫХ ГТУ ОХЛАЖДЕННЫМ ВОЗДУХОМ**

Дальневосточный федеральный университет

Аннотация: Для повышения КПД и выходной мощности судовых газотурбинных установок (ГТУ) в летний период эксплуатации широко используется охлаждение воздуха перед его подачей в компрессор ГТУ. Как правило, ГТУ имеют достаточно постоянный объемный расход воздуха. При снижении температуры питающего воздуха увеличиваются его плотность и масса (появляется возможность сжигать больше топлива), как результат повышается мощность ГТУ при неизменных массогабаритных параметрах.[1]

Охлаждение питающего воздуха на входе в компрессор ГТУ это всегда затраты вне зависимости от способа его охлаждения, но даже с учетом затрат можно увеличить выходную мощность установки и при этом на выходе получить больше энергии, чем затратили. Например, снижение температуры воздуха на входе в компрессор с $+38\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$ обеспечит возрастание мощности ГТУ с 78% до 106% от номинала (номинальная мощность ГТУ обычно приводится для температуры атмосферного воздуха $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности 60% - н.у.). [2]

Ключевые слова: эффект Ранка, достоинства ВХМ, регенеративная ГТУ.

Существует удивительный эффект – эффект Ранка (Ранка-Хильша) и устройство – вихревая труба Ранка (ВТР), в которой этот эффект реализуется. Главное свойство вихревой трубы Ранка (рис.1), что она способна делить подаваемый в нее поток газа, например, воздуха, на два потока, один с температурой выше исходной, а второй ниже исходной. На периферии образуется закрученный поток с большей температурой, а из центра — в противоположную сторону выходит охлажденный поток. Температурное разделение происходит путём теплопередачи от сжатого (и потому горячего) воздуха кумулятивным эффектом к несжатой периферии, имеющей температуру как на входе. По мере движения к "горячему" концу периферия нагревается от двигающегося ей навстречу сжатого горячего центрального потока, который в свою очередь наоборот остывает. Образующийся в трубке вихрь является тепловым насосом компрессионного типа с противоточным теплообменником, способным передать до 100% разницы температур. Поэтому для терморазделения необходим не только прямой, но и обратный проход, как на рис. 1, т. к. после выхода из трубки поток воздуха расширяется до давления окружающей среды (атмосферного), выходящий из "холодного" конца трубки

газ имеет температуру намного ниже температуры окружающей среды (если "горячий" конец трубки не заглушен), а всё отданное им тепло уносится газом с "горячего" конца трубки. [1]

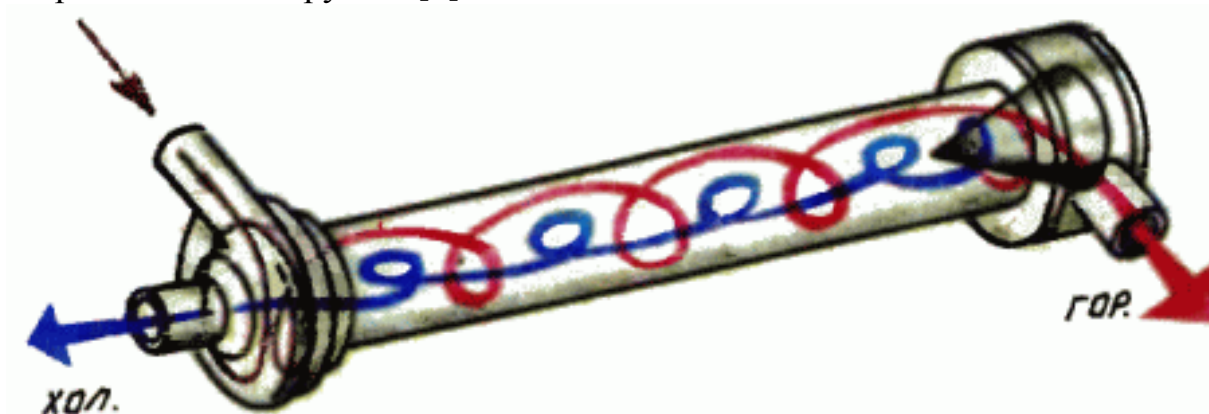


Рис. 1 – Вихревая труба Ранка

ВТР обладает рядом различных полезных свойств:

- 1) отсутствуют подвижные части, как результат, близкая к 100% надежность и большой ресурс;
- 2) может работать в очень жестких условиях (с высокой температурой газа – сотни градусов выше нуля, при наличии вибрации, качки и т. д.);
- 3) имеет относительно простую конструкцию, небольшие размеры и массу;
- 4) расход перерабатываемого газа в зависимости от варианта исполнения ВТР может быть в диапазоне от долей до сотен тысяч кубических метров в час;
- 5) имеет постоянную готовность к работе и очень малое время выхода на режим;
- 6) пространственное положение ВТР не влияет на ее работоспособность.

Предлагаемый вариант охлаждения воздуха на входе в компрессор регенеративной ГТУ судового размещения за счет использования воздушной холодильной машины (ВХМ) на основе энергоэффективной вихревой трубы Ранка (ЭЭВТР) позволит увеличить мощность ГТУ.

ГТУ, работающие при пониженных температурах воздуха на входе, имеют более продолжительный срок службы из-за снижения износа составных частей и требуют технического обслуживания в меньшем объеме.

Особенно выгодно осуществлять охлаждение воздуха перед его подачей в компрессор регенеративной ГТУ. Регенеративный цикл газотурбинной установки – это такой цикл, в котором тепловая энергия уходящих газов используется для подогрева сжатого воздуха после ее компрессора (возврат тепловой энергии в цикл газотурбинной установки). Налицо выгода по двум направлениям: в этом случае существенно повышается КПД и выходная мощность ГТУ, о чем говорилось выше, и одновременно с этим повышается степень регенерации тепла в ГТУ.

Повышение степени регенерации тепла объясняется тем, что увеличивается перепад температуры в регенераторе между охлаждаемыми (уходящими) газами и воздухом, поступающим из компрессора для подогрева.

ВХМ на основе ЭЭВТР позволит осуществить недорогой, доступный, эффективный и безопасный способ охлаждения воздуха на входе в компрессор судовых ГТУ как новых (проектируемых), так и находящихся в эксплуатации. [2]

Основные достоинства ВХМ на основе ЭЭВТР для обеспечения стационарных и судовых ГТУ охлажденным воздухом заключаются в следующем:

- ВХМ на основе ЭЭВТР может иметь требуемую холодопроизводительность, величина которой определяется только производительностью выбранного компрессора. Соответственно геометрические размеры ЭЭВТР будут зависеть только от расхода воздуха (диаметр ЭЭВТР может быть, например, 100 мм, 200 мм, 300 мм, 400 мм и более, что нереализуемо в классических вихревых трубах Ранка в принципе);

- ВХМ на основе ЭЭВТР экологически совершенно безопасна, т. к. рабочим и охлаждаемым телом (одновременно) является атмосферный воздух;

- в ВХМ отсутствует теплообменник перед компрессором ГТУ (соответственно не увеличивается гидравлическое сопротивление компрессора ГТУ), охлажденный воздух подается непосредственно в проточную часть компрессора ГТУ. Как результат ГТУ и ее компрессор не требуют доработок. ВХМ на основе ЭЭВТР может использоваться на уже работающих судовых ГТУ;

- ВХМ существенно проще конструктивно и меньше по стоимости (соответственно по времени окупаемости), чем абсорбционная и пароконденсационная ХМ (в ВХМ используется только один теплообменник – внешний). Минимальные эксплуатационные расходы, т. к. используется компрессор с низким перепадом давления (перепад давления между его входом и выходом составляет величину ~ 120 кПа);

- ВХМ имеет относительно небольшую массу, отсутствуют тяжелые и несбалансированные вращающиеся детали и соответственно не требуется тяжелый (дорогостоящий) фундамент. [1]

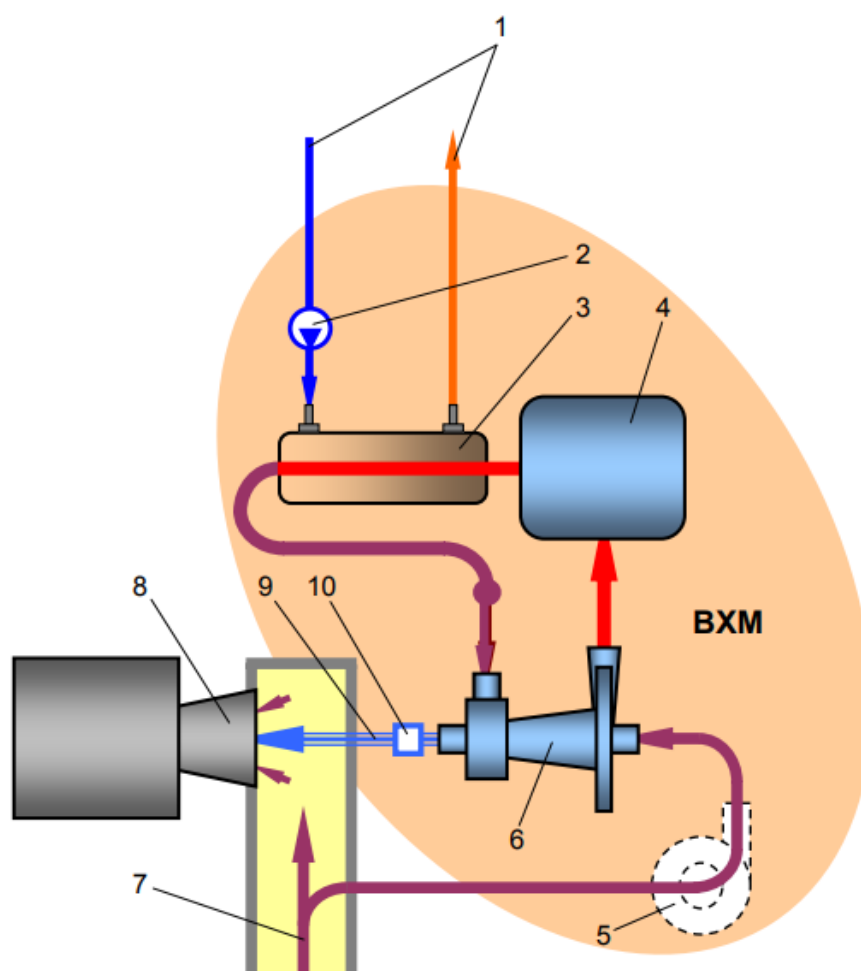


Рис. 2 - Схема ВХМ на основе ЭЭВТР для обеспечения судовой ГТУ охлажденным воздухом (с термостойким компрессором): 1 – забор и сброс забортной воды; 2 – циркуляционный насос; 3 – противоточный теплообменник; 4 – воздушный компрессор низкого давления (безмасляный) с избыточным давлением на выходе $100 \div 120$ кПа; 5 – циркуляционный вентилятор (опция); 6 – ЭЭВТР; 7 – подача воздуха от воздухоочистительного устройства (ВОУ); 8 – входное устройство ГТУ (вход воздуха в ГТУ); 9 – магистраль холодного воздуха в теплозащитном покрытии; 10 – терморегулирующий клапан, управляющий работой циркуляционного насоса.

Предлагаемая воздушная холодильная машина на основе ЭЭВТР может уже сейчас решить проблемы повышения экономичности и выходной мощности судовых ГТУ.[2]

Список литературы:

1. Дячек П.И. Холодильные машины и установки: Учеб. пособие.– Ростов н/Д: Феникс 2007. – 424 с.
2. Ибрагимов Д.И., Макаров Д.А., Поршкевич В.В., Камаев Н.А., Шилов А.М. Методика экспериментального определения электрического КПД индукторного тормоза // Морские интеллектуальные технологии. 2019. № 3-3 (45). С. 83-88.

Лисейцев Юрий Леонидович

ПРИМЕНЕНИЕ ФИБРОБЕТОНА НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ ВЯЖУЩИХ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОДОРОГ И ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНЫХ ПОЛОС

Дальневосточный федеральный университет
Научный руководитель: к.т.н. Федюк Роман Сергеевич

Аннотация: Как известно строительство автодорог одна из самых развивающихся отраслей в нашей стране. Именно в этом направлении появляются все новые и новые материалы.

Ключевые слова: фибробетон, дорожное покрытие, композиционное вяжущее, строительство.

Забота о жизни и здоровье человека с позиций системы «человек-материал-среда обитания», должна учитываться еще на этапе производства материалов. Снижение расхода клинкерного сырья и энергоемкости изготовления материалов, а также утилизация промышленных отходов являются важнейшими шагами на этом пути.

Таким образом, представляется целесообразной разработка фибробетонов с учетом повышения их эффективности за счет применения перспективных композиционных вяжущих с использованием местного сырья и отходов производства.

Основной целью работы является разработка композиционных вяжущих и на их основе с заданными физико-механическими свойствами и эксплуатационными характеристиками, необходимыми для строительства автомобильных дорог и взлетно-посадочных полос для аэродромов.

Для достижения поставленной цели решаются следующие **задачи:**

- изучение вещественного состава, строения и качественных характеристик исходных материалов;
- подбор оптимального состава и параметров изготовления композиционного вяжущего с учетом обеспечения требуемых физико-механических и эксплуатационных характеристик фибробетонов;
- выявление механизма структурообразования фибробетонов на композиционном вяжущем с применением золы-уноса;
- подготовка нормативно-технической документации, внедрение результатов теоретических и экспериментальных исследований в промышленное производство и учебный процесс.

Предложена технология производства композиционных вяжущих с возможностью применения ее на заводах сухих строительных смесей и бетонных заводах с минимальным переоборудованием производственных мощностей.

Фибробетон - один из лучших стройматериалов для строительства, автодорог и аэродромов. Все фибробетонные смеси в сравнении с обычным бетоном или железобетоном имеют ряд преимуществ. Анализ многолетнего использования материала позволяет выделить множество плюсов фибробетона:

1. Прочность и устойчивость к нагрузкам. Наличие внутри бетона-матрицы равномерно распределенной фибры повышает прочностные свойства бетонной смеси на 50%. Наиболее высокие показатели имеют сталефибробетон и стеклофибробетон. Эти материалы успешно используются для строительства автодорог и взлетно-посадочных полос, на который воздействуют постоянные интенсивные нагрузки.

2. Химическая нейтральность и стойкость к агрессивным средам.

3. Отсутствие трещин при усадке. Фиброволокна в составе фибробетонной смеси на 30-50% повышают показатели упругости. При застывании на бетоне не образуется трещин.

4. Отличная водонепроницаемость и морозоустойчивость. В классическом бетоне любого класса всегда имеются микропустоты, которые в процессе набора прочности заполняются водой. При минусовых температурах вода замерзает и разрушает структуру бетона. Внутри фибробетона микропустоты на 90% заняты фиброй, поэтому материал поглощает минимум влаги, обладает повышенной морозоустойчивостью.

5. Увеличенный срок эксплуатации. Низкая истираемость - существенное достоинство всех видов фибробетонных. Благодаря высокому уровню адгезии между фиброволокном и цементным связующим пылеобразование (истираемость) фиброматериала в 3-10 раз ниже. Фибробетонные полы и конструкции служат значительно дольше, не требуют ремонта и реконструкции.

6. Снижение затрат и высокая продуктивность работ. Применение фибробетона снижает затраты на строительство за счет отсутствия необходимости армирования и уменьшения толщины слоя заливки. Работы по заливке фибробетонной смеси выполняются быстро благодаря минимальному времени затвердевания.

Фибробетонные смеси имеют только один минус - сравнительно высокая цена 1 м³. Однако этот недостаток легко компенсируется всеми перечисленными достоинствами.

Известно, что вклад цементной промышленности в глобальную эмиссию парниковых газов, особенно CO₂, составляет 7-10%; это третья наиболее энергоемкая отрасль. В частности, при производстве 1 т клинкера, в атмосферу выбрасывается 0,97 т углекислого газа. Замена цемента другими вяжущими веществами (особенно, с применением отходов производства) позволяет снизить выброс парниковых газов в атмосферу.

Одной из наиболее перспективных технологий строительных материалов, использующих в качестве сырья промышленные отходы, является производство композиционных геополимерных вяжущих на основе пылевидных отходов дробления шлаков.

Авторы [1-3] дали более подробную информацию в своей модели для геополимеризации золы-уноса. Эта модель предполагает, что большинство частиц золы-уноса состоит из полых сфер, которые имеют оболочку, внутри которой расположены более мелкие частицы золы-уноса. Они предположили, что щелочной раствор начинает растворять зольную частицу в тот момент, когда оболочка частиц разрушается, образуя отверстие, а затем раствор входит внутри частицы, и реакции начинаются в обоих направлениях извне и внутри, а внутренние частицы начинают реагировать. Продукты реакции начинают заполнять пространство и сливаются на поверхности непрореагировавших частиц золы-уноса, что предотвращает дальнейшие реакции и процессы замедления и контролируется диффузионным процессом.

Производство и применение строительных материалов на основе промышленных отходов эффективно, если выпускаемые материалы имеют достаточно высокую долговечность. По оценкам различных исследователей, фибробетоны, применяемые для строительства автодорог и взлетно-посадочных полос, на основе композиционных вяжущих с применением портландцемента и золы-уноса характеризуются более высокой эксплуатационной стойкостью по отношению ко многим видам воздействий окружающей среды. Наиболее часто встречающейся причиной разрушения фибробетонов общестроительного назначения от воздействия окружающей среды в Приморском крае является морозная деструкция цементного камня в результате попеременного замораживания и оттаивания в насыщенном водой состоянии. Этот процесс в несколько раз ускоряется при использовании противогололедных средств, что характерно для бетонов автодорожных сооружений.

Таким образом, применение фибробетонов с композиционным вяжущим при строительстве автодорог и взлетно-посадочных полос улучшают прочностные показатели материала и улучшают конечный результат.

Список литературы:

1. Свинцов А.П., Федюк Р.С., Амири Р., Рукосуева А.А. Оценка надежности несъемной опалубки из цементно-стружечных плит // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2019. № 8 (728). С. 79-95.

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 Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2019. Т. 20. № 1. С. 28-36.

3. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю., Ибрагимов Д.И. Энергетическая эффективность в строительстве как критерий экологической безопасности // Современное естествознание и охрана окружающей среды Труды Международной молодежной конференции. 2013. С. 132.

Зенкин Игорь Сергеевич

ОТТАИВАНИЕ ПОРОД, КАК ОДНА ИЗ ПРОБЛЕМ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В РАЙОНАХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ И КРАЙНЕГО СЕВЕРА

*Дальневосточный федеральный университет
Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич*

Аннотация: Для развития современного мира возрастает необходимость в большем количестве ресурсов, добываемых в основном при помощи горнодобывающих компаний. Спрос на данные ресурсы возрастает с каждым годом все больше, в то время, как запасы изведанных месторождений начинают медленно иссякать. Однако развитие науки и техники позволяет разрабатывать ранее недоступные к освоению месторождения, находящиеся в условиях вечной мерзлоты. Но освоение подобных зон сопряжено с появлением новых проблем, таких как оттаивание пород.

Ключевые слова: вечная мерзлота, подземное пространство, мерзлые породы, радиация, полезные ископаемые.

В настоящее время процесс развития науки и техники сопровождается использованием большого количества полезных ископаемых. В связи с этим появляется необходимость в освоении новых месторождений, располагающихся в ранее невыгодных и нецелесообразных для разработки территориях, таких как зоны крайнего севера и вечной мерзлоты. Отсюда появляется вопрос целесообразности разработки месторождений, располагающихся в условиях вечной мерзлоты.

Целесообразность заключается в выполнении основных требований разработки подобных месторождений. К таким требованиям можно отнести экономическую эффективность и уровень развития науки и техники, способный обеспечить разработку месторождения [1-3].

Стоит учесть, что выполнение основных требований, не всегда является достаточным основанием для разработки залежей полезных ископаемых. Так как разработке месторождений в условиях вечной мерзлоты, будут сопутствовать новые проблемы, вытекающие из сложности климатических условий. К таким проблемам можно отнести оттаивание пород.

В связи с нахождением месторождений в зоне вечной мерзлоты, слагающие их породы относятся к мерзлым. При повышении температуры, что происходит преимущественно в летнее время, они переходят в категорию талых, тем самым высвобождая воду из льда, содержащегося в породах. Это касается не только пород слагающих поверхность, но и пород, находящихся под землей, так как при подземном способе разработки теплый воздух проникает в выработку через выходы на поверхность, тем самым повышая температуру подземной выработки. Однако большую опасность представляет

оттаивания породы в месторождениях, разрабатываемых подземным способом. Это связано с тем, что высвобожденная вода начнет скапливаться в выработке, тем самым затапливая ее.

Дополнительную опасность создает обводнение полезных ископаемых, обладающих радиоактивными свойствами. Так как при проникновении воды в почву, в результате ее выкачивания, или при проникновении воды глубже под землю, непосредственно из выработки, облученная вода или вода, содержащая радиоактивные элементы способна повредить экологии. Однако можно использовать специальные решения, которые будут способствовать как не проникновению радиации в выработку, так и выведения ее из выработки.

Однако оттаивание породы может носить и положительной эффект. Как установлено при заморозке горных пород их крепость увеличивается, соответственно при оттаивании она будет уменьшаться. Соответственно меньший коэффициент крепости будет требовать иного подхода к разработке, из чего следует возможность применения не только буровзрывного способа, но и способа отработки месторождений проходческими комбайнами. Эта вариативность будет играть большую роль при добыче полезных ископаемых, качество которых напрямую будет зависеть от способа добычи. Как пример можно взять алмазы, чьи показатели будут уменьшаться при проведении добычи взрывом.

Также снижение крепости пород вследствие оттаивания будет эффективно сказываться на экономии средств за счет эксплуатации горного проходческого оборудования, а также на безопасности рабочих, так как количество несчастных случаев, связанных с взрывом сойдет на нет.

В заключении необходимо выделить необходимость в проведении геологоразведочных работ для определения новых месторождений в зонах вечной мерзлоты и крайнего севера, так как их разработка на современном этапе науки и техники может осуществляться. Проблема оттаивания пород, может наоборот увеличить производительность добычи полезного ископаемого, повысить безопасность рабочих и снизить экономические затраты на проведение взрывных работ.

Список литературы:

1. Свинцов А.П., Федюк Р.С., Амири Р., Рукосуева А.А. Оценка надежности несъемной опалубки из цементно-стружечных плит // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2019. № 8 (728). С. 79-95.

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 Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2019. Т. 20. № 1. С. 28-36.

3. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю., Ибрагимов Д.И. Энергетическая эффективность в строительстве как критерий экологической безопасности // Современное естествознание и охрана окружающей среды Труды Международной молодежной конференции. 2013. С. 132.

Антоненко Анастасия Александровна

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

*Курский государственный университет, кафедра Промышленного и
гражданского строительства, 305000, г. Курск, ул. Радищева, 33
Научный руководитель – Меркулов Сергей Иванович, доктор
технических наук, профессор*

Аннотация: усиление железобетонных конструкций композиционными материалами путем их приклеивания на поверхность усиливаемого элемента является прогрессирующим методом. Благодаря ряду положительных свойств данного материала, из которых немаловажное значение имеет небольшой вес, коррозионная стойкость и простота монтажа, композиционные материалы нашли широкое применение во многих отраслях жизнедеятельности, в том числе и для усиления железобетонных конструкций.

Ключевые слова: композиты, несущая способность, холсты, ленты, полимеры, обоймы.

Усиление железобетонных конструкций выполняют с целью восстановления несущей способности при наличии повреждений или с целью повышения несущей способности при изменении его функционального назначения.

Основными повреждениями железобетонных конструкций являются продольные и поперечные трещины, разрушение защитного слоя бетона, коррозия арматуры, потеря прочности бетона и, как следствие, снижение его несущей способности. Причинами таких последствий могут быть ошибки при проектировании конструкций, ошибки при изготовлении конструкций, нарушение условий технологии производства и правил эксплуатации, а также нарушение требований норм при производстве строительно-монтажных работ.

В настоящее время широкое применение находит технология усиления железобетонных конструкций системами внешнего армирования на основе композитных материалов [1-4, 13].

Основными преимуществами композиционных материалов по сравнению со стальными пластинами являются присущее им высокое значение отношения прочности на растяжение к собственному весу (выше, чем у стали, более чем в 10 раз) и высокая сопротивляемость химическим воздействиям и коррозии, легкость транспортировки, возможность усиления поверхностей с переменным радиусом кривизны, возможность эксплуатации сооружения во время проведения работ по ремонту и усилению, что позволяет избежать значительных финансовых потерь.

Следует отметить, что композиционные материалы могут применяться практически для всех видов строительных конструкций: бетонных, железобетонных, деревянных, металлических, каменных, армокаменных.

Для усиления и ремонта строительных конструкций применяются композиты на основе волокон, которые изготовлены из омоноличенных в отверждающем полимере микрофибр. В зависимости от типа фибры, композитные материалы производятся на основе углеродных (КМФУ), арамидных (КМФА) и стекловолокон (КМФС).

Композиционные материалы могут быть в виде тканей, сеток, жгутов, пластин, а также стержневой и прядевой арматуры. Свойства таких материалов зависят от состава компонентов, их сочетания, количественного соотношения и прочности связи между ними. Чем выше прочность и модуль упругости волокон, тем выше прочность и жесткость композиционного материала. Например, при использовании углеродных, стеклянных, амидных и борных волокон, содержащихся в материале в количестве 50-70%, созданы композиции с удельной прочностью и модулем упругости в 2-5 раз большими, чем у обычных конструкционных материалов и сплавов.

В настоящее время разработаны предложения по проектированию усиления железобетонных конструкций внешним армированием композитными материалами [7]. Особенности работы усиленных железобетонных конструкций являются: совместная работа в составе конструкции материала с различными прочностными и деформативными свойствами, необходимость обеспечения совместной работы железобетонных конструкций и систем усиления, учет напряженных состояний железобетонных конструкций до разрушения.

Для решения вопросов учета обозначенных особенностей выполнен экспериментально-теоретический метод [8,9]. Было установлено, что основным фактором, обеспечивающим эффективное усиление, является сцепление композитного материала с поверхностью железобетонного усиливаемого элемента.

В [11] разработана методика экспериментальной оценки сил сцепления композита с бетоном, подтверждающая, что разрушение происходит по бетону вблизи клеявого соединения материалов.

Рядом авторов отмечено, что при пропитке композитных материалов (холст, лент) полимерами происходит изменение механических свойств, что необходимо учитывать при разработке методов расчета усилений [5,6,12].

Эффективность усиления эксплуатируемых железобетонных конструкций подтверждают экспериментальные исследования [10,14,15].

Для усиления колонн и простенков применяют устройство внешнего армирования в виде обойм (бандажей) вокруг сечения элементов с направлением волокон перпендикулярно продольной оси усиливаемого элемента. Обоймы могут устраиваться непрерывно по всей высоте конструкции, либо с разрывами по высоте. Внешнее армирование из углеродных лент в поперечном направлении позволяет создать ограничение

поперечного деформирования. Переход напряженно-деформированного состояния колонны из одноосного в трехосное сжатие увеличивает ее несущую способность. При усилении внецентренно сжатых конструкций, помимо устройства обойм, происходит и наклейка композитного материала на растянутую грань, при этом ориентация волокон соосна с направлением действия главных растягивающих напряжений.

Усиление центрально-сжатых раскосов и приопорных узлов железобетонных ферм происходит аналогично методике усиления колонны.

Балочные конструкции усиливаются наклеиванием композитных элементов на растянутую грань вдоль продольной оси конструкции и вертикальных либо наклонных хомутов в приопорной зоне балки. Композитные материалы, которые смонтированы на нижней растянутой поверхности элемента, воспринимают растягивающие усилия, разгружают продольную рабочую арматуру, уменьшают прогибы и повышают трещиностойкость в силу высокого модуля упругости. Композитные хомуты работают на восприятие поперечных сил по нормальным и наклонным сечениям, обеспечивают анкеровку продольного внешнего армирования.

Усиление плит осуществляется наклейкой элементов усиления на растянутую поверхность с направлением волокон вдоль осей главных растягивающих напряжений. Обычно это реализуется в виде системы перпендикулярных перекрестных лент, которые приклеены с определенным шагом.

К самым значимым преимуществам использования композитных материалов можно отнести:

- относительную простоту в реализации технологии;
- минимальный расход времени на проведение укрепляющих мероприятий;
- сокращение трудовых затрат, а также исключение затрат на использование тяжелой строительной техники;
- возможность проведения ремонтных работ без остановки производственных процессов;
- увеличение длительности межремонтного периода;
- исключение сварочных работ;
- минимальные требования к пространству для выполнения работ.

Также следует отметить, что в отличие от традиционных методов усиления железобетонных конструкций, усиление углеродными лентами позволяет полностью сохранить первоначальный архитектурно-эстетический вид здания или сооружения.

Заключение: освоение технологии по восстановлению и усилению железобетонных конструкций с использованием композиционных материалов является перспективой в этом направлении. Данный метод усиления определил новое направление в реконструкции инженерных сооружений, которое обеспечит существенное сокращение сроков, трудоемкости и эксплуатационных расходов при регламентированном уровне безопасности эксплуатации зданий и сооружений.

Список литературы

1. Римшин В.И., Меркулов С.И. Элементы теории развития бетонных конструкций с неметаллической композитной арматурой. Промышленное и гражданское строительство, 2015, № 5, С. 38-42.
2. Меркулов С.И., Есипов С.М. Увеличение несущей способности железобетонных конструкций усилением внешним армированием композитным материалом// Бюллетень строительной техники. 2018. №2. С.56-57.
3. Бадалова Е.Н. Усиление изгибаемых железобетонных конструкций углепластиковой арматурой / Е.Н. Бадалова // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия. Ф. Прикладные науки. – 2007. –№ 6. – С. 54 - 59.
4. Параничева Н.В. Усиление строительных конструкций с помощью углеродных композиционных материалов / Н.В. Параничева, Т.В.Назмеева // Инженерно-строительный журнал. – 2010. – № 2. – С. 19 – 22.
5. Берендеев Н.Н. Описание поведения тканого композита при статическом нагружении с использованием структурной модели// Вестник НГУ им. Н.И. Лобачевского. 2013. №4(1). С.173-179.
6. Меркулов С.И., Есипов С.М. Влияние скорости и режима нагружения на прочность и жесткость армированных углепластиков // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 1. С. 52-56.
7. СП 164.1325800.2014. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования. Дата введения 09.01.2014.
8. Юшин А.В., Морозов В.И. Экспериментальные исследования двух пролетных железобетонных балок, усиленных композитными материалами по наклонному сечению // Вестник гражданских инженеров. 2014. № 5 (46). С. 77–84.
9. Подольский П.П., Михуб Ахмад. О программе исследований изгибаемых железобетонных элементов, усиленных различными видами композитных материалов // Строительство-2012: сб. научн. трудов. Ростов н/Д, 2012. С. 51–52.
10. Меркулов С.И., Есипов С.М. Экспериментальные исследования сцепления внешней композитной неметаллической арматуры с бетоном // Безопасность строительного фонда России. Проблемы и решения. -2017. С. 93-97.
11. Меркулов С.И., Есипов С.М. Испытательный образец для определения деформативности при сдвиге клеевого соединения армированного углеродными волокнами композитного материала с железобетоном. Патент на полезную модель RUS №178353 14.12.2017
12. Меркулов С.И., Римшин В.И. Композитные материалы для бетонных и железобетонных конструкций //Актуальные вопросы архитектуры и строительства. Материалы Семнадцатой Международной научно-технической конференции. Отв. ред. В.Т.Ерофеев. 20 18. С.222-225.

13. Римшин В.И., Меркулов С.И., Есипов С.М. Бетонные конструкции, усиленные композитным материалом // Вестник Инженерной школы Дальневост. феде-рал. ун-та. 2018. № 2. С. 93–100.

14. Меркулов С.И., Есипов С.М. Экспериментальные исследования железобетонных элементов, усиленных внешним армированием композитными материалами // Лолейтовские чтения-150. Современные методы расчета железобетонных и каменных конструкций по предельным состояниям. Материалы междунар. научно-практ. конф. Отв. ред. А.Г.Тамразян. Москва. 2018. С. 247-252

15. Меркулов С.И., Есипов С.М. О вариации подходов к расчету многослойных элементов в SCAD // Научное развитие технологий и инновации. Сборник докладов Международной научно-практической конференции. БГТУ. Белгород, 2019. С. 70-74.

Шевцова Марина Анатольевна, Чернеев Алексей Михайлович

ОХЛАЖДАЮЩИЕ КИРПИЧИ, КАК НОВЫЙ СПОСОБ СОЗДАНИЯ КОМФОРТНОГО МИКРОКЛИМАТА ПОМЕЩЕНИЙ

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

Аннотация: Микроклимат помещения – один из немаловажных факторов, способствующих комфортному пребыванию человека в помещении. Благодаря таким составляющим, как температура воздуха, относительная влажность воздуха и скорость его движения, сформировывается состояние внутренней среды здания, от которой зависит работоспособность, состояние и здоровье людей. Поэтому так важно поддерживать его в оптимальных для человека границах.

Ключевые слова: кирпичи, охлаждение, микроклимат, комфорт.

Одним из наиболее частых способов контроля за параметрами воздуха в помещениях являются кондиционеры, а в частности сплит системы. Данная система стала настолько популярна, что заполонила почти все фасады современных и исторических зданий, тем самым уродуя архитектурно-художественный облик городов нашей страны. В России уже приняты меры по ужесточению установки сплит систем в зданиях, но что можно сделать для улучшения качества воздуха в помещениях без их использования? Что делать людям, которым приходится жить и работать в условиях неблагоприятных для человеческого организма?

Решение пришло из далёкого прошлого. Ещё в Древнем Египте и особо засушливых странах использовали метод смешивания паров воды с воздухом, что в последствии приводило к снижению температуры и увеличению влажности в помещениях. Данную технологию американская строительная

компания Emerging Objects Corporation совместила с передовыми технологиями XXI века в области 3D моделирования. При помощи трёхмерной печати получают пористые керамические кирпичи, которые состоят из трёхмерной решётки. Эта решётка благодаря своей пористой структуре способна поглощать воду из окружающей среды [1-3].

Сущность данного метода охлаждения состоит в том, что при взаимодействии тёплого воздуха с кирпичом, впитываемая порами вода испаряется, тем самым понижая температуру и увеличивая влажность воздуха. Данная технология получила название «Охлаждающий кирпич». Из-за своих физико-механических характеристик пористый керамический кирпич нельзя использовать, как материал для несущих конструкций зданий, но он отлично подойдет для перегородок и самонесущих стен. Благодаря особой форме пористый кирпич создает достаточное количество тени, защищая от солнца, а специальный механизм сцепления позволяет легко и быстро возводить стены из этого материала (рис. 1).

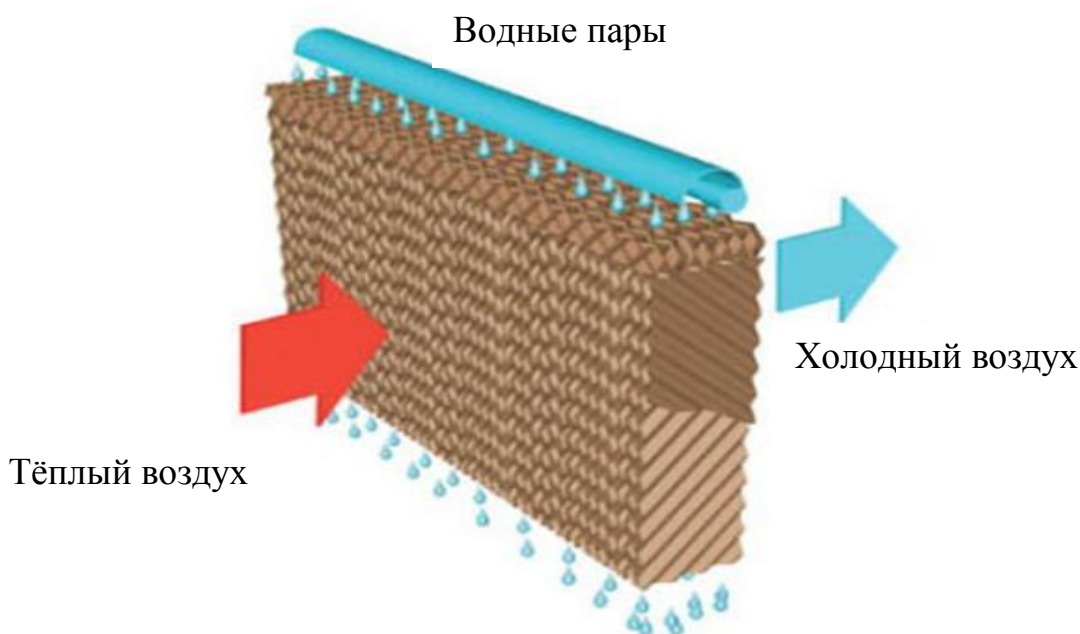


Рис. 1. Метод смешивания паров воды с тёплым воздухом

По сравнению с кондиционерами пористый керамический кирпич имеет ряд плюсов:

- 1) Быстрота и лёгкость производства материалов с помощью 3D-принтера.
- 2) Низкая стоимость.
- 3) Экономия ресурсов и энергии.
- 4) Не портит архитектурно-художественный облик зданий и дизайн интерьера квартир.

В настоящее время использование сплит систем для нормализации параметров микроклимата помещений уже не является единственным способом. Множество фирм и компаний предлагают различные варианты по избеганию установки кондиционерных блоков на фасадах зданий, но

использование пористых керамических кирпичей, поможет ещё на начальном этапе строительства решить вопрос с охлаждением дома. Простота, экономичность и маленькие затраты труда делают эту технологию доступной для применения, лишая будущих жильцов проблем с сухим и горячим воздухом в помещениях.

Список литературы:

1. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю., Ибрагимов Д.И. Энергетическая эффективность в строительстве как критерий экологической безопасности // Современное естествознание и охрана окружающей среды Труды Международной молодежной конференции. 2013. С. 132.
2. Абакумов Р. Г., Шкрабовская А. Ю. Инновационные технологии в строительстве // Межд. науч. журнал. - Белгород. -№ 11. - 2017. - С. 11–15.
3. Bakis CE, Freimanis AJ, Gremel D, Nanni A. Effect of resin material on bond and tensile properties of unconditioned and conditioned FRP reinforcement rods. In: Benmokrane B, Rahman H. editors. Proceedings of the 1st international conference on durability of fiber reinforced polymer (FRP) composites for construction. Sherbrooke: University of Sherbrooke; 1998. p. 403–13.

Потапов В.В. д.т.н., проф., г.н.с., Горев Д.С. к.т.н., с.н.с, Степанов Д.А. асп., Калимуллин Д.Д. асп., Морозов А.А. асп., Пономарев И.А., асп.

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВМЕЩЕНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ЭНЕРГОПРОИЗВОДСТВА И ИЗВЛЕЧЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ

*Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, Северо-Восточное шоссе, 30, vadim_p@inbox.ru*

Аннотация. Выполнена оценка потенциальных объемов извлечения полезных химических компонентов на различных гидротермальных месторождениях. Проанализированы перспективные технологические методы извлечения. Извлечение нанокремнезема применением ультрафильтрации позволит получать на основе гидротермального раствора золи, гели, нанопорошки SiO₂ [1, 2, 3]. Извлечение кремнезема и очистка теплоносителя геотермальных электрических станций ГеоЭС открывает: 1) возможность получения дополнительной тепловой и электрической энергии (до 10-30 % и более) за счет решения проблемы твердых отложений в скважинах и теплооборудовании ГеоЭС, 2) получение разных форм нанокремнезема, 3) соизвлечение других минеральных компонентов. Приведены результаты мембранного концентрирования Li, B, Rb, Cs в гидротермальных сепаратах месторождений южной Камчатки. Для извлечения минеральных компонентов может быть использована электроэнергия ГеоЭС с дешевым тарифом. С учетом

представленных данных открываются перспективы создания комплексного энергоминерального производства на базе действующих ГеоЭС.

Ключевые слова: геотермальная электрическая станция, гидротермальный раствор, потенциальный минеральный ресурс, ультрафильтрационное мембранное концентрирование, обратный осмос.

Данные по химическому составу теплоносителя, минеральному потенциалу геотермальных месторождений, методам извлечения химических компонентов.

Представлены результаты анализа химического состава растворов различных гидротермальных месторождений мира (табл. 1.1 а, б), потенциальный доход от извлечения минеральных составляющих гидротермальных месторождений США (табл. 2) и методы извлечения химических компонентов из гидротермальных растворов (табл. 3).

Таблица 1.1 а

Химический состав гидротермальных растворов различных гидротермальных месторождений мира. [1]

Компоненты мг/ дм ³	Вайракей, Новая Зеландия, мг/дм ³	Отаки, Япония, мг/ дм ³	Сумикава, Япония, мг/ дм ³	Онума, Япония, мг/ дм ³	Сьерро- Приетто, Мексика, мг/ дм ³	Дикси- Валлей США, мг/ дм ³	Солтен- Си, США, мг/ дм ³
pH	8,4	7,70	7,5	-	-	9,2-9,44	5,2
Al ³⁺	0,35	0,31	2,4	1,3	-	-	-
Li ⁺	11	-	-	-	26	2,95	245
K ⁺	185	321	70	54,6	1863	87,3	14300
Na ⁺	1190	1640	348	391	7777	578	-
NH ₄ ⁺	-	-	-	-	-	-	-
Ca ²⁺	23	17,3	-	13,4	404	10,15	-
Mg ²⁺	0,004	0,04	<0,1	0,77	-	0,028	68
Fe ²⁺	-	0,02	-	-	-	-	1300
Fe ³⁺	-	-	0,03	0,03	-	-	-
Cl ⁻	2100	2710	550	566 + 3,4 (F)	14488	617	-
HCO ₃ ⁻	13	32,3	46	31,7	90	97	-
CO ₃ ²⁻	-	-	-	-	-	64	-
SO ₄ ²⁻	32	129	106	205	-	265	-
H ₂ BO ₃ ⁻	-	-	-	-	-	-	-
H ₃ BO ₃	28 (B)	-	237 (B) + 14 (As)	-	-	-	300 (B)
SiO ₂ (общая)	560	977	860	512	1138	591	506

Таблица 1.1 б

Химический состав гидротермальных растворов различных гидротермальных месторождений мира. [1]

Компоненты мг/дм ³	Мэмос Лэйкс, США, мг/дм ³	Рейкьяне сс, Исландия, мг/дм ³	Кизилдере , Турция, мг/дм ³	Монте- Амиато, Италия, мг/дм ³	Челекен, Туркмен истан, мг/дм ³	Мутнов- ское месторождени е, Россия, мг/дм ³	Паужетское месторожде ние, Россия, мг/дм ³
pH	-	7,6	8,9	6,0-8,5	6,0	8,5-9,3	8,0-8,3
Al ³⁺	0,25	-	-	0,31-1,1	-	0,3	0,16
Li ⁺	1,9	7,7	-	21,9-11,0	8,5	1,6	3
K ⁺	33,0	2125	127,8	558	620	57,0	78
Na ⁺	345,0	15300	1240,25	1977	73430	239,9	736,4
NH ₄ ⁺	-	1,6	3,95	439	-	0,7	0,4
Ca ²⁺	2,1	2560	3,2	128	22942	4,0	45
Mg ²⁺	0,21	3	0,95	<0,5	3232,5	0,24	1,8
Fe ²⁺	-	-	-	1,6	18,3	0,1	0,6
Fe ³⁺	-	-	-		1,17	0,1	
Cl ⁻	235,0	29800	107,17	4135	160000	291,1	1305
HCO ₃ ⁻	-	-	2246,75	-	17,0	43,9	37,64
CO ₃ ²⁻	-	-	-	-	0,0	18,6	-
SO ₄ ²⁻	116,0	62	769,75	25,8	370,0	124,9	102
H ₂ BO ₃ ⁻	-	-	-	-	265,0	-	15
H ₃ BO ₃	As -1,3, F -12,0	12,4 (B)	24,48 (B)	41904	-	106,9	177
SiO ₂ (общая)	255,0	985	288,0	700-1040	-	650-900	300-350

В табл. 2а представлен потенциальный доход от производства кремнезема на месторождениях Солтон-Си, Дикси-Валлей, Косо, Ист-Меса и Хебер.

Таблица 2а

Потенциальный доход от извлечения кремнезема месторождений США

Геотермальное поле	Расход рассола (10 ⁶ кг/час)	Концентрация кремнезема (мг/кг)	Потенциальное производство кремнезема (тыс. тонн/год)	Возможный доход (млн. \$ в год)
Salton Sea	1,95	475	4,670	10,2
Dixie Valley	1,91	473	4,530	9,0
Coso	1,59	735	5,870	12,9
East Mesa	4,55	121	2,730	6,1
Heber	3,77	268	5,070	11,1

Оценка промышленных и доходных данных в таблице 2 а основана на цене кремнезема \$2,200 за тонну. В таблице 2б – потенциальный доход.

Таблица 2б

Потенциальный доход от извлечения других химических компонентов для месторождений США, млн. US\$. (-) – составляющая отсутствует

Геотермальное поле	Salton Sea	Dixie Valley	Coso	East Mesa	Heber
SiO ₂	10,200	9,900	12,900	6,100	11,100
Al	72	-	7	22	885
As	81	-	219	-	-
Ba	128	-	-	5-8	-
B	10,714	452	8,870	2,576	435
Ag	657	-	-	-	-
Fe	3,622	-	-	1	136
Pb	611	-	-	5	13
Li	144,780	1,948	15,809	80,783	4,868
Mg	8,226	-	-	327	62
Mn	48,175	-	-	566	66
Ag	4,937	-	14	230	-
Zn	7,676	-	-	1	17

Таблица 3

Методы извлечения химических соединений из гидротермальных растворов

Месторождение	Извлекаемые химические соединения	Методы извлечения	Тип установки
Каверау, Вайракей, Бродландс, Новая Зеландия	SiO ₂	добавление CaO в сепарат, ультрафильтрация	пилотная установка
	As	обработка сульфатом железа для хлопьеобразования, сорбция мышьяка с предварительным доокислением гипохлоритом натрия,	пилотная установка
Охааки (Бродландс), Новая Зеландия	SiO ₂	псевдооживленный слой из мелкозернистого песка	пилотная установка
Вайракей, Бродландс, Новая Зеландия	SiO ₂	катионные полимерные флокулянты Zetag, анионные полимерные флокулянты, Magnafloc, FeCl ₃ , Ca(OH) ₂ , полиалюминий хлорид, MgCl ₂ , CaCl ₂	лабораторная установка
Сумикава, Северная Япония	SiO ₂	азотсодержащие катионные поверхностно-активные ПАВ: хлорид диметилдиариламмония, метаакрилдиметиламиноэтилметил хлорид	лабораторная установка
Месторождение	Извлекаемые химические соединения	Методы извлечения	Тип установки

Сумикава, Онума, Япония	SiO ₂	ввод центров роста - коллоидных частиц кремнезема – добавлением геля кремнезема или гидротермального раствора	лабораторная, пилотная установка
Отаки, Япония	H ₂ S (из газовой фазы)	адсорбция неорганическими материалами, сжигание сероводорода; 2) окисление сероводорода термофильными микроорганизмами; 3) биохимический реактор для получения серной кислоты	пилотные установки
Сьерро-Приетто, Мексика	SiO ₂	добавление коагулянта CaO в сепарат	пилотная установка
	KCl - NaCl	испарение, кристаллизация, флотация	пилотная установка
	SiO ₂	флокулянты серии Magnifloc, Calgon, Separan, Purifloc	лабораторная установка
Дикси-Валлей, США	SiO ₂	добавление MgCl ₂ в сепарат, затем микрофльтрация мембранами с диаметром пор 1 мкм	лабораторная, пилотная установки
Мэмос Лэйкс, США	SiO ₂ (коллоидный раствор)	обратный осмос, ультрафльтрация, ввод коагулянтов (соли)	пилотные установки
	Cs, Rb, Li	обратный осмос, ультрафльтрация, ионный обмен	пилотные установки
Рейкьянесс, Исландия	SiO ₂	рециркуляция шлама, прошедшего электромагнитную обработку	промышленное производство
	NaCl	испарение, кристаллизация	
Кизилдере, Турция	SiO ₂	ввод осадителей: Ca(OH) ₂ , CaO, CaCO ₃ , CaSiO ₃	лабораторная установка
Монте-Амиато, Италия	SiO ₂	коагуляция (Ca(OH) ₂ , CaCl ₂), флокуляция	лабораторная установка
Лардарелло, Италия (газовая фаза)	H ₃ BO ₃ (борная кислота)	конденсация пара, концентрирование конденсата, фильтрование, кристаллизация, центрифугирование	промышленное производство
	Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O (боракс)	конденсация пара, добавление карбоната натрия, концентрирование конденсата, фильтрование, кристаллизация, центрифугирование	промышленное производство
	NH ₄ HCO ₃ (бикарбонат аммония)	выпаривание конденсата пара и получение газов, насыщенных аммонием; конденсация газов и получение аммонийного раствора; выпаривание из конденсата пара CO ₂ , очистка его от H ₂ S в абсорбционных башнях растворами перманганата натрия и калия; барботирование CO ₂ через аммонийный раствора для проведения реакции с получением бикарбоната аммония.	промышленное производство

Лардарелло, Италия (газовая фаза)	S	получение неконденсирующихся газов выпариванием конденсата пара; смешение с воздухом и окисление кислородом воздуха до элементной серы в абсорбционных башнях в присутствии массы катализатора – оксидов железа; промывка аммонийным раствором для очистки от сульфатов; извлечение серы органическим раствором и получение хлопьев серы в флокуляторе	промышленное производство
Челекен Туркменистан	Br, J	дегазация, конденсация, сорбция	промышленное производство
Мутновское месторождение Камчатка, Россия	SiO ₂	коагуляция, флокуляция, электрокоагуляция, низкотемпературное концентрирование, баромембранное концентрирование	Полупромышленная установка
Паужетское месторождение Камчатка, Россия	SiO ₂ , Li	использование коагуляции (известь), обратноосмотическое баромембранное концентрирование	лабораторная установка

Эксперименты по концентрированию катионов Li⁺ с помощью обратноосмотических мембран: сепарат Мутновской ГеоЭС

Содержание кремнезема в фильтрах после ультрафильтрации может быть понижено до значений, соответствующих растворимости аморфного кремнезема, т.е. коллоидная фаза в фильтрах будет полностью отсутствовать. При этом ионы металлов, присутствующие в исходном растворе, слабо задерживаются ультрафильтрационными мембранами и в значительном количестве переходят в фильтрат. Если направить фильтрат после ультрафильтрационных устройств на концентрирование обратным осмосом, то можно получить водные среды с высокими содержаниями лития, рубидия, цезия и других полезных химических соединений, присутствующих в исходном растворе в ионной или молекулярной форме. В (табл. 4) представлены результаты экспериментов по обратноосмотическому концентрированию фильтрата, полученного в ультрафильтрационных устройствах после нескольких стадий фильтрования. Концентрация катиона Li⁺ на 1-й стадии концентрирования возросла от 1,5 до 7,44 мг/ дм³, на 2-й стадии – до 27,78 мг/ дм³. Селективность обратноосмотической мембраны по катионам лития ϕ_{Li} на 1-й стадии концентрирования была не менее 0,833, на 2-й стадии – не менее 0,802.

Таблица 4

Результаты концентрирования фильтратов методом обратного осмоса, полученных ранее в ультрафильтрационных устройствах. К – сумма содержаний по катионам, А – сумма содержаний по анионам.

Показатель	Исходная		Ф-1		Ф – 2		К - 1		К – 2	
	мг/дм ³	мг-экв/дм ³	мг/дм ³	мг-экв/дм ³	мг/дм ³	мг-экв/дм ³	мг/дм ³	мг-экв/дм ³	мг/дм ³	мг-экв/дм ³
pH	8,12	-	7,88	-	8,06	-	8,53	-	н/опр	-
Na ⁺	286	12,4	46,6	2,03	268,0	11,6	1657	72,08	4426	192
K ⁺	47,1	1,2	7,68	0,2	47,8	1,22	281	7,2	496	12,7
Li ⁺	1,5	0,22	0,26	0,04	1,47	0,21	7,44	1,07	27,78	4,0
Ca ²⁺	3,6	0,18	<0,4	-	0,4	0,02	26,0	1,3	115,2	5,75
Mg ²⁺	1,2	0,1	<0,2	-	0,7	0,06	7,6	0,63	<0,2	-
Fe ³⁺	н/обн	-	н/обн	-	н/обн	-	н/обн	-	н/обн	-
Fe ²⁺	н/обн	-	н/обн	-	н/обн	-	н/обн	-	н/обн	-
Al ³⁺	<0,6	-	<0,6	-	<0,6	-	<0,6	-	<0,6	-
К	338	14,1	54,5	2,27	318	13,1	1979	82,2	5065	214
Cl ⁻	251	7,1	49,6	1,4	391	11,3	1397	39,4	3368	95,0
SO ₄ ²⁻	201	4,2	6,7	0,14	38,4	0,8	1585	33,0	8261	172,0
HCO ₃ ⁻	146	2,4	48,8	0,8	128	2,1	759,	12,4	н/опр	-
CO ₃ ²⁻	0,0	-	0,0	-	0,0	-	29,4	0,98	н/опр	-
А	599	13,7		2,34	558	14,2	3771	85,8	11629	267,0
H ₃ BO ₃	104,6	-	84,6	-	100,1	-	104,6	-	н/опр	-
SiO ₂ раств.	127	-	16,9	-	46,3	-	165	-	210	-
SiO ₂ общ.	127	-	46,9	-	39,7	-	1321	-	3296	-

н/обн – не обнаружено. (-)- значение не определяли

Результаты мембранного концентрирования: сепарат Паужетской ГеоЭС (Li, Rb, Cs)

Таблица 5

Содержание Li, Rb, Cs в концентратах и фильтратах сепарата Паужетской ГеоЭС. Спектрометр атомно-абсорбционный ThermoElectron SOLAAR.

Наименование образца	Содержание, мг/дм ³		
	Li	Rb	Cs
Исходный раствор	2,54	0,579	0,70
Концентрат 1-ой ступени	11,04	1,79	1,66
Концентрат 2-ой ступени	22,19	4,59	5,53
Фильтрат 1-ой ступени	<0,01	<0,01	<0,01
Фильтрат 2-ой ступени	7,52	1,33	1,24

Список литературы

1. Потапов В.В., Зеленков В.Н., Горбач В.А., Кашпура В.Н., Мин Г.М. Извлечение коллоидного кремнезема из гидротермальных растворов мембранными методами. М.: РАЕН. 2006. 228 с.
2. Потапов В.В., Аллахвердов Г.Р., Сердан А.А., Мин Г.М., Кашутина И.А. Получение водных золь кремнезёма мембранным концентрированием гидротермальных растворов // Химическая технология. 2008. № 6. С. 14-22.
3. Potapov, V., Fediuk, R., Gorev, D. Obtaining sols, gels and mesoporous nanopowders of hydrothermal nanosilica. Journal of Sol-Gel Science and Technology. 2020. <https://doi.org/10.1007/s10971-020-05216-z>

Зенкин Игорь Сергеевич

ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ПОДЪЁМНЫМИ УСТАНОВКАМИ

*Дальневосточный федеральный университет
Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич*

Аннотация: Подъемные сооружения созданы для перемещения породы к земле вдоль перпендикулярных или наклонных стволов. В них находятся конструкции, именуемые копрами, такие как: подъемные машины, подъемных сосуды, канаты, система управления, сигнализации и связи.

Ключевые слова: горные породы, механизм, подъемные установки.

Подъемный механизм имеет такой состав как: лебедки, системы аварийного и тормозного действия, устройства и системы сигнализации. Подъемные машины разделяют на несколько видов: стационарные и передвижные. Первые конструкции и числа барабанов изготавливают 4 типа и обозначаются: цилиндрические однобарабанные (Ц), цилиндрические однобарабанные с разрезанным барабаном (ЦР), цилиндрические двухбарабанные (2Ц), бицилиндроконические с разрезанным барабаном (БЦК).

Подъемные сосуды должны следовать некоторым требованиям для работы: иметь минимальную массу и определённую жесткость; центр тяжести грузевого сосуда должен располагаться на вертикальной центральной оси; приведённые оси подвесного оборудования для головного и хвостового кантов должны быть равны с вертикальной осью. При подъеме в шахтных стволах используются клетки и скипы. Клетки - предназначены для подъема и спуска людей, материалов и оборудования, а также для подъема из шахты сопутствующих горных пород. Вагонетки, загруженные в клетку, поднимаются на поверхность, затем извлекаются из клетки, выгружаются и закатываются в клетку, чтобы вернуться в шахту. Клетки бывают несколько видов: одноэтажные и многоэтажные. Они оснащены специальными устройствами, называемыми парашютами, которые при поломке сами останавливают подъемный сосуд, захватывая проводники, по которым она движется, когда обрывается канат.

Скипы - используются для подъема полезного ископаемого на шахтах или обслуживающие основные грузопотоки вскрышных пород и полезного ископаемого на карьерах. Скипы являются неопрокидными, то есть с выбросом горной массы на землю через откидное дно и опрокидными, которые возвращаются в разгрузочном механизме вокруг шарнира на угол, необходимый для выгрузки из него породы. Скипы могут вмещать примерно 14 тонн или более горной породы.

Подъемные канаты являются наиболее ответственными элементами шахтной подъемной установки. От качества и их размеров зависит безопасность шахтного подъема, а также размеры и масса остальных элементов подъемной установки. Подъемный канат состоит из стальных проволок, связанных в пряди на органический или металлический сердечник и смазки.

Как правило, подъемная машина работает с двумя подъемными сосудами: один из которых поднимается вдоль ствола, а другой спускается вниз. Например, с одной клетью или скипом используются противовесы. Различают несколько видов шахтных стволов клетевые, скиповые и скипоклетевые.

Список литературы:

1. Свинцов А.П., Федюк Р.С., Амири Р., Рукосуева А.А. Оценка надежности несъемной опалубки из цементно-стружечных плит // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2019. № 8 (728). С. 79-95.

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 Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2019. Т. 20. № 1. С. 28-36.

3. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю., Ибрагимов Д.И. Энергетическая эффективность в строительстве как критерий экологической безопасности // Современное естествознание и охрана окружающей среды Труды Международной молодежной конференции. 2013. С. 132.

4. Ибрагимов Д.И., Макаров Д.А., Поршкевич В.В., Камаев Н.А., Шилов А.М. Методика экспериментального определения электрического КПД индукторного тормоза // Морские интеллектуальные технологии. 2019. № 3-3 (45). С. 83-88.

5. Попов Г.Н., Лобанов Д.П., Разработка месторождений радиоактивных руд, Учебное пособие для ВУЗов, часть 1. - М.: Атомиздат, 1970. – 326 с.

6. Попов Г.Н., Лобанов Д.П., Разработка месторождений радиоактивных руд, Учебное пособие для ВУЗов, часть 2. - М.: Атомиздат, 1970. – 326 с.

7. Именитов В.Р. Технология и организация производственных процессов при подземной разработке рудных месторождений М.: Недра, 1973.

8. Свинцов А.П., Малов А.Н., Николенко Ю.В., Ганин А.А. Безбалочные железобетонные перекрытия: особенности конструкции и технологии возведения // Строительная механика конструкций и сооружений. 2009. № 2. С. 74-80.

Сидорова Анастасия Семеновна

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРОБЛЕННОГО БЕТОННОГО ОТХОДА В КАЧЕСТВЕ КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ

*Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова;
кафедра «Производство строительных материалов, изделий и конструкций»,
г. Якутск, ул. Белинского, д. 58, 677000.*

Научный руководитель: Анцупова Светлана Геннадиевна

Аннотация: В статье был затронут вопрос о возможности использования в современном строительстве бетонного лома на заводах сборного железобетона. Щебень, полученный из бетонного лома, представляет собой побочный продукт от сноса зданий и брака от производства железобетонных изделий. Были произведены исследования на предмет возможного использования вторичного щебня из лома бетона для получения широко распространенного бетона класса В20. Установлено, что свойства крупного вторичного заполнителя соответствуют требованиям ГОСТа, предъявляемым к заполнителю тяжелого бетона, что делает возможным его использование в строительстве, позволяя сократить потребление дорогостоящих природных каменных материалов.

Ключевые слова: Щебень, бетон, дробленый бетон, отход бетона, бетонный лом, тяжелый бетон, утилизация отходов.

В отечественном строительстве ежегодно образуется несколько миллионов тонн лома бетонных конструкций. Источником бетонного лома являются бетонные и железобетонные конструкции после разборки физически устаревших зданий, а также брак и технологические отходы на заводах сборного железобетона.

Одним из важнейших резервов экономии материальных и энергетических ресурсов в области строительной индустрии является использование отходов предприятий сборного железобетона и строительных объектов в виде бетонного лома. В крупных городах и промышленных районах страны после перехода на строительство новых серий домов и зданий скопились десятки миллионов кубических метров неиспользованных некондиционных железобетонных изделий и конструкций.

Некондиционная продукция промышленности сборного железобетона может быть частично использована в менее ответственных зданиях и сооружениях пониженной этажности, при строительстве временных дорог и в индивидуальных застройках. Однако основной объем некондиционной продукции остается на предприятиях-изготовителях, загромождая склады готовой продукции и захламляя территории заводов. При вывозе этих отходов на свалки имеют место серьезные трудности, связанные с дефицитностью территорий, выделенных для свалок, непроизводительной загрузкой

автотранспорта и загрязненностью окружающей среды. Таким образом, мертвым грузом в отвалах лежит дефицитное вторичное сырье, планомерная утилизация которого позволила бы вовлечь в хозяйственный оборот более 1,2 млн т металла и около 40 млн т бетонного лома [1].

Разработка строительных материалов на основе комплексного использования таких материалов обусловлена эколого-экономическими факторами: во-первых, значительным ростом цен на цемент, на природные заполнители и энергоносители и, во-вторых, ухудшением экологической ситуации в результате образования и накопления промышленных отходов [2, 3].

Были произведены исследования на предмет возможного использования вторичного щебня из лома бетона для получения широко распространенных бетонов классов В15–В20.

Цель данной работы – оптимизация состава заполнителя из отходов материалов для тяжелого бетона.

Для изучения структуры и физико-механических свойств бетонов на вторичном заполнителе были отобраны отходы бетона состава №3 (класс бетона В15) из завода ДСК г. Якутска. Данный бетонный лом подвергался механическому дроблению на щековой дробилке «RetschBB 51».

Для определения зернового состава крупного заполнителя 5–20 были применены сита с отверстиями диаметров 0; 1,25; 2,5; 5; 12,5; 20; 25. Для этого была отобрана навеска массой 2 кг.

Проведенные исследования показали следующее. Зерновой состав крупного вторичного заполнителя соответствует требованиям ГОСТа, о чем свидетельствуют данные табл. 1 и 2.

Таблица 1

Зерновой состав щебня

Вид заполнителя	Полные остатки на ситах, % мм						Дно
	25	20	12,5	5	2,5	1,25	
5-20	1,2	10,5	58,45	96,85	99,65	100,05	101,05

Таблица 2

Полные остатки на ситах

Диаметр отверстий контрольных сит, мм	d	0,5 (d+D)	D	1,25D
Полные остатки на ситах, % по массе	96,85	53,075	9,3	1,2

Согласно ГОСТ 8267-93 прочность щебня характеризуют маркой, определяемой по дробимости при сжатии в цилиндре. Испытаниям подвергались пробы щебня дробленого бетона класса В15.

Исследования физико-механических характеристик вторичного заполнителя показали, что по дробимости он имеет марку 600, удовлетворяет

требованиям ГОСТа и может быть рекомендован для приготовления бетонов рядовых бетонов марок от 100 до 300.

Был произведен контрольный образец (состав №1) в табл.3 на основе щебня из плотных горных пород осадочного происхождения фракции 5-20. А для получения экспериментальных составов в воду был добавлен пластификатор ПФМ-НК в дозировках 0; 0,5; 0,75 % от вяжущего вещества (составы 2-4) в табл. 1. Образцы кубики 10x10x10 были подвержены тепловой обработке 70°C на 8 часов.

Таблица 3

Результаты подбора экспериментальных составов тяжелого бетона

№ состава	Расход щебня, г	Расход цемента, г	Расход песка, г	Расход воды, л	Содержание добавки, %	Подвижность	Плотность, г/см ³	R _{сж} , МПа	Класс Бетона
1	2540	860	960	420	0,5	П3	-	270	B20
2	2600	820	1080	480	0	П2	2,225	128	B12,5
3				500	0,5	П3	2,268	215	B15
4				470	0,75	П3	2,208	270	B20

Проверка возможности использования дробленого бетонного лома в качестве крупного заполнителя тяжелого бетона показала, что применение данного щебня практически особо не снижает основных показателей физико-механических свойств бетонов по сравнению с тяжелыми бетонами на щебне из природного материала.

Таким образом, проведенные исследования позволили сделать вывод о соответствии свойств крупного вторичного заполнителя, полученного из бетонного лома, требованиям ГОСТа, предъявляемым к заполнителю тяжелого бетона. Установлено, что использование в строительстве данного материала позволит сократить потребление дорогостоящих природных каменных материалов.

Список литературы:

1. Гусев Б.В. Вторичное использование бетонов/ Б.В Гусев, В.А.Загурский. – М.: Стройиздат, 1988.– 96 с.
2. Магсумов А.Н. Использование бетонного лома в качестве крупного заполнителя для производства бетонных смесей / А.Н. Магсумов, Н.М. Шарипянов // Символ науки № 6. 2018. С. 29-32
3. Ефименко А.З. Бетонные отходы – сырье для производства эффективных строительных материалов. // Материалы. Технологии бетонов, 2014. №2. С.17-21.

Баранов Андрей Вячеславович

ЯЧЕИСТЫЕ БЕТОНЫ С УЛУЧШЕННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ЗВУКОПОГЛОЩЕНИЯ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Научный руководитель: к.т.н. Федюк Роман Сергеевич

Аннотация: Согласно теоретической модели Маа, разработаны теплоизоляционные, конструкционно-теплоизоляционные и конструкционные составы пено- и газобетонов. Реологические характеристики смесей позволяют обеспечивать технологичность бетонирования. Плотность, прочность и пористость (открытая и закрытая) ячеистых бетонов показывает их потенциал как звукопоглощающего материала.

Ключевые слова: пенобетон, газобетон, ячеистый бетон, коэффициент звукопоглощения, пористость.

Эффективные бетоны с улучшенными акустическими характеристиками имеют потенциал для применения в различных сферах строительства: как в градостроительстве (например, для ограждения высокоскоростных дорог), так и в гражданском строительстве - для защиты людей в жилых помещениях и на рабочих местах от воздушного, ударного и структурного шума, в том числе и в условиях воздействия акустического оружия. Проектирование материалов с улучшенными акустическими характеристиками возможно лишь при использовании новейших достижений строительного материаловедения и управления процессами структурообразования за счет создания пористой структуры с преобладанием открытой пористости.

Ячеистый бетон - трехфазная система, в которой твердая фаза обеспечивает каркас и прочность материала, газовая фаза обеспечивает его физические свойства, жидкая фаза, присутствующая в капиллярно-пористом теле, оказывает определенное влияние на физико-технические свойства. Зная влияние каждого из сырьевых компонентов и их совокупное влияние на свойства ячеистого бетона, можно целенаправленно управлять ими на всех стадиях технологического процесса производства ячеистобетонных изделий.

Сложная форма пористых сетей в среде обычно затрудняет эффективный анализ характеристик. Упрощенной, но адекватной моделью, применяемой в диссертации, является модель многослойной перфорированной панели с воздушными прослойками между слоями, предложенная Д. Маа [1-2]. Данная модель была принята для моделирования звукопоглощения разработанного бетона из-за ее простоты; воздушные полости предполагаются однородной формы с одинаковым диаметром d . Для простоты также предполагается, что межпоровые промежутки в бетоне имеют одинаковый радиус r и расположены равномерно, как это видно на рис. 1.

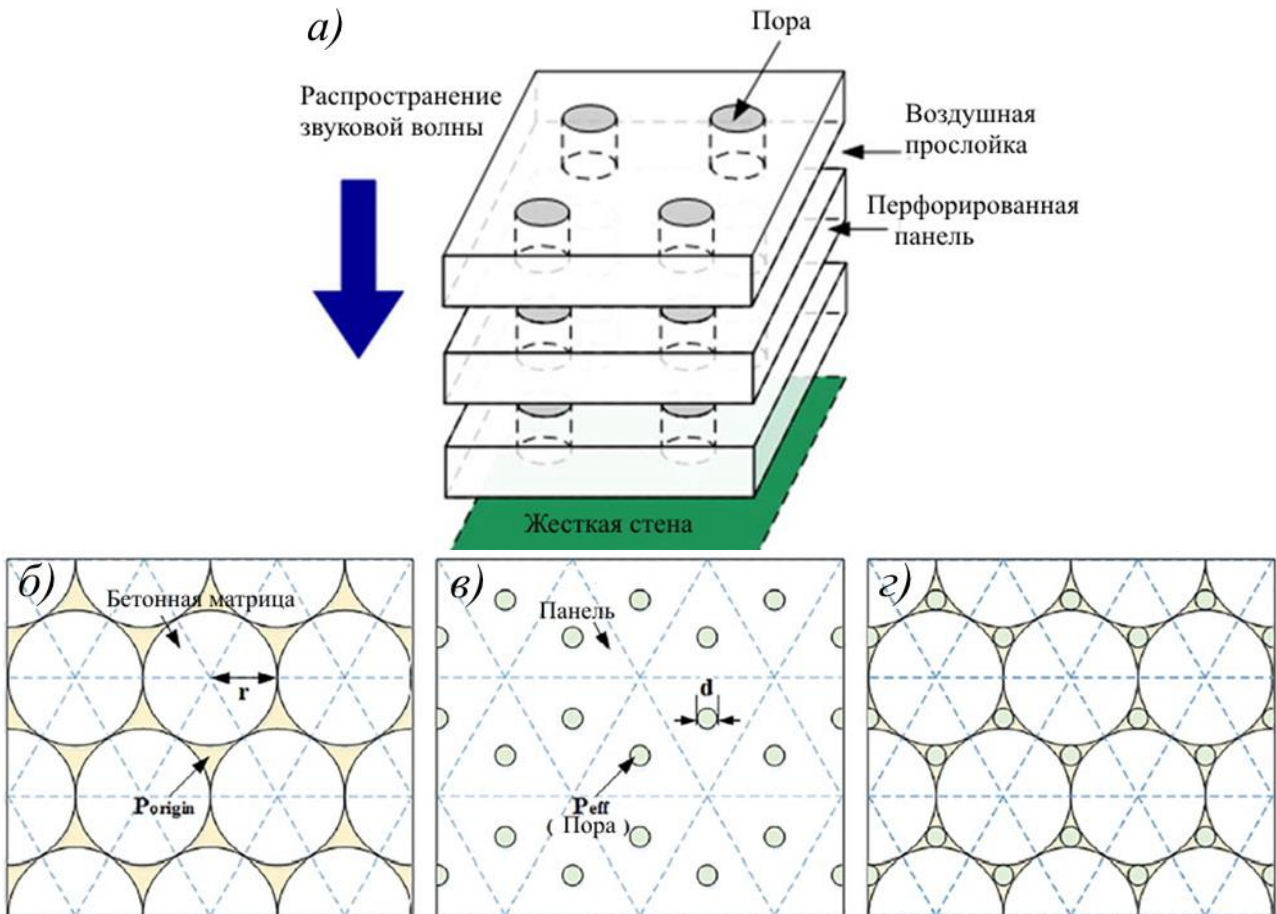


Рис.1. Модель многослойной перфорированной панели: а) схематическое представление ячеистого бетона в виде панели, б) упрощенное представление бетонной матрицы, в) упрощенное представление эффективного диаметра пор, з) приведенная пористость панели

Принимая, что акустические характеристики рассматриваемого участка такие же, как у однослойной перфорированной панели с соотношением пор как у рассматриваемого сечения, выводим соотношение $P_{eff} = m \times P_{origin}$, где P_{eff} и P_{origin} - это эффективное перфорированное соотношение и исходное перфорированное соотношение, соответственно. Исходное перфорированное соотношение P_{origin} на рис. 1 можно рассчитать как

$$P_{origin} = \frac{\left(\sqrt{3}r^2 - \pi r^2/2\right)}{\sqrt{3}r^2}$$

Кроме того, параметр m может быть выражен как функция целевого отношения пустот V_{target} [3]:

$$m = 0,106e^{0,084V_{target}} \pm 0,121$$

Спектры акустического поглощения материала могут быть определены по его акустическому импедансу (сопротивлению). Акустический импеданс многослойной перфорированной панели модели получен из электроакустической аналогии, предложенной Х. Ким и Х. Ли [3] и Чжу и Хуаном [4], как показано на рис. 2.

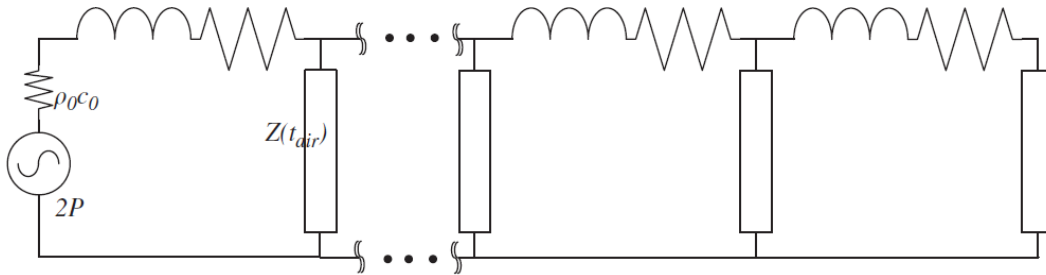


Рис. 2. Электроакустическая модель

На рис. 2 R_a и M_a обозначают удельное акустическое сопротивление (реальная составляющая акустического импеданса пор) и реактивное сопротивление (мнимая составляющая акустического импеданса пор) перфорированной панели соответственно. Общий акустический импеданс системы должен быть рассчитан как сумма акустического импеданса каждого слоя до n слоев. Полное сопротивление системы с n уложенными слоями можно рассчитать следующим образом: [3, 5]:

$$Z_n = z_a + \frac{Z_{n-1} \times Z(t_{air})}{Z_{n-1} + Z(t_{air})}$$

где $Z(t_{air})$ - сопротивление воздушного зазора между двумя панелями или между панелью и жесткой стенкой. Толщину воздушных зазоров между бетонными панелями, составленными из межпоровых промежутков с радиусом r , можно рассчитать как $t_{air} = \kappa (r - t / 2) \cong 0.367\kappa r$, где κ обозначает параметр формы межпоровых промежутков [4]. Например, κ может быть 1,0 и 2,0 для случаев упакованной решетки и ромбической решетки соответственно, а для межпоровых промежутков эллипсоидальной формы κ равно 1,1 [4]. Кроме того, z_a является импедансом перфорированной панели и может быть вычислен как $z_a = Z_a / P_{eff}$ [5]. Здесь Z_a - акустический импеданс пор с учетом конечного эффекта и может быть выражен как [1, 5]:

Здесь R_a и M_a являются действительными и мнимыми компонентами соответственно. Акустические сопротивления отверстий в зависимости от β определяются выражением

$$Z_a \approx \frac{8\eta t \beta}{\sqrt{2}d^2} + j \left(\omega \rho_0 t + \frac{8\eta t \beta}{\sqrt{2}d^2} \right), \text{ при } \beta > 10$$

$$Z_a \approx \frac{32\eta t}{d^2} + \sqrt{1 + \frac{\beta^2}{32}} + j\omega \rho_0 t \left(1 + \frac{1}{\sqrt{9 + \frac{\beta^2}{2}}} \right), \text{ при } 1 < \beta < 10$$

где $\beta (= d/2 \sqrt{\omega \rho_0 / \eta})$ - акустическое число Рейнолдса, в котором ω , ρ_0 and η - угловая частота ($\omega = 2\pi f$, где f - частота), плотность воздуха ($\rho_0 = 1,2 \text{ кг/м}^3$) и динамическая вязкость воздуха ($\eta = 1,79 \times 10^{-5} \text{ кг/м}\cdot\text{с}$).

На основе вычисленного Z_n , может быть вычислен коэффициент звукопоглощения α [3, 5]:

$$\alpha = \frac{4R/\rho_0 c_0}{\left(1 + R/\rho_0 c_0\right)^2 + \left(M/\rho_0 c_0\right)^2}$$

где R и M обозначают действительные и мнимые компоненты уравнения соответственно.

Теоретическая модель четко указывает на то, что коэффициент акустического поглощения зависит от различных параметров, таких как радиус межпоровых промежутков, толщина перфорированной панели, параметр формы заполнителей и целевое соотношение пористости.

Согласно выбранной теоретической модели проектировались 3 класса образцов по ГОСТ 25485: теплоизоляционные (составы 1-4), конструкционно-теплоизоляционные (составы 5-8) и конструкционные (составы 9-12) (табл. 1). Теплоизоляционные составы содержали вермикулитовый заполнитель, конструкционно-теплоизоляционные – и вермикулит, и кварцевый песок, а конструкционные – только кварцевый песок. При этом замещение портландцемента золой осуществлялось на уровне 40% (составы 1, 5, 9) и 50% (остальные составы). Соответственно, учитывая повышенную водопотребность золы, водовяжущее отношение для первого замещения было 0,4, а для второго – 0,45. Составы 1-3, 5-7 и 9-11 использовались для изготовления пенобетона, а составы 4, 8 и 12 – газобетона. Дисперсное армирование применялось для составов 3, 4, 7, 8, 11, 12.

Исследуемые пробы на всем диапазоне измерения (т.е. при градиенте скорости сдвига от 5 до 25 с⁻¹) характеризуются свойственным для данных систем тиксотропным типом течения с плавным снижением вязкости (рис. 3). Все смеси показывают характеристики, позволяющие удовлетворительно осуществлять технологию транспортирования готовой смеси к месту формования. Некоторые различия в показателях эффективной вязкости и формы кривых можно объяснить варьированием сырьевых материалов, особенно тех, которые увеличивают водопотребность (зола, вермикулит, фибра). Для полипропиленовой фибры эффект увеличения вязкости проявляется наиболее наглядно. Очевидно, это связано с тем, что в отличие от смесей с варьированием золы и вермикулита, при добавлении фибры, увеличение количества воды затворения не запланировано.

В табл. 2 приведены средние значения прочности на сжатие и пустот, включая открытую и закрытую пористости для всех составов по табл. 1, разработанных в этом исследовании.

Микроструктурный анализ показал, что пузырьки также встречаются в стенках пузырьков пены, как показано на рис. 4. Они имеют две различные формы, некоторые из которых округлены, а другие – эллипсоидальные. Происхождение этих пузырьков, вероятно, разное. Е.К.К. Nambiar и К. Ramamurthy [6] считают, что закругленные пузырьки вызваны захваченным воздухом и, следовательно, не имеют поверхностных зарядов. Это означает, что

они не подвержены влиянию пузырьков пены и, следовательно, более стабильны и вряд ли могут слипаться.

Таблица 1

Разработанные составы ячеистых бетонов

Компоненты, кг/м ³	Номер состава												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	контр.
ПЦ	150	105	125	85	192	130	160	110	240	170	200	140	225
Известь	-	45	-	40	-	62	-	50	-	70	-	60	100
ЗЩС	100	100	125	125	128	128	160	160	160	160	200	200	-
Вода	100	100	112,5	112,5	128	128	144	144	150	150	180	180	182
Пенообразователь «Эталон»	0,8	-	0,8	-	1	-	1	-	1,2	-	1,2	-	-
Алюмин. порошок	-	0,5	-	0,5	-	0,5	-	0,5	-	0,5	-	0,5	0,5
Двуводный гипс	-	2,5	-	2,1	-	3,2	-	2,7	-	4	-	3,5	4
Хлористый кальций	-	1,5	-	1,3	-	2	-	1,7	-	2,5	-	2,2	3,5
Суперпластификатор	1,1	1,1	1,1	1,1	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	-
Вспученный вермикулит	35	35	35	35	20	20	20	20	-	-	-	-	-
Кварцевый песок	-	-	-	-	180	180	180	180	335	335	335	335	205
Полипропиленовая фибра	-	-	12	12	-	-	12	12	-	-	12	12	-

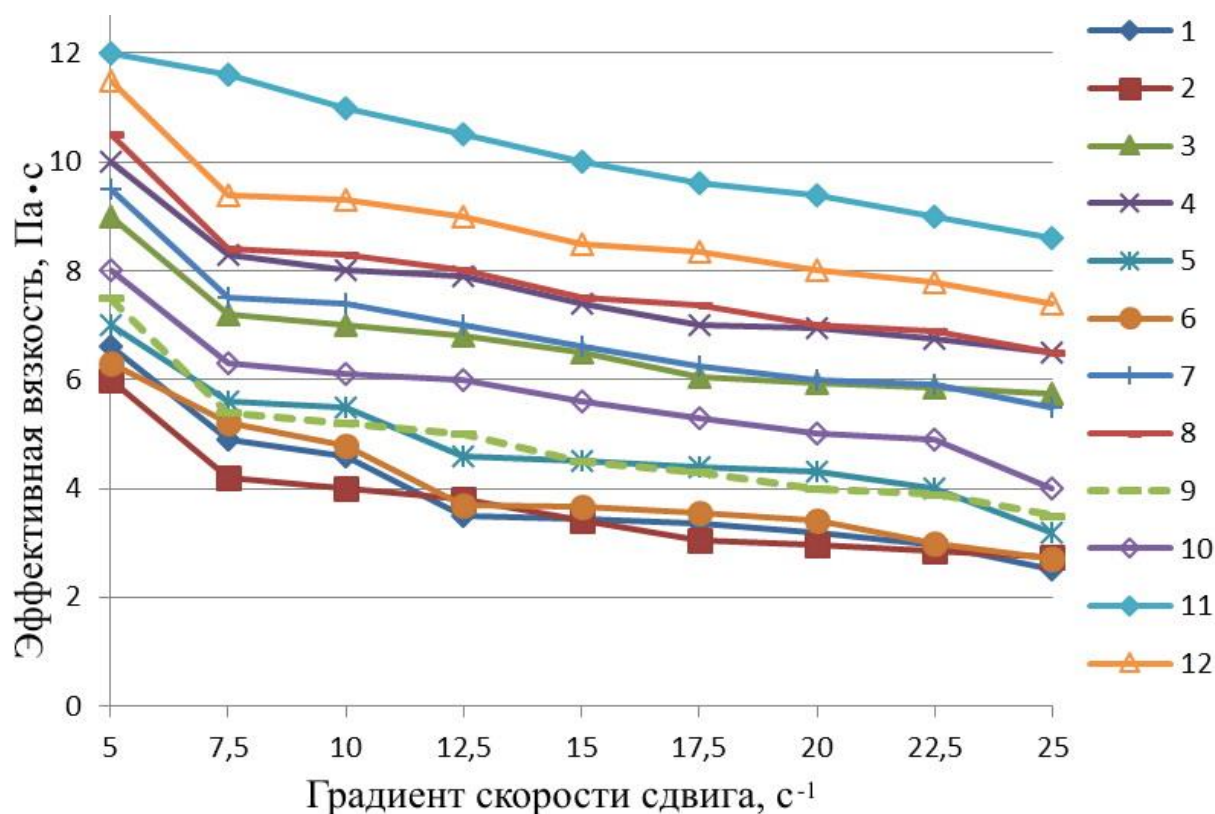


Рис. 3. Реограммы ячеистобетонных смесей

Таблица 2

Плотность, прочность и пористость ячеистых бетонов

Номер состава	Прочность на сжатие	Плотность, кг/м ³	Общая пористость	Открытая пористость	Закрытая пористость
1	5,2	315	85,2	61,9	23,2
2	5,2	322	85,1	55,0	35,1
3	5,4	331	85,0	62,1	22,9
4	4,9	329	87,0	59,8	27,2
5	6,1	584	70,0	42,3	27,7
6	6,3	592	69,8	40,1	29,7
7	6,8	602	69,7	46,0	23,7
8	5,9	601	70,7	50,8	19,9
9	7,7	815	63,9	36,8	27,1
10	7,6	826	63,6	33,9	29,7
11	8,7	836	63,3	41,1	22,2
12	7,5	834	65,4	35,8	29,6
контр.	2,1	591	72,7	21,9	50,8

Эллиптические пузырьки, однако, были получены из пены поверхностно-активного вещества суперпластификатора за счет локальных сил, вызывающих овальную форму. Кроме того, эти очень небольшие пузырьки могут потенциально быть источником больших изменений размера пузыря с использованием процесса, похожее на Оствальдовское созревание [7]. В результате пузырьки, которые росли в диаметре, оставались окруженными этими маленькими пузырьками в стенах после затвердевания.

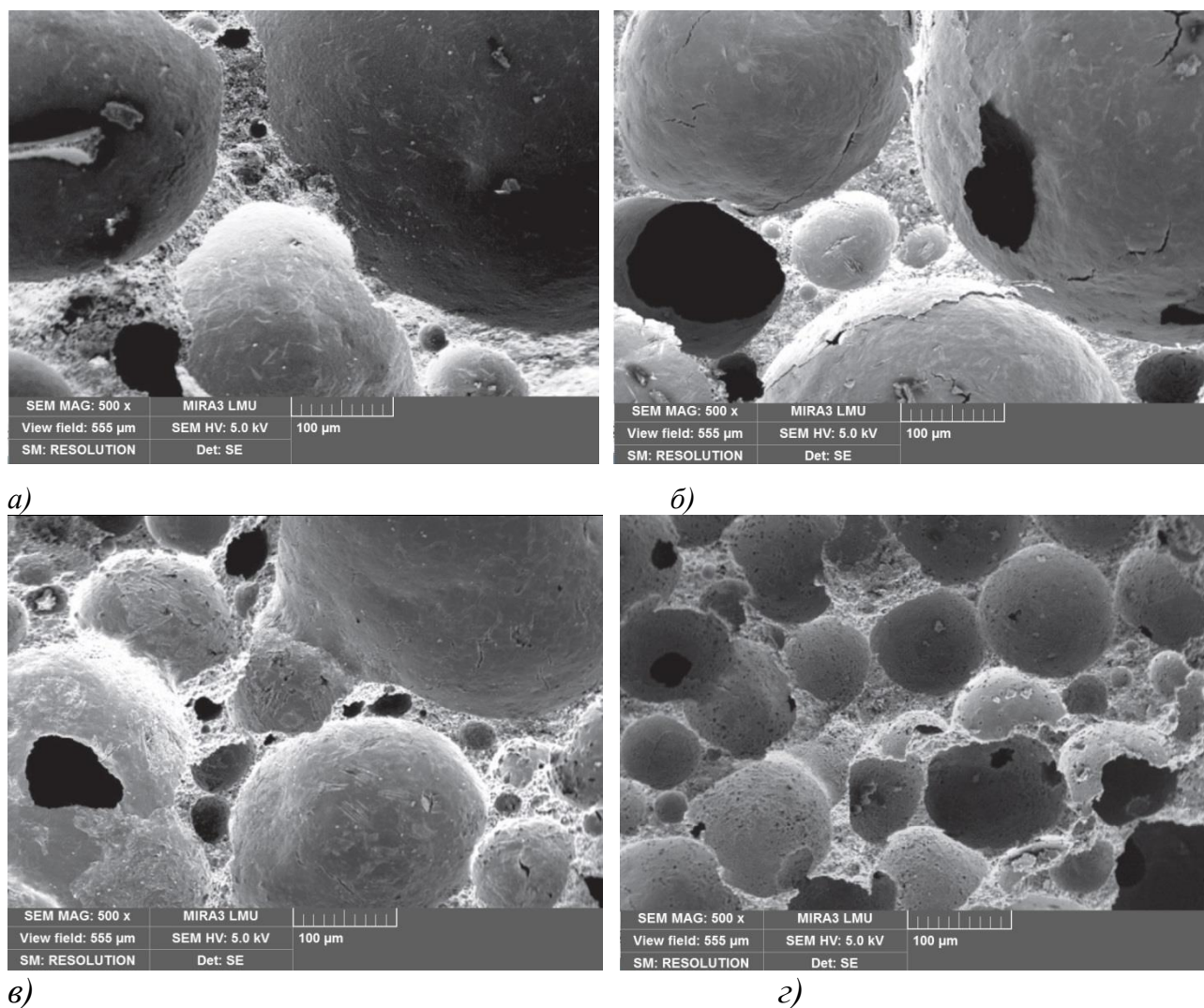


Рис. 4. Микроструктура новообразований в возрасте 28 суток: чистый цементный камень (а, в) и цементный камень на разработанном композиционном вяжущем (б, г)

Текстура внутренней поверхности этих групп пузырьков также разная. Большие пузырьки имеют гладкую поверхность, что соответствует «связыванию» пены с ее поверхностью и образованию слоя теста с высоким содержанием цемента. Пузырьки на стенках обычно имеют шероховатую поверхность, округлую или эллипсоидальную. Большие пузыри также часто показывают трещины. Большинство из них образуются в ходе обработки пенобетона для подготовки к электронной микроскопии; эти трещины переходят от пузырька к пузырьку. Тем не менее, существуют также трещины, которые заканчиваются внутри пузырьков, и они, скорее всего, связаны с локальной деформацией растяжения вследствие дифференциальной усадки при сушке. Хотя точная причина и следствие неясны, очевидно, эти трещины влияют на звуко-, тепло-, и влагопроводность [8-9].

Таким образом, разработаны теплоизоляционные, конструкционно-теплоизоляционные и конструкционные составы пено- и газобетонов. Реологические характеристики смесей позволяют обеспечивать технологичность бетонирования. Плотность, прочность и пористость (открытая и закрытая) ячеистых бетонов показывает их потенциал как звукопоглощающего материала.

Список литературы:

1. Маа D.Y. Microperforated panel wideband absorber // *Noise Control Eng J* 1987. 29. Pp.77–84.
2. Kim H., Hong J., Pyo S. Acoustic characteristics of sound absorbable high performance concrete // *Applied Acoustics* 138 (2018) 171–178.
3. Kim H.K., Lee H.K. Acoustic absorption modeling of porous concrete considering the gradation and shape of aggregates and void ratio // *J Sound Vib* 2010. 329. Pp. 866–879.
4. Zhu C., Huang Q. A method for calculating the absorption coefficient of a multi-layer absorbent using the electro-acoustic analogy // *Applied Acoustics* 66 (2005) Pp. 879–887.
5. Lu T.J., Chen F., He D. Sound absorption of cellular metals with semiopen cells // *J Acoust Soc Am* 2000. 108(4). Pp. 1697–709.
6. Nambiar E.K.K., Ramamurthy K. Sorption characteristics of foam concrete // *Cement and Concrete Research* 2007. 37, pp. 1341–1347..
7. Jones M.R., Ozlutas K. and Zheng L. (2016a) Stability and instability of foamed concrete. *Magazine of Concrete Research* 68(11): 542–549, <http://dx.doi.org/10.1680/macr.15.00097>.
8. Федюк Р.С., Козлов П.Г., Тимохин Р.А. Композиционные материалы на сырьевых ресурсах Приморского края для "зеленого строительства" // ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА: Материалы региональной (с международным участием) научно-практической конференции . 2017. С. 256-260.
9. Fediuk R.S., Yevdokimova Y.G., Smoliakov A.K., Stoyushko N.Y., Lesovik V.S. Use of geonics scientific positions for designing of building composites for protective (fortification) structures // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 8. Сер. "VIII International Scientific Practical Conference "Innovative Technologies in Engineering"" 2017. С. 012011.

Вяткина Анна Александровна

ЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЗАЩИТЫ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ МАССОВЫХ СЕРИЙ

*Курский государственный университет, кафедра Промышленного и
гражданского строительства, г. Курск, ул. Радищева 33, 305000*

Научный руководитель: д.т.н., проф. Меркулов Сергей Иванович

Аннотация: в статье рассмотрено одно из наиболее эффективных решений при реконструкции домов первых массовых серий-система навесных вентилируемых фасадов. Приведены конструктивные схемы устройства, элементы, из которых состоит система, а также рассмотрен главный недостаток такой системы-высокая пожарная опасность, проанализированы причины этого явления.

Ключевые слова: теплоизоляция, навесные фасады, облицовочные материалы, пожарная безопасность, группа горючести.

Реконструкция жилой застройки домами первых массовых серий, такими как 1-447С-35, 1-464А-9, 91-014Д, является актуальным и перспективным направлением деятельности строительного комплекса Российской Федерации. Запас несущей способности таких зданий еще не исчерпан, но вот теплотехнические характеристики ограждений не отвечают современным требованиям, ввиду того, что проектировалась и возводилась эта застройка с применением неэффективных теплоизоляционных материалов. Необходимо также отметить ещё и их моральный износ - планировочные решения, внешний облик зданий, эксплуатационные характеристики по тепло-, гидро- и шумоизоляции не отвечают современным нормативным требованиям и потребительским качествам.

Повышение теплозащитных качеств наружных стен существующих жилых зданий осуществляется с использованием различных конструктивно-технологических решений и материалов. Но в последние годы наиболее перспективной технологией утепления стен зданий стал монтаж навесных вентилируемых фасадов с воздушным зазором. Эта технология позволяет в короткие сроки и с минимальными затратами улучшить эксплуатационные и дизайнерские характеристики жилых зданий. При использовании вентилируемых фасадов решаются проблемы защиты стен здания от атмосферных осадков, энергосбережения, звукоизоляции, выравнивания поверхности несущей стены, ремонта при повреждении отдельных частей облицовки, долговечности фасадов. Безремонтный срок службы составляет 25—50 лет. В то же время, наряду с имеющимися преимуществами системы

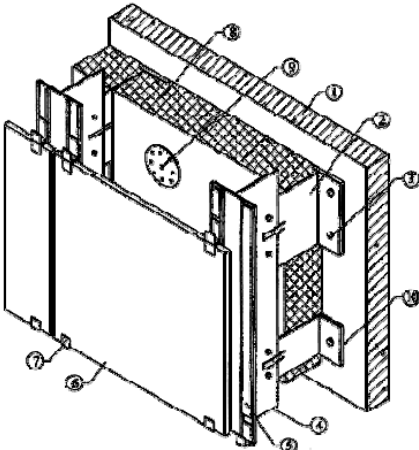
НФС с воздушным зазором имеют ряд недостатков, связанных с обеспечением пожарной безопасности. Анализ существующих конструкций НФС с воздушным зазором показал, что некоторые типы систем содержат в среднем 1,5 кг и более пожарной нагрузки на 1 м² вертикальной поверхности здания. Поэтому, если распространение пламени по наружной поверхности фасада может и не происходить, система в целом является пожароопасной.

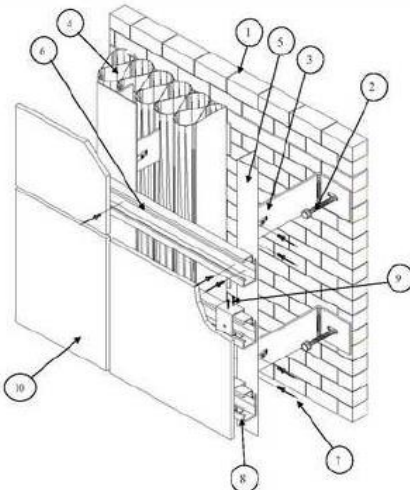
Принципиальное конструктивное решение навесных фасадов заключается в том, что на несущее основание наружной стены с внешней стороны устанавливают и фиксируют сплошной слой плит утеплителя и элементы несущего каркаса, посредством которого на стене, с определенным зазором относительно слоя утеплителя, монтируется плитный или листовый отделочный материал. Зазор между экраном и слоем утеплителя необходим для эффективного удаления влаги и паров, мигрирующих из помещений через наружную стену в окружающую атмосферу.

Отличие между различными системами навесных фасадов заключается в различных способах крепления несущих конструкций и плит утеплителя на наружной стене. А так же в материале и геометрии отдельных элементов несущего каркаса и схеме их расположения на поверхности основания, в выборе отделочных материалов и способе их крепления к несущему каркасу. Кроме того, системы отличаются способами решения архитектурного облика фасада, в том числе, по возможности придания зданиям индивидуальной выразительности.

Таблица 1

Схемы утепления домов массовых серий системами навесных фасадов

№ схемы	Наименование	Схема	Элементы схемы
1	Вертикальная		1-основание 2-кронштейн 3-анкерный болт крепления кронштейна 4-вертикальный профиль 5-резиновая прокладка 6-облицовочная плита (экран) 7-скоба (кляммера) 8-утеплитель 9-гарельчатый дюбель крепления утеплителя 10-паронитовая прокладка

2	Горизонтально-вертикальная		1-основание 2-анкерный болт крепления кронштейна 3-кронштейн 4-утеплитель 5-вертикальный профиль 6-горизонтальный профиль 7-заклепка 8-скоба облицовки 9-регулирующие винты 10-облицовочная плита (экран)
---	----------------------------	------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Горизонтально-вертикальные навесные системы стоят несколько дороже вертикальных, поскольку элементов в ней больше.

Одним из принципиально важных качеств элементов системы навесных фасадов является их соответствие противопожарным нормам. Так, например, для устройства теплоизоляции могут применяться только негорючие минераловатные утеплители по ГОСТ. Также немалую роль играет материал, из которого выполнены кронштейны и направляющие. Доказано, что алюминий является менее пожаростойким материалом в отличие от стали.

Неотъемлемым элементом системы НФС являются защитные экраны, для изготовления которых применяются такие материалы как:

- 1.Керамогранит
- 2.Металлические кассеты
- 3.Фиброцемент.

Подробнее остановимся именно на облицовочных материалах, так как именно они выполняют защитную функцию для утеплителей.

Керамогранит

Керамогранит обладает феноменальной прочностью, он экологичен, долговечен и относительно недорогой. Поэтому вентилируемые фасады из керамогранита одни из самых популярных на сегодняшний день.

Для керамогранита характерны вертикальная оцинкованная, горизонтально-вертикальная и система крепления НВФ в межэтажные плиты перекрытия. Также возможно комбинированное применение этих систем для ускорения сроков производства работ и удешевления стоимости квадратного метра фасада. Благодаря надежной конструкции и простоте сборки вентилируемые фасады из керамогранита являются одним из наилучших вариантов при реконструкции жилых домов массовых серий, однако следует учитывать, что плиты обладают большим весом.

Выбор цветового исполнения керамогранитных плит практически неограничен, что позволяет воплотить любое дизайнерское решение.

Металлические кассеты

Для монтажа металлических кассет подходят вертикальная, горизонтально-вертикальная и система крепления в межэтажные перекрытия. Простота монтажа, привлекательный внешний вид, широкий выбор цветовых решений - вот неполный список основных преимуществ металлических кассет, которые распространены как в частном, так и промышленном строительстве.

Фиброцементные плиты

Фиброцементные плиты бывают двух основных видов - с окрашенной поверхностью и с поверхностью из натуральной каменной крошки различных фракций и цветов.

В состав фиброцементных плит входит цемент, армирующие волокна и различные минеральные наполнители. Данный материал безопасен с экологической точки зрения, не подлежит влиянию коррозии, не гниёт, устойчив к воздействию солнечных лучей и осадков, содержащих кислотные компоненты, обладает отличной звукоизоляцией, прочностью, устойчив к механическим повреждениям. Кроме этого, у данного облицовочного материала достаточно низкая стоимость.

Таблица 2

Характеристики облицовочных материалов

Облицовочный материал	Класс пожарной опасности	Группа горючести	Срок службы
Керамогранит	K0	НГ	до 50 лет
Металлические кассеты	K0	Г1	более 50 лет
Фиброцементные плиты	K0	НГ	до 50 лет

Среди облицовочных материалов с точки зрения пожарной безопасности меньше всего проблем возникает с керамическим гранитом (с видимым креплением), и фиброцементными плитами (при условии ее нормальной влажности). Проблематично выполнение откосов оконных проемов из этих материалов при применении алюминиевой подконструкции, но конструкции откосов нужно уделять особое внимание, т.к. пламя на фасад в большинстве случаев проникает именно через оконные проемы.

При пожаре температура на фасаде достигает 900°C , а температура плавления алюминиевых сплавов — 650°C . Поэтому системы НВФ из алюминиевых сплавов, а также стальные системы в сочетании с облицовочным материалом из алюминиевого сплава успешно проходят эти испытания только при условии проведения дополнительных мероприятий. В их число может входить увеличение выступа оконных обрамлений за плоскость фасада до 35

мм для того, чтобы отбить факел пламени от фасада, устройство стальных экранов вокруг оконных проемов и стальных противопожарных отсеков, установка утеплителя внутри оконных обрамлений, минимизация ширины воздушного зазора и т. д. Эти мероприятия повышают пожаробезопасность систем НВФ, но, соответственно, увеличивают их стоимость и трудоемкость монтажа.

Очень аккуратно нужно выбирать в качестве облицовки «композитные» алюминиевые панели и пластики. Группа горючести (Г1-Г4) оценивает материал только с точки зрения возможности возгорания от источника незначительной мощности и к НВФ никакого отношения не имеет.

Ошибочно считать, что причина пожаров системы кроется только в одном из ее элементов, поэтому классу пожарной опасности «К» должны соответствовать все элементы (подконструкция + утеплитель + облицовка + конструкция откосов) согласно [6].

Таким образом, системы навесных фасадов являются достаточно эффективным и перспективным направлением при реконструкции домов первых массовых серий, однако их существенным недостатком является пожарная опасность. Это обусловлено неисполнением специальных противопожарных решений и применением материала, который не соответствует требованиям пожарной безопасности, неисполнением регламента по ведению монтажных работ. Кроме того, осложняет ситуацию ограниченное число данных и требований в единых государственных нормативах и наличие большого числа разрозненных документов, разрабатываемых на конкретную продукцию.

Список литературы:

1. Постановление от 26 ноября 1996 года N 1 О реконструкции жилых домов первых массовых серий и домостроительных предприятий при реализации нового этапа Государственной целевой программы "Жилище". 4 с.
2. Рекомендации по проектированию навесных фасадных систем с вентилируемым воздушным зазором для нового строительства и реконструкции зданий. М., 2002. 169 с.
3. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий. М., 2004. 145 с.
4. СТО НОСТРОЙ 2.14.67-2012 «Навесные фасадные системы. Работы по устройству. Общие требования к производству и контролю работ». М., 2013. 53 с.
5. Меркулов С.И., Полякова Н.В. Навесные вентилируемые фасады: преимущества применения и проблемы пожарной безопасности //

Auditorium. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2017. №1 (13)

6. ГОСТ 31251-2003 Конструкции строительные. Методы определения пожарной опасности. Стены наружные с внешней стороны. 2003. 34 с.

Квашнин Леонид Александрович

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ НА АО «ДВЗ «ЗВЕЗДА»

*ДВФУ, Инженерная школа, кафедра судовой энергетики и автоматики,
Научный руководитель: Минаев Александр Николаевич, д.т.н., профессор*

Аннотация: Одной из важнейших задач машиностроения является повышение надежности и долговечности изделий, снижение металлоемкости и энергоемкости производства. Объемное легирование и объемное упрочнение изделий не всегда применимо, поэтому в последние годы все большее внимание уделяется различным методам поверхностного упрочнения.

Ключевые слова: детали, морская техника, титановые сплавы, надежность.

Остро проблема повышения надежности и долговечности изделий стоит на судоремонтных предприятиях, где зачастую одним из браковочных признаков при дефектации деталей трубопроводов, запорной арматуры и оборудования, является нарушение оксидированного слоя, исключением не является и АО «ДВЗ «Звезда»

В этих случаях целесообразно применять плазменное электролитическое оксидирование (ПЭО), которое является одним из наиболее эффективных методов формирования защитных покрытий на поверхности изделий, арматуры и механизмов морской техники. На рисунке (рис.1) показаны детали из титанового сплава.



Рис. 1 Детали из титанового сплава.

Целью настоящей работы является анализ целесообразности внедрения процесса плазменного электролитического оксидирования деталей, изготовленных из титановых сплавов на АО «ДВЗ «Звезда».

Для достижения данной цели поставлены и решены следующие задачи:

- произвести сравнительный анализ процессов термического и плазменного электролитического оксидирования;

- сделать выводы о целесообразности применения данного метода на АО «ДВЗ «Звезда».

Сравнительный анализ процессов термического и плазменного электролитического оксидирования.

Термическое оксидирование.

Термическое оксидирование заключается в окислении поверхностного слоя металла при нагреве в воздушной среде, в результате которого на его поверхности образуется оксидная пленка. [6]

Для проведения оксидирования не требуется специальной установки и очистки газовой среды. Окисление производится в муфельных электрических печах при свободном доступе воздуха. [6]

Процесс термического оксидирования на АО «ДВЗ «Звезда» выполняют в печах СНО-8.16.5/10 мощностью 80 кВт. Габариты рабочего пространства в таких печах 800x1600x500, с возможностью загрузки изделий диаметром до 350 мм и длиной 700мм.

При изготовлении деталей и крепежа судовой арматуры из спец. сплава, в основном, применяется низкотемпературное оксидирование. Время выдержки в печи от 1 до 12 часов в зависимости от марки материала. [6]

Процесс термического оксидирования сильно зависит от процесса обезжиривания детали, при плохой очистке от масел, жира, механических загрязнений приводит к неоднородному насыщению поверхности при оксидировании и местному нарушению прочности связи оксидной пленки с металлом [4]. В связи с этим транспортировка обезжиренной детали при межцеховой кооперации, также является бракоопасной.

Контроль качества оксидированного слоя осуществляется на образцах-свидетелях, оксидируемых совместно с каждой партией деталей. При этом определяется удельный прирост массы в $\text{кг}/\text{м}^2$. Количество образцов устанавливают в зависимости от размеров деталей, но не менее 3х. Подготовка образцов осуществляется совместно с подготовкой деталей данной партии (мех. обработка, обезжиривание и т.д.) [4]

Для восстановления же оксидированного слоя на ремонтируемых деталях, на АО «ДВЗ «Звезда» применяется оксидирование в графите [3], как менее бракоопасное. При этом графит, перед проведением процесса, оксидирования, прокаливают в печи не менее 12 часов. Выдержка детали в печи не менее 3

часов. Тем не менее достаточно большой процент деталей, прошедших процедуру восстановления защитного слоя методом термического оксидирования, не подлежит монтажу на арматуру и оборудование, по причине низкого качества оксидированного слоя или его отшелушивания.

Метод плазменного электролитического оксидирования (ПЭО).

Метод ПЭО основан на постоянной и знакопеременной импульсной поляризации материала в растворах электролитов при напряжениях, вызывающих протекание плазменных электрических разрядов на поверхности обрабатываемого электрода. При реализации ПЭО в зоне микропробоя достигается температура до нескольких тысяч градусов, а давление в каналах плазменных микроразрядов - до 100 МПа. [3] Результатом действия плазменных микроразрядов является формирование покрытия, состоящего из окислых форм элементов металла основы и составляющих электролита. [5] На рисунке (рис.2) показан процесс плазменного электролитического оксидирования.



Рис. 2 Процесс плазменного электролитического оксидирования.

Более того, после такого высокоэнергетического воздействия происходит резкое охлаждение зоны пробоя до температуры электролита, что также не может не сказываться на физико-химических свойствах образуемых поверхностных слоев. [1]

Интенсивный массоперенос, обусловленный высокими значениями напряженности электрического поля, в сочетании с термолизом раствора в пограничной с пробоем области позволяет внедрять в покрытие компоненты электролита. [1]

Химический состав и физико-химические характеристики плазменно-электролитических покрытий зачастую близки к известной керамике: обладает высокими антикоррозионными характеристиками, жаростойкостью и электроизоляционными свойствами.

При процессе ПЭО на поверхности образца образуются тонкие пленки толщиной от десятых долей до единиц микрон, состоящие из собственных оксидов обрабатываемого металла (оксида титана). [1]

Помимо самого процесса ПЭО имеется возможность проведения процесса ПЭО-М – плазменного электролитического оксидирования с модификацией покрытия.

Модификация покрытий выполняется после подтверждения качества покрытий оксидированных изделий.

Модификация покрытий производится методом окунания в суспензию фторопластовую (Ф-4Д), или ультрадисперсного политетрафторэтилена (УПТФЭ) изделий из сплавов титана с ПЭО покрытиями для защиты от атмосферной, гидросферной и контактной коррозии, а также износа с целью получения дополнительных свойств покрытия: антифрикционной и антикоррозионной защиты.

При соблюдении всех технологических условий и операций прирост толщины антифрикционного (модифицирующего) покрытия после обработки полимером по отношению к толщине ПЭО-слоя не превышает 2 мкм.

Контроль качества покрытий обеспечивается неразрушающими способами, выполняется визуально и приборами: например толщиномером ТП-1 на плоских участках поверхности. Электрическое сопротивление оксидной пленки измеряется цифровым мультиметром.

Преимущества внедрения на АО «ДВЗ «Звезда» процесса плазменного электролитического оксидирования.

Внедрение процесса плазменного электролитического оксидирования на АО «ДВЗ «Звезда» обладает широким спектром преимуществ по сравнению с термическим оксидированием, таких как:

1. Экономия производственных ресурсов.

- экономия материалов на упаковку деталей;
- контроль качества защитного покрытия осуществляется толщиномером, в отличие от термического оксидирования, где необходимо изготовление дополнительных образцов-свидетелей;
- экономия электроэнергии (среднее время обработки детали при термическом оксидировании 10 часов, при ПЭО - 12 минут (+16 минут при необходимости модернизации покрытия)).

2. Улучшение качества продукции.

- возможность восстановления защитных покрытий на деталях из титановых сплавов;
- покрытия, сформированные методом плазменного электролитического оксидирования, незначительно уступают покрытиям, полученным методом термического оксидирования, в износостойкости, но существенно превосходят по антикоррозионным характеристикам, что связано с природой формируемых слоев;
- возможность модификации покрытий;

- не изменяется геометрическая форма деталей, что позволяет оксидировать изделия судового машиностроения повышенной точности.

3. Расширение номенклатуры обрабатываемых изделий

- параметры печи СНО-8.16.5/10 позволяют обрабатывать детали с максимальными размерами 350x350x700 мм, в то время как размеры ванны электролитической ПЭО не ограничены в размерах и конфигурациях.

4. Повышение производительности труда.

- сокращение количества технологических операций;
- снижение трудоемкости работ.

Внедрение процесса плазменного электролитического оксидирования на АО «ДВЗ «Звезда» обладает широким спектром преимуществ по сравнению с термическим оксидированием за счет оптимизации технологического процесса, экономии производственных ресурсов и расширения номенклатуры обрабатываемых изделий.

Список литературы:

1. Гнеденков С.В., Хрисанфова О.А., Завидная А.Г. Плазменное электролитическое оксидирование металлов и сплавов в татратсодержащих растворах - Владивосток: Дальнаука, 2018 - 144с.

2. Минаев_А.Н. и др. Система управления процессом формирования защитных покрытий для элементов морской техники // Морские технологии. 2017. №3. с.121-126

3. РД 5.УЕИА.3229-99. Дефектация и восстановление оксидированных деталей и узлов трения и крепления при заводском ремонте судового оборудования из титановых сплавов . Инструкция 23с. Введ. 1999-01-03. Санкт-Петербург, 24с.

4. РД5.95066-90. Термическое оксидирование (антифрикционное и защитное) деталей из сплавов типа ПТ-3В. Типовой технологический процесс. Введ.1992-01-01. Санкт-Петербург, 52с.

5. Синебрюхов С.Л. Композиционные многофункциональные покрытия, сформированные на металлах и сплавах методом плазменного электролитического оксидирования: Автореферат дис. док. техн. Наук. – Владивосток: ИХ ДВО РАН, 2013. - 56 с.

6. СТ ЦКБА 106-2011. Арматура трубопроводная. Оксидирование деталей из титановых сплавов. Введ. 2011-12-18 — Санкт-Петербург, 18 с.

Тимохин Роман Андреевич

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация: С позиций геоники (геомиметики) разработана автомобильная дорога, содержащая слои дорожного покрытия, щебня, песка, геоткань и грунт основания, при этом геоткань из полипропиленовых волокон уложена между грунтом основания и слоем песка на всю площадь основания. Дополнительно между слоями песка и щебня уложена плоская трехосная гексагональная полимерная геосетка с треугольными ячейками размером от 35x35x35 до 60x60x60 мм, кроме того, в качестве дорожного покрытия использован геобетон. Приведено сравнение эксплуатационных характеристик разработанной дороги с традиционно применяемыми аналогами.

Ключевые слова: автомобильная дорога, геоника, геобетон, геосетка, георешетка, геотекстиль.

Автомобильные дороги в нашей стране довольно часто не выдерживают нормативный срок эксплуатации (рис. 1). Этому есть ряд причин, касаемых, как применяемых материалов, так и технологии производства работ. В частности, наиболее часто применяемая конструкция автомобильных дорог состоит из следующих слоев сверху вниз: мелкозернистый асфальтобетон, крупнозернистый асфальтобетон, щебень двух видов, песок [1]. Недостатком такой дороги является необходимость длительного уплотнения асфальтобетонных слоев, а также низкая долговечность.

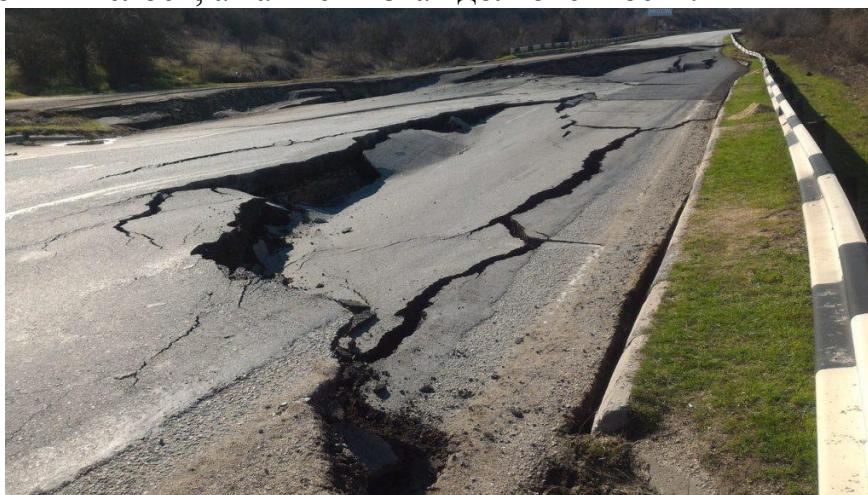


Рис.1. Разрушенная автомобильная дорога

По большому счету, даже самое высококачественное асфальтобетонное покрытие не способно прослужить нормативный срок эксплуатации, если должным образом не подготовили нижние слои под дорожным покрытием. Поэтому, многочисленные попытки «ямочного ремонта», предпринимаемые по всей нашей необъятной стране, ничего хорошего, кроме нерационального расходования бюджетных средств, под собой не влекут.

Более долговечными считаются автомобильные дороги с применением цементобетонного покрытия [2]. Ее строят в виде отдельных плит с заливкой бетоном на месте. Плиты отделяются друг от друга швами, необходимыми для компенсации изменений их длины при колебаниях температуры. Недостатками автомобильной дороги является наличие швов в дорожном покрытии, через которые влага проникает в основание, что отрицательно сказывается на морозостойкости и долговечности конструкции. Кроме того, цементобетонные покрытия требуют тщательного выбора сырьевых материалов, а также соблюдения сложной технологии, включающей такие этапы, как, например, уплотнение, укладка армирующей сетки и т.д.

В последние годы, по всему миру начинают применять дорожные материалы на основе серных вяжущих, такие как серобетоны и сероасфальтобетоны [3-5]. Несмотря на заявляемые в рекламе преимущества практически по всем эксплуатационным характеристикам, широкого внедрения эти материалы в дорожно-строительной отрасли еще не нашли.

Современными дорожно-строительными материалами, позволяющими повысить долговечность конструкции, являются, например, такие изделия, как геосетка, георешетка, геотекстиль, геоткань и т.д. (рис. 2)

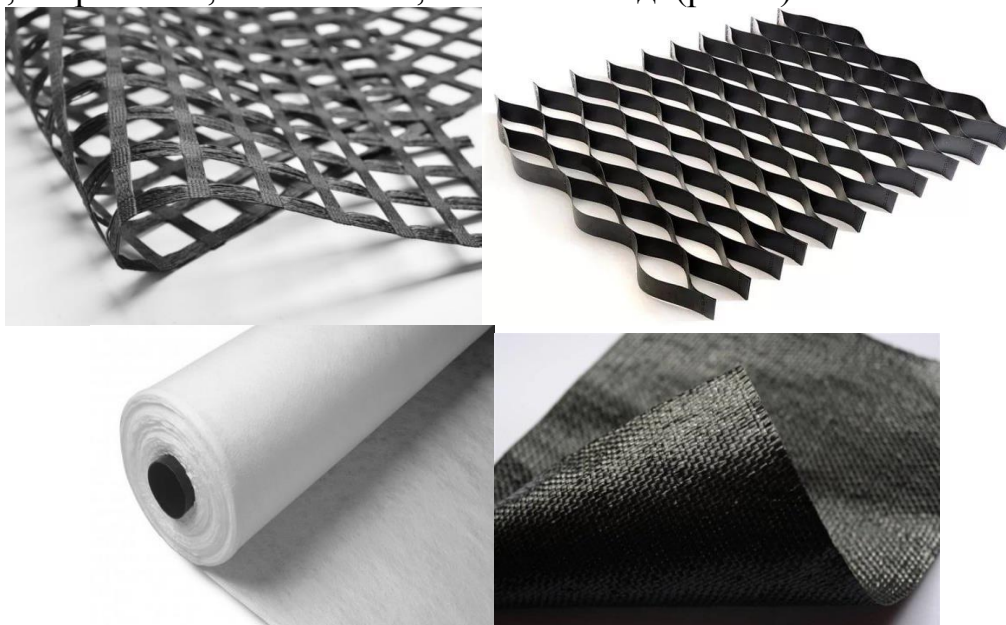


Рис.2. Геоматериалы (геосетка, георешетка, геотекстиль, геоткань)

С учетом современных достижений строительного материаловедения, Дальневосточным представительством Международного научно-образовательного центра «Геоника (геомиметика)», разработана конструкция автомобильной дороги [6]. Техническим результатом изобретения является повышение монолитности и прочностных динамических характеристик автомобильной дороги, создание оптимального влажностного насыщения для каждого слоя дорожного полотна, а также уменьшение стоимости конечной продукции и улучшение экологической обстановки.

Для решения поставленной задачи, автомобильная дорога, содержит следующие слои: дорожное покрытие, щебень, песок, геоткань и грунт основания, при этом геоткань из полипропиленовых волокон уложена между грунтом основания и слоем песка на всю площадь основания, а также дополнительно между слоями песка и щебня уложена плоская трехосная гексагональная полимерная геосетка с треугольными ячейками размером от 35x35x35 до 60x60x60 мм, кроме того, в качестве дорожного покрытия использован геобетон. Геобетон разработан на основе бесцементных технологий, что позволяет внести значительный вклад в защиту окружающей среды [7-8].

То, что геоткань из полипропиленовых волокон уложена между грунтом основания и слоем песка на всю площадь основания, позволяет предотвратить смешения слоев дорожной одежды (песка и грунтового основания), а также способствует выводу влаги из нижних слоев.

Уложенная между слоями песка и щебня плоская трехосная гексагональная полимерная геосетка с треугольными ячейками размером от 35x35x35 до 60x60x60 мм позволяет разделять инертные слои и армировать дорожное полотно, превращая его в эквивалентную монолитную плиту. Это позволяет дорожной конструкции выдерживать высокие нагрузки за счет равномерного распределения давления от транспортных средств в шести направлениях.

Признак, указывающий применение «в качестве дорожного покрытия геобетон» позволяет получить более износостойкий материал автомобильной дороги, по сравнению с асфальтобетонным покрытием, обладающий на 43-48% улучшенными динамическими прочностными характеристиками, более плотный и соответственно, менее водопроницаемый, что в 2,5-3 раза увеличивает срок службы дороги. Кроме того, достигается снижение трудовых и материальных затрат на возведение, ввиду отсутствия операций по уплотнению. Проведенные исследования по коррозионной стойкости данного бетона к воздействию разлитых нефтепродуктов, показали значительное преимущества геобетона по сравнению с аналогами [9].

Применение в составе автомобильной дороги геоткани, геосетки и геобетона позволяет отказаться от традиционных материалов, при изготовлении которых производится загрязнение окружающей среды. Полимеры, используемые при изготовлении геоматериалов, производятся из вторичного сырья (отходов). Таким образом, данные материалы можно считать «зелеными» материалами, получаемые из местных ресурсов (в данном случае, Приморского края) [10].

В разработанной автомобильной дороге происходит управление оптимальным водным режимом каждого слоя за счет применения малопроницаемого верхнего слоя (геобетона) и проницаемых прослоек из геосетки и геоткани. При этом за счет рационального применения геоматериалов, используется меньшее количество щебня, чем в прототипе [11-12].

Таким образом, предлагаемая автомобильная дорога имеет следующие преимущества по сравнению с традиционно применяемыми:

- повышены динамические прочностные характеристики на 43-48%
- характеристики водо-, и паропроницаемости снижены на 21-41%;
- за счет уменьшения проницаемости, оптимизируется морозостойкость, соответственно в 2,5-3 раза увеличивает срок службы дороги;
- за счет рационального применения геоматериалов, используется меньшее количество щебня (на 12-15%);
- достигается снижение трудовых и материальных затрат на возведение, ввиду отсутствия операций по уплотнению;
- применение геоматериалов позволяет отказаться от традиционных материалов, при изготовлении которых производится загрязнение окружающей среды.

Разработанная конструкция автомобильной дороги вызвала интерес, в частности, у руководства космодрома «Восточный» и департамента автодорог Еврейской автономной области. Ученые научной школы геоники (геомиметики) во главе с член-корреспондентом РААСН В.С. Лесовиком выдвинуты на Государственную премию РФ, в том числе, и за данную разработку.

Список литературы:

1. Садило М.В., Садило Р.М. Автомобильные дороги. Строительство и эксплуатация. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2011.
2. Шведовский П.В., Лукша В.В., Чумичева Н.В. Изыскания и проектирование автомобильных дорог. В 2 ч. Ч. 1. План, земляное полотно : учеб. пособие. - Минск: Новое знание; М.:ИНФРА-М, 2015.

3. Королев Е.В. Радиационно-защитные и коррозионно-стойкие серные строительные материалы / Е.В. Королев, А.П. Прошин, Ю.М. Баженов, Ю.А. Соколова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство «Палеотип, 2006. – 272 с.
4. Васильев Ю.Э. Производство и применение литых сероасфальтобетонных смесей / Ю.Э. Васильев, И.Ю. Сарычев, Н.В. Мотин, Т. Аакала // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2012. Т. 3. С. 180–188.
5. Mohamed A-M.O. Sulfur concrete for the construction industry / by A-M.O. Mohamed and M. El Gamal // J. Ross Publishing's Civil and Environmental Engineering Series. 2010. 447 p.
6. Патент РФ №2681035. Автомобильная дорога / Р.С. Федюк, П.Г. Козлов, В.С. Лесовик, Ю.Л. Лисейцев. Дата приоритета 07.12.2018.
7. Лисейцев Ю.Л. Фибробетоны на основе щелочеактивированных вяжущих // Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 230-234.
8. Баженов Ю.М., Федюк Р.С., Лесовик В.С. Обзор современных высокоэффективных бетонов // Научно-технические инновации Электронный сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. С. 45-49.
9. Свинцов А.П., Шамбина С.Л., Федюк Р.С. Влияние маслянистых жидкостей на деформативные свойства бетона // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2019. Т. 10. № 1. С. 100-112.
10. Федюк Р.С., Козлов П.Г., Тимохин Р.А. Композиционные материалы на сырьевых ресурсах Приморского края для "зеленого строительства" // ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА: Материалы региональной (с международным участием) научно-практической конференции. 2017. С. 256-260.
11. Fediuk R.S., Yevdokimova Y.G., Smoliakov A.K., Stoyushko N.Y., Lesovik V.S. Use of geonics scientific positions for designing of building composites for protective (fortification) structures // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017. С. 012011.
12. Патент РФ 2652201 Состав для закрепления просадочных грунтов / Федюк Р.С., Козлов П.Г. Дата приоритета 07.07.2017.

Таранов Даниил Константинович

К ВОПРОСУ ОБ ИСТОЧНИКАХ ШУМА В ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВЕ

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

Аннотация: Современные города насыщены множеством мобильных и стационарных источников шума: транспорт, оборудование промышленных предприятий, локальные источники шума на территории жилой застройки. Акустический комфорт является компонентом городского комфорта, важность которого признается, в частности, врачами, и становится все более важной задачей, как для гражданского строительства, так и для городского планирования. Поэтому борьба с окружающим шумом является актуальной в современном обществе не только из-за недавнего признания шума как серьезной опасности для здоровья, но и потому, что уровень и качество жизни становятся все более важными.

Ключевые слова: шум, звук, город, защита, акустика.

Звук - это волновая форма энергии, которая проходит сквозь твердые тела, жидкости или газы. Чем больше частицы вибрируют в среде, тем больше энергии проходит через нее. С физической точки зрения, распространение звука заключается в передаче звукового импульса на молекулы среды (например, воздуха), а от них - на следующие молекулы и т.д. Соответственно возникают попеременные зоны уплотнения и разрежения воздуха. При этом возникает звуковое давление, которое вызывает в нашем ухе ощущение звука. Под звуковым давлением понимают изменение атмосферного давления за определенный период времени. Началом отсчета является давление 20 мкПа, которое является минимальным порогом слышимости.

Звуковой энергией E называется звуковая мощность, умноженная на время действия. Под интенсивностью звука I понимают звуковую мощность, деленную на единицу площади. Порог слышимости имеет место при интенсивности звука $I_0=10^{-12}$ Вт/м². Уровень звукового давления вычисляется в децибелах в следующей логарифмической зависимости:

$$10 \lg \frac{I_1}{I_0}$$

где I_1 – интенсивность исследуемого звука.

При увеличении уровня звука (громкости) на каждые 10дБ, звук будет восприниматься как более громкий в 2 раза. Громкость звука определяется амплитудой колебания звуковой волны.

Волны частотного диапазона 20 – 20 000 Гц способны оказывать действие на слуховой аппарат человека и вызывать у него ощущение звука. Однако согласно [1-2], человек может слышать звуки даже частотой ниже 20 Гц, однако, для этого требуется громкость 110-130 дБ и выше (для сравнения, звук частотой 3000 Гц различим уже с громкости чуть выше 0 дБ) (рис. 1). Уровни звукового давления для различных процессов приведены на рис. 2. Звук частотой ниже 20 Гц называется инфразвуком, а выше 20 кГц – ультразвуком (рис. 3).

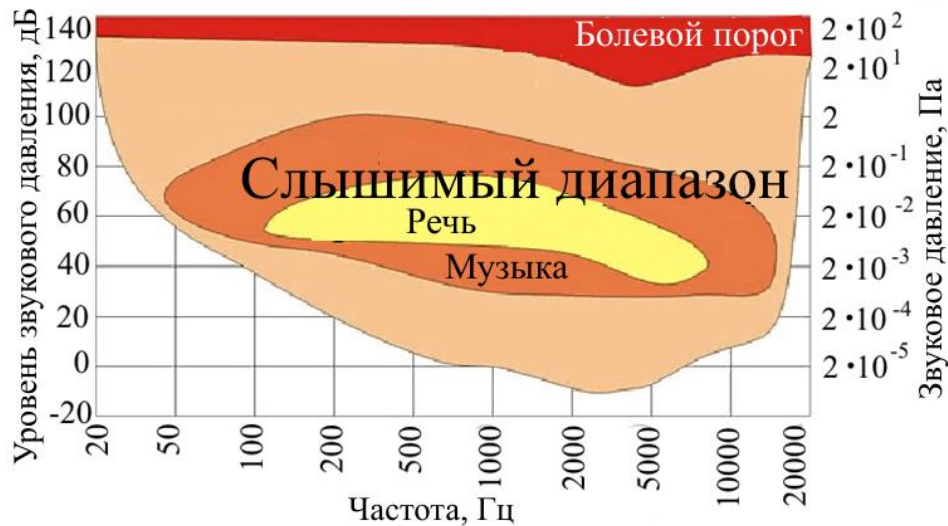


Рис. 1. Звуковые пороги для различных частот



Рис. 2. Уровни звукового давления при различных процессах

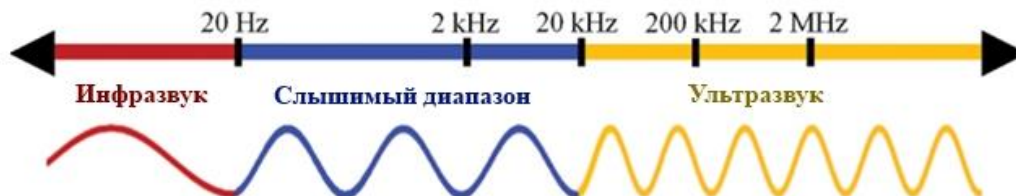


Рис. 3. Виды звука в зависимости от частоты

Выделяют три типа слышимых звуков: воздушный, структурный и ударный (особая форма структурного шума). Воздушные звуки (речь,

громкоговорители, музыкальные инструменты и т. д.) заставляют волны распространяться по воздуху, но не проходят через твердые тела. Тем не менее, они создают вибрации внутри конструкции, которые заставляют частицы воздуха на противоположной стороне вибрировать, позволяя им быть услышанными [3]. Ударные звуки (шаги, закрывающиеся двери, падающие предметы и т. д.) вибрируют через стены и полы и приводят к воздушному шуму в соседних помещениях [4]. Шум шагов человека - это типичный искусственный низкочастотный звук с частотой ниже 100 Гц, возникающий в жилищах [5], который может отрицательно влиять на условия проживания и даже на психическое здоровье. Этот сильный ударный звук является типом структурного звука, генерируемого при прохождении волн через компоненты конструкции (например, полы и стены в жилом здании). Величина волн, определяющая уровень звукового давления, зависит от модуля упругости и плотности конструкционного материала, а также от геометрических свойств конструктивных элементов [6]. Однако конструктивные изменения, необходимые для увеличения жесткости и, таким образом, снижения уровня звукового давления, обычно не рекомендуются, поскольку они экономически нецелесообразны [7]. Эффективнее применять звукоизоляционные и звукопоглощающие покрытия.

Понятия шума и звука часто объединяют, но они весьма различны, поскольку первый субъективен и зависит от рецептора. Шум - это нерегулярные колебания без закономерной зависимости. Эта концепция субъективности - то, что проектировщики должны учитывать при рассмотрении шума в конструкции, особенно в городских условиях. Поскольку в этих условиях трудно снизить громкость или уровень звука, часто принимаются меры по снижению шума, чтобы снизить уровень раздражения.

Различные бетоны являются основным строительным материалом современности. Области применения звукопоглощающих бетонов достаточно разнообразны: в гражданском строительстве - это звукоизоляция фасадов зданий и межкомнатных перегородок; а в градостроительстве, например, создание звукоизоляционных ограждений скоростных дорог. Немаловажной является и защита от инфразвука, возникающего вблизи ветряных электростанций, железнодорожных мостов, градирен, а также внутри автомобилей. Кроме того, в последнее время важным становится возможность защиты от акустического оружия (инфразвукового, ультразвукового и слышимого спектра).

Акустические свойства бетона определяются как его способность уменьшать передачу звука через него. Плотные барьеры стандартных бетонных смесей при относительно небольшой толщине отражают звуковую энергию. Предыдущие исследования [8-9] определили бетон как хороший изолятор,

который благодаря высокой плотности может отражать до 99% звуковой энергии. Однако обычный бетон является плохим звукопоглотителем, который может вызывать эхо в закрытых помещениях. Более легкие и пористые материалы могут поглощать шум и удерживать его.

Таким образом, эффективные бетоны с улучшенными акустическими характеристиками имеют потенциал для применения в различных сферах строительства.

Список литературы:

1. Keränen J., Hakala J., Hongisto V. The sound insulation of façades at frequencies 5–5000 Hz. *Building and Environment* 156 (2019) 12–20.

2. Møller, H., Pedersen, C.S. Hearing at low and infrasonic frequencies, *Noise Health* 6 (23) (2004) 37–57.

3. Holmes N, Browne A., Montague C. Acoustic properties of concrete panels with crumb rubber as a fine aggregate replacement. *Construction and Building Materials* 73 (2014) 195–204.

4. Bies D.A., Hansen C.H. *Engineering noise control, – theory and practice.* Spon Press; 2009.

5. Ekimov A., Sabatier J.M. Vibration and sound signatures of human footsteps in buildings. *J Acoust Soc Am* 2006;118(3):2021–768.

6. Hambric S.A. Structural acoustics tutorial—Part 1: vibrations in structures. *Acoust Today* 2006;2(4):21–33.

7. Blazier Jr. W.E., DuPree R.B. Investigation of low-frequency footfall noise in wood-frame, multifamily building construction. *J Acoust Soc Am* 1994;96(3):1521–32.

8. Kang, J., Fuchs, H.V. Predicting the absorption of open weave textiles and micro-perforated membranes backed by an airspace, *Journal of Sound and Vibration* 220 (5) (1999) 905–920.

9. Seddeq H.S. Factors influencing acoustic performance of sound absorptive materials. *Aust J Basic Appl Sci* 2009;3(4):4610–7.

Таранов Даниил Константинович

КЛАССИФИКАЦИЯ АКУСТИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Научный руководитель: к.т.н. Федюк Роман Сергеевич

Аннотация: К акустическому оружию относятся средства поражения, генерирующие слышимые, инфразвуковые и ультразвуковые волны направленного действия. Рассматривая воздействие акустического оружия на

организм человека, следует заметить, что оно весьма многообразно и охватывает широкий диапазон возможных последствий.

Ключевые слова: шум, звук, город, защита, акустика.

Слышимый спектр. С помощью акустических устройств достигают необходимого эффекта воздействия на живую силу двумя путями: за счет физического воздействия на слух при достаточно высоких уровнях звукового давления, а также за счет психологического воздействия при подборе соответствующей последовательности звуков или раздражающих шумов. Акустические пушки (например, LRAD, IMLCORPSC3600, MAHD-R, Wattre HS), генерируют сфокусированные звуковые волны [1]. Long Range Acoustic Device (LRAD) (рис. 1) изначально создавалась для защиты военных кораблей США от abordажных атак. Одно из первых успешных применений звуковой пушки относится к 2005 году - с ее помощью команда круизного лайнера «Seabourn Spirit» сумела защитить судно от пиратов. Акустические устройства также применяются в аэропортах для отгона птиц, которые могут попасть в турбину самолета. Рабочее звуковое давление различных моделей LRAD на дистанции поражения составляет от 136 до 162 дБ. В качестве сравнения часто приводят уровень звукового давления шума от работающих двигателей пассажирского лайнера, составляющий 120 дБ, звуковое давление, при котором повреждаются барабанные перепонки - 130 дБ. Диапазон рабочих частот, которые были выбраны для поражающего звукового сигнала, составляет от 2,1 до 3,1 кГц. Чаще всего применяется частота 2,5 кГц, при этом громкоговоритель способен создавать звуковой луч от 30-60°, что позволяет избирательно использовать систему. Модификации LRAD приведены в табл. 1.

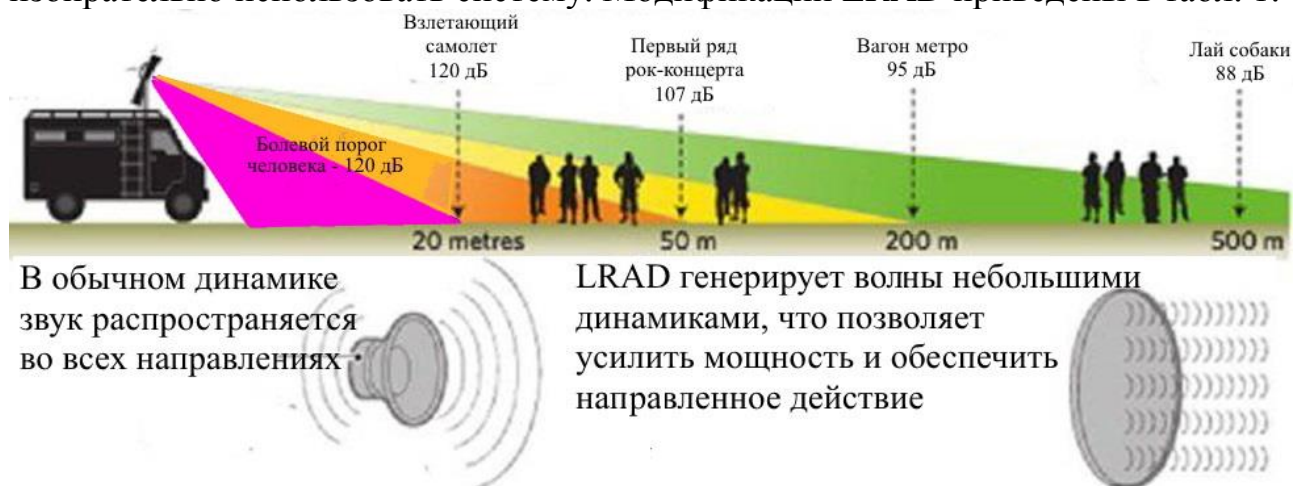








Рис. 1. Звуковая пушка Long Range Acoustic Device (LRAD)

Модификации LRAD

	LRAD 2000X	LRAD-LX	LRAD 1000	LRAD 500X	LRAD 300X	LRAD 100X
Модификация						
Мобильность	Стационарные		Стационарная / перевозимая грузовиком	Перевозимая грузовиком	Перевозимая средним автомобилем	Переносная
Громкость, дБ	162	153	153	149	143	137
Дальнобойность, м	8900	3000	3000	2000	1500	700

В Израиле разработана аналогичная система нелетального воздействия «Цаака» («Крик»). Создатели LRAD из American Technology Corporation разработали и более портативное звуковое оружие (рис. 2). «Ружье» размером с бейсбольную битку испускает «луч» мощностью около 140 децибел. Одного «выстрела» достаточно, чтобы на долгое время обезвредить любого мужчину. «Ружье» сейчас активно применяют группы захвата ФБР.



Рис. 2. Схема звукового ружья

В Центре исследований, разработки и обслуживания вооружений армии США (ARDEC) созданы устройств, генерирующие «акустические пули» – не

рассеивающиеся в пространстве мощные звуковые импульсы размером с волейбольный мяч, поражающие человека за сотни метров.

Такое устройство, как «Стреляющий мегафон», испускает звуковые импульсы частотой 2-3 тыс. Гц и мощностью 130-150 дБ [2]. Акустическое техническое средство нелетального воздействия ТСВ Inferno, разработанное ООО «Роникс», производит невыносимый звук, создавая звуковой барьер с уровнем звукового давления 127 дБ. Система SC3600, разработанная компанией IMLcorporation (США), принята на вооружение в США в рамках программы защиты военных объектов от террористических актов. Система представляет собой массив (2 ряда по 3 рупорных громкоговорителя), создающий звуковое поле на расстояниях до 2500 м с уровнем звукового давления 134 дБ на 1 м [3]. Непереносимую звуковую волну создает и отечественный выстрел «Свирель» для подствольных гранатометов.

Инфразвуковой спектр. Инфразвуковое оружие - оружие, использующее в качестве поражающего средства достаточно сильный инфразвук. В зависимости от силы инфразвукового воздействия результаты могут быть от возникновения у объекта чувства страха, ужаса или паники и психозов на их почве до соматических расстройств (от расстройств зрения до повреждения внутренних органов).

Оружием, работающем именно в инфразвуковом частотном диапазоне, являются устройства акустического воздействия на биологические объекты «Шепот», вмонтированные в щиты полицейских и бойцов Росгвардии, предназначенные для разгона демонстраций «путем дистанционного формирования инфранизкочастотных колебаний» (рис. 3). Как сообщают разработчики, в изделии применен бинарный нелинейно-параметрический метод воздействия на человека от двух излучателей, позволяющий получить требуемую эффективность при невысоких интенсивностях физических полей. Средняя величина акустического давления на расстоянии десять метров - 120 дБ в течении 30 секунд. То есть противник, на которого направлен узконаправленный пронзительный звук высокой частоты, получает болевой шок и на непродолжительное время теряет слух.



Рис. 3. Устройство акустического воздействия на биологические объекты «Шепот»

В Ираке применялись боевые инфразвуковые излучатели, ставшие безопасными для операторов. На нужное место направляют две волны с разных сторон, из разных установок. Волны сами по себе безобидны, но в месте их пересечения складываются в опасное излучение, вызывающее размывание зрения и спазмы внутренних органов, вплоть до физического уничтожения противника.

Еще один способ использования акустического оружия – щиты на дороге (рис. 4), испускающие инфразвук, которые легко заменяют баррикады.



Рис. 4. Щиты на дороге, испускающие инфразвук

Для разгона митинга в Тбилиси 7 ноября 2007 г. власти Грузии применили психотропное оружие – американский инфразвуковой генератор, вызывающий у людей чувство паники и психические расстройства. Генераторы были установлены на полицейских джипах и представляли собой шестиугольные щиты на подвижной стойке, издававшие резкий свист. Эти щиты, будучи направлены в сторону демонстрантов, обращали тех в бегство.

Известно, что определенные звуковые частоты вызывают в людях чувство страха и панику, другие – останавливают сердце. Частота в диапазоне 7-8 Гц вообще чрезвычайно опасно. Теоретически, такой, достаточно мощный, инфразвук может разорвать все внутренние органы. Частота инфразвука 7 Гц – это также средняя частота альфа-ритмов мозга. Может ли такой инфразвук вызвать эпилептические припадки, как полагают некоторые исследователи, неясно, так как эксперименты дают противоречивые результаты. Инфразвук на уровне 110-130 дБ оказывает негативное воздействие на органы желудочно-кишечного тракта, вызывает боль и тошноту, при этом высокие уровни беспокойства и расстройства достигаются при минутных экспозициях уже на уровнях от 90 до 120 дБ на низких частотах (от 5 до 200 Гц), а сильные физические травмы и повреждения тканей имеют место на уровне 140-150 дБ.

Мгновенные травмы, типа травм от воздействия ударных волн, происходят при звуковом давлении около 170 дБ. На низких частотах возбуждаемые резонансы внутренних органов могут вызвать кровотечение и спазмы, а в диапазоне средних частот (0,5-2,5 кГц) резонансы в воздушных полостях тела вызовут нервное возбуждение, травмы тканей и перегрев внутренних органов. В начале 1960-х годов NASA провело много опытов по воздействию мощного инфразвука на человека. Необходимо было проверить, как повлияет на астронавтов низкочастотный рокот двигателей ракеты. Оказалось, что низкие звуковые частоты (почти от нуля и до 100 Гц) при силе звука до 155 децибел производят колебания стенки грудной клетки, сбивающие дыхание, вызывают головную боль и кашель, искажение визуального восприятия.

Последующие исследования показали, что частота 19 Гц – резонансная для глазного яблока, и именно она способна не только вызвать расстройство зрения, но и видения, фантомы. Инженер Вик Тэнди (Великобритания) мистифицировал коллег призраком в своей лаборатории. Видения серых проблесков сопровождалось у гостей Вика чувством неловкости, ощущением холода, шевелением волос. Оказалось, что этот эффект воздействия звукового излучателя, настроенного на частоту 18,9 Гц.

Исторические примеры показывают, что естественный инфразвук может стимулировать агрессию и усиливать беспорядки. Инфразвук в старых замках может генерироваться коридорами и окнами, если скорость сквозняков в них и геометрические параметры помещений совпадают нужным образом.

Ветер также могут быть источником инфразвука. Возможно, что это объясняет связь роста числа психозов и безумий в определенных местностях с естественными явлениями (Мистраль в районе Роны или Сирокко в Сахаре). Инфразвук возникает вблизи ветряных электростанций, железнодорожных мостов, градирен, а также внутри автомобилей.

Можно привести и инфразвуковую гипотезу разгадки тайны Бермудского треугольника. Согласно этой гипотезе, морские волны генерируют инфразвук, вызывающий безумие экипажа или даже смерть людей, что приводит к гибели неуправляемого судна. Аналогичной гипотезой объясняется и легенда о «летучих голландцах» – невесть почему оставленных командой.

Ультразвуковой спектр. На высоких и ультразвуковых частотах (от 5 до 30 кГц) может быть создан их перегрев вплоть до смертельно высоких температур, ожоги тканей и их обезвоживание. На более высоких частотах или при коротких импульсах в результате кавитации могут образоваться пузырьки и микроразрывы тканей. Например, ультразвук высокой интенсивности (в диапазоне от 700 кГц до 3,6 МГц) вызывал повреждение кишечника и легких у мышей.

Для разгона плохо вооруженных толп, например, в Ираке, американцы применяют «верещалку» – металлическую коробку с мощным динамиком, создающую направленные звуковые волны частот, близких к ультразвуку. Звуковые волны складываются в ухе в пульсацию, неприятную для слуха и способную вызвать болевые ощущения, головокружение и тошноту, потерю ориентации в пространстве. Радиус эффективного воздействия «верещалки» составляет 700–800 метров.

Ультразвук, т.е. сверхвысокая частота, может вызвать у человека дискомфорт (при краткосрочном действии), головные боли, тошноту, раздражение (при продолжительном действии). Системы на основе ультразвука уже используются в ультразвуковых отпугивателях, системах предотвращения вандализма и асоциального поведения (например, модель AA76140). Фирма «Compound Security Service» создала прибор Mosquito, излучающий ультразвуковые неслышимые, но раздражающие людей звуки. Он предназначен для того, чтобы изгонять хулиганов из каких-либо мест, не применяя к ним рукоприкладства. Дальность действия 15–20 метров (рис. 5).



Рис. 5. Прибор Mosquito

Для создания акустического оружия пытаются активно применять микроволновый слуховой эффект (Microwave Auditory Effect). Этот эффект заключается в том, что под воздействием СВЧ-излучения внутри нашего черепа возникают звуки, и мы их слышим без каких-либо приборов. В 2004 году на основе эффекта компанией WaveBand Corporation была создана экспериментальная боевая система Mob Excess Deterrent Using Silent Audio (MEDUSA), т.е. «Мобильное превосходящее сдерживание с использованием безмолвного аудио». По описанию разработчиков, в результате воздействия MEDUSA в голове цели невидимый для окружающих луч СВЧ-излучения создает громкий звук, напоминающий крик, который продолжается пока

человек находится в зоне воздействия устройства. Звук нельзя прекратить, закрыв уши. Серийно устройство не выпускалось, данных о поставке опытных образцов в открытых источниках нет.

Защита от звука большой интенсивности. У акустического оружия существуют проблемы дозирования и восприимчивости, которые индивидуальны у разных людей. Подвергнутые воздействию звука одной и той же интенсивности, одни из них могут лишиться слуха, в то время как другие претерпят лишь временный сдвиг порога слышимости. Практически все специалисты сходятся в том, что вследствие довольно высокой уязвимости слухового аппарата, необходимо, прежде всего, обеспечивать его защиту. Для защиты барабанной перепонки уха могут быть использованы резиновые наушники или простейшие «затычки», перекрывающие вход в звуковой канал, которые способны уменьшить силу звука на 15–45 децибел при частотах порядка 500 Гц и выше. При этом оказывается, что при более низких частотах (ниже 250 Гц) наушники менее эффективны. Для предохранения от воздействия импульсного звука на уровне 160 децибел и выше целесообразным является сочетание наушников и звукопоглощающего шлема, которое будет довольно эффективным в диапазоне 0,8–7 кГц, обеспечивая снижение давления звука на 30–50 децибел. Более сильное ослабление звука наружной защитой не обеспечивается. Гораздо более сложной задачей является защита всего тела человека. Это возможно обеспечить путем создания герметизированных камер или оболочек, которые должны обладать достаточной жесткостью, чтобы они не вибрировали и не передавали колебания внутрь. Для создания защиты могут использоваться пористые и звукопоглощающие материалы.

Полностью загерметизированный бронированный транспорт обеспечивает эффективную защиту от звуковых излучений низкой частоты. Обычный дорожный транспорт, не имеющий надежной изоляции, может пропускать внутрь низкочастотные колебания. При проникновении низкочастотного звука через щели и окна здания может возникнуть высокое внутреннее давление в результате комнатного резонанса. Это может возникнуть при использовании источника звука с переменной частотой. Явление резонанса может быть использовано при осаде здания, в котором находятся террористы. Если используются высокие частоты, то металлические покрытия, стены и окна могут обеспечивать значительное ослабление звука. В заключение следует подчеркнуть, что в отношении поражающего действия акустического оружия имеется еще немало «белых» пятен, научно-технический анализ которых еще ждет своих исследователей.

Список литературы:

1. Козлов С., Львов Д. Обзор технических средств активного противодействия вторжениям на объекты различной категории // Безопасность. Достоверность. Информация. № 3–4 (84) 2009. С. 30-35.
2. Войновский Е.А. Оружие нелетального действия (клиника, первая помощь, специализированная медицинская помощь) // Сборник докладов и каталог участников Международной научно-практической конференции «Спецсредства нелетального действия». 2012. С. 90.
3. Селиванов В.В., Левин Д.П. Возможности применения акустических средств нелетального действия в операциях по правопринуждению // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Машиностроение». 2009. № 2. С. 110.

Таранов Даниил Константинович

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВУКОПОГЛОЩЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Аннотация: Подвесные поглотители более эффективны, чем закрепленные непосредственно на стенах. В случае укрепленных на ограждающих поверхностях поглотителей улучшается только звукопоглощение, но не обеспечивается снижение уровня звука. Применение подвесных поглотителей достаточно исследовано. Однако, как перфорированные, так и плитные поглотители рассчитаны для применения внутри помещений, что значительно снижает защитные свойства от внешних акустических воздействий.

Ключевые слова: шум, звук, город, защита, акустика.

Схематичная классификация материалов-звукопоглотителей по принципу действия представлена на рис. 1.

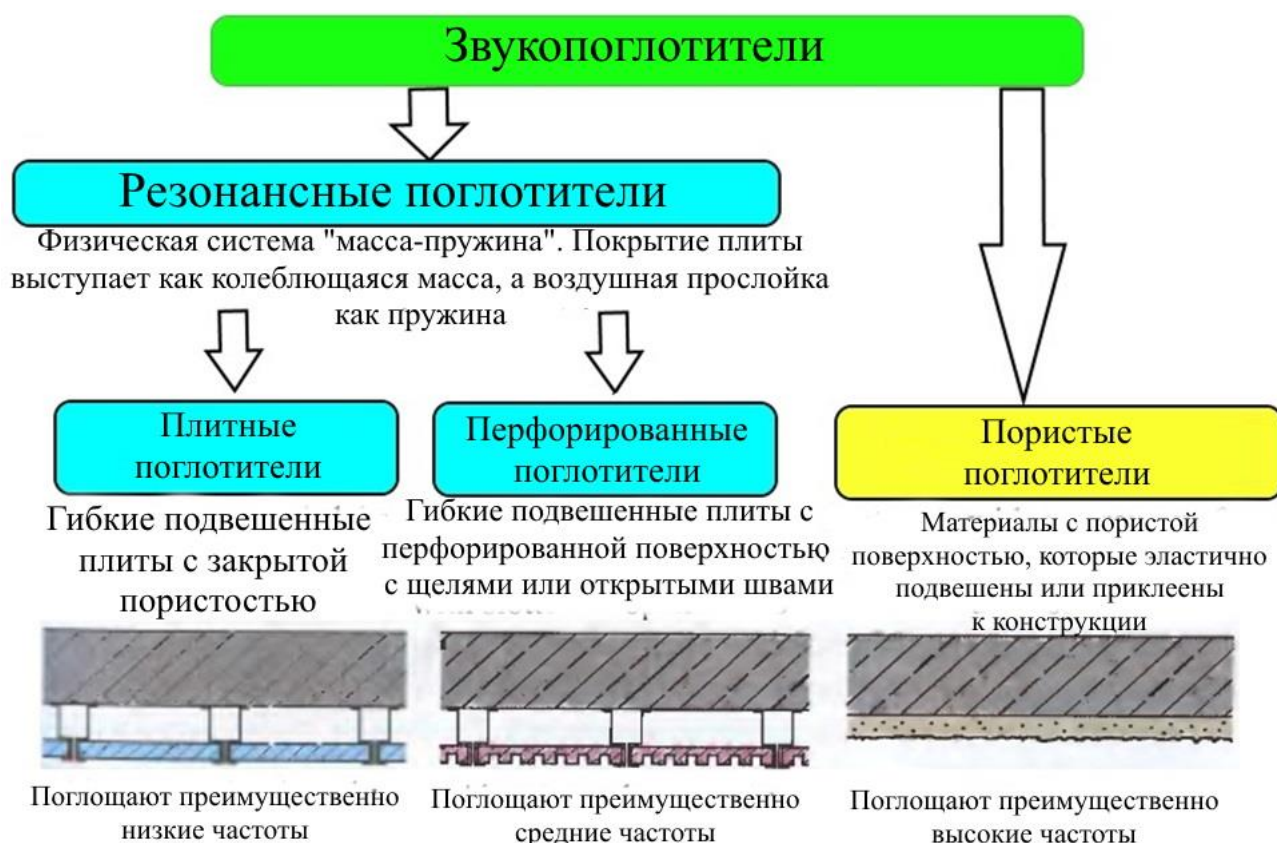


Рисунок 1. Схематичная классификация звукопоглотителей по принципу действия

Пористые поглотители действуют эффективно только тогда, когда имеют открытые поры. Материалы с закрытой пористой структурой, как, например, пенополистирол, не подходят для звукопоглотителей. Величина, количество и распределение (равномерное или неравномерное) пор, а также сечение и связь между порами являются определяющими для коэффициента звукопоглощения.

Величину звукопоглощения определяет вид пор на поверхности материала и характер пористости внутри его [1-2]. Поры классифицируют следующим образом: закрытые, открытые, замкнутые и сообщающиеся. В своей работе [3] предложено разделять поры на акустически активные и акустически пассивные. Этот признак классификации пор основан на физических явлениях гашения звуковых волн в высокопористых материалах. Согласно данной классификации, к акустически активным относятся открытые поры с размерами, соизмеримыми с длиной звуковой волны.

Звукоизоляция конструкции с одним жестким слоем зависит от плотности и изгибной жесткости материала, частоты звука, а также от неплотностей (например, открытые швы). Изгибная жесткость зависит от вида материала (например, бетон более жесток на изгиб, чем дерево) и толщины слоя.

Рассеивание энергии акустических колебаний в пористых материалах с выделением тепла (звукопоглощение материалов) имеет несколько причин. Во-

первых, из-за вязкости воздуха, которого в порах содержится достаточно много, колебание воздушных частиц во внутреннем объеме поглотителя сопровождается трением. Во-вторых, присутствует трение воздуха о стенки открытых протяженных пор, имеющих также существенную суммарную площадь поверхности. Поэтому на средних и высоких частотах происходит особенно эффективное звукопоглощение. На низких частотах добиться его труднее.

В классических (феноменологических) моделях сначала измеряются акустические параметры (например, удельное сопротивление потока, извилистость пор), а затем выводятся уравнения распространения.

Наиболее простой моделью пористой среды является модель, предложенная Рэлеем в виде набора цилиндрических капилляров, расположенных по нормали к поверхности [2]. В результате применения теории Кирхгофа о распространении звука в трубах с учетом влияния вязкости и теплопроводности в граничном слое у стенок капилляра были получены выражения для волнового сопротивления и постоянной распространения. Несмотря на четкую физическую интерпретацию процесса распространения звуковых колебаний в пористой среде, теоретические формулы не подтверждаются экспериментально. Поэтому авторами было сделано предположение о том, что основным недостатком теории Рэлея является несоответствие формы поры в материале цилиндрическим капиллярам матрицы [1].

Некоторая ограниченность модельного представления Рэлея была отчасти преодолена Аттенборо, который сделал попытку установления количественной связи между волновыми параметрами и физическими величинами, явно или косвенно характеризующими макроструктуру пористого поглотителя [2].

К этим величинам может быть отнесен структурный фактор (характеристика) k_s , описывающий влияние формы поры и расположения её относительно нормали к поверхности материала на распространение звуковой волны в среде, приводящее к кажущемуся увеличению плотности воздуха в поре по сравнению с плотностью свободного воздуха, а также на удельное сопротивление продуванию переменным потоком, зависящее от частоты звука.

Так как в среде с внутренним трением скорость распространения процесса описывается комплексной величиной, то и сама постоянная распространения может быть выражена в комплексной форме [1]:

$$J = \alpha + j\beta$$

где α - показатель затухания амплитуд ρ_0 и v_0 , см^{-1} , β - фазовая постоянная, см^{-1} , которая показывает частоту и скорость распространения колебаний.

Как было доказано ранее, повышение звукопоглощения достигается в том числе и снижением плотности материала. Легкими бетонами называют все виды бетонов, имеющие среднюю плотность в воздушно-сухом состоянии от 200 до 2000 кг/м³. В строительстве используют главным образом легкие бетоны с крупностью пористого заполнителя (искусственный - керамзит, аглопорит, перлит, шлаковая пемза, и естественный - туф, пемза) до 20...40 мм, однако применяют и мелкозернистые легкие бетоны. Для снижения плотности бетона без уменьшения его прочности целесообразно применять высокоактивные вяжущие вещества.

Легкие бетоны в силу своей высокой пористости менее морозостойки, чем тяжелые, но достаточно морозостойки для применения в стеновых и других конструкциях зданий и сооружений. Хорошую морозостойкость легких бетонов можно получить, применяя искусственные пористые заполнители, обладающие низким водопоглощением, например, керамзит, а также путем поризации цементного камня. Повышают морозостойкость легких бетонов также введением гидрофобизирующих добавок.

Ячеистый бетон (пенобетон, газобетон) - вспененный материал низкой плотности и сравнительно низкой прочности, изготовленный из цемента и (или) извести, кремнеземсодержащего материала (песок, шлак, зола-уноса), вода, мелкий заполнитель и пенообразователь (газообразователь) образуют однородную ячеистую структуру воздушных пустот. Процесс образования пузырьков в ячеистых бетонах делится на две группы: механическое вспенивание (пенобетоны) и химическое газообразование (газобетоны). В пенобетоне воздушно-поровая система создается в ходе механического вспенивания путем смешивания смеси раствора и пены, создаваемой путем разбавления жидкого вспенивающего агента водой в заранее определенной пропорции через пеногенератор (рис. 1).

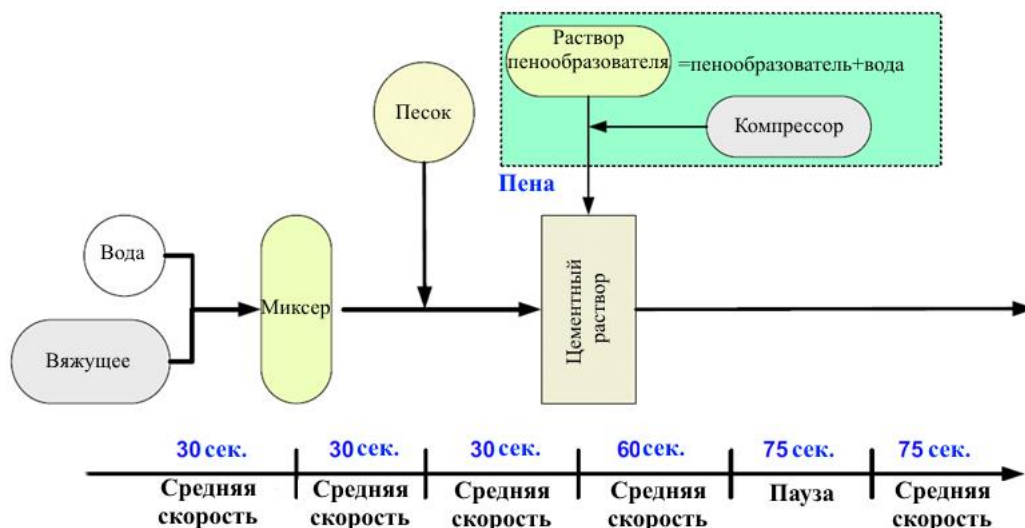


Рис. 2. Получение пенобетона

В пенобетоне смесь представляет собой однородную структуру, которая содержит небольшие пузырьки воздуха, не связанные между собой, размер которых в уже отвержденных элементах имеет диаметр от 0,1 до 1,0 мм с почти сферической формой. Структура этих ячеек определяет физические свойства материала, малый вес, низкую теплопроводность, высокую устойчивость к огню, низкую прочность на сжатие и низкое сопротивление замерзанию благодаря размеру и распределению пор. Существует несколько методов для достижения пористости в ячеистых бетонах: химические агенты, которые включают воздух в ступке, пенообразователи, которые добавляются в смесь, или вакуумное отверждение, которое создает поры из-за внутренних напряжений, генерируемых в пасте. Какой бы способ производства, в случае пенобетона, проблема заключается в том, как уловить воздух и равномерно распределить его по массе. При использовании предварительно сформированной пены пена должна быть очень стабильной, чтобы она не растворялась. При смешивании добавка должна задерживать воздух (инкапсулировать) и обеспечивать его равномерное распределение.

Для газобетонов реакция между алюминиевым порошком и гидроксидом кальция из цементного (известкового) пасты приводит к образованию газообразного водорода в смеси, и, таким образом, в матрице образуются микроскопические пузырьки (рис. 3).

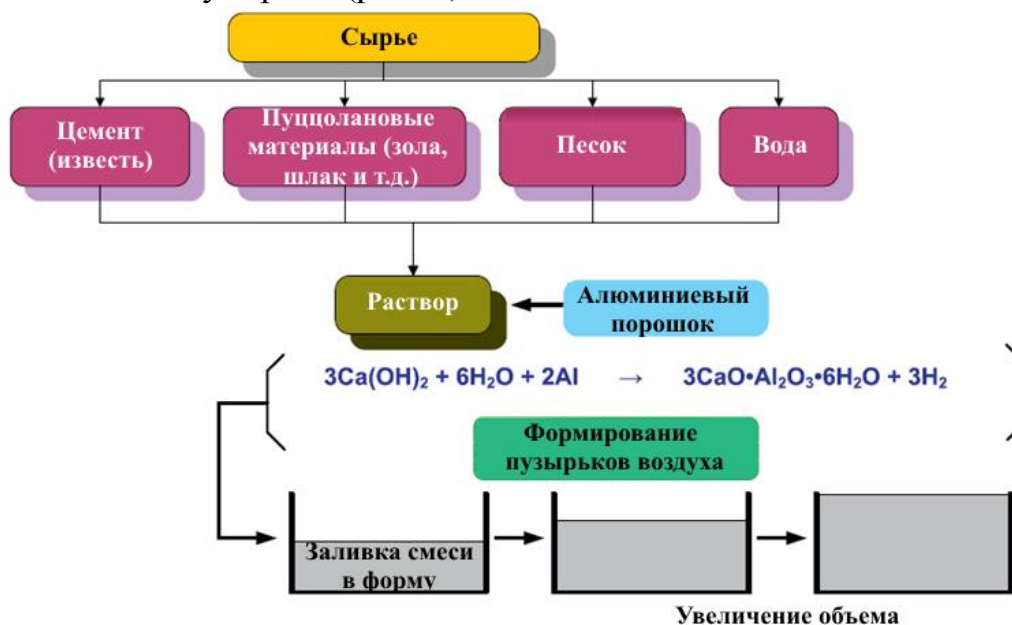


Рис. 3 – Получение газобетона

При этом, согласно [4], при соотношении алюминиевой пудры до 0,15% наблюдается интенсивное снижение плотности смеси, при содержании более 0,15% - плотность увеличивается. Это связано с тем, что не все частички алюминиевой пудры прореагировали с $\text{Ca}(\text{OH})_2$ при газообразовании они


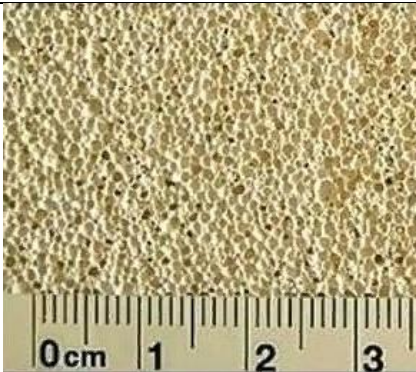
остаются в порах, тем самым увеличивают плотность смеси, а также отрицательно действуют на прочность полуфабриката.

Для связывания алюминия применяется гипс. Однако, при совместном применении гипса и цемента стоит учитывать особенности их взаимодействия. Гипс вызывает быстрое ускорение схватывания и твердения цемента на начальных сроках, однако впоследствии может привести к полному разрушению материала в результате образования гидросульфоалюмината кальция – этtringита, который в присутствии повышенных дозировок гипса сильно увеличивается в объеме и разрушает цементный камень [5]. Механизм действия гипса на сроки схватывания цемента заключается в понижении растворимости безводных алюминатов кальция в растворе CaSO_4 и в образовании пленок гидросульфоалюмината кальция на поверхности зерен цемента. Сроки схватывания цемента, а отсюда и требуемая добавка гипса, зависят от его минералогии (точнее, от содержания в цементе трехкальциевого алюмината C_3A) и концентрации извести CaO в начальной стадии гидратации.

Сравнительная характеристика пенобетонов и газобетонов приведена в табл. 1.

Таблица 1.

Сравнительная характеристика пенобетонов и газобетонов

Параметр	Пенобетон	Газобетон
Структура		
Пористость	закрытая	открытая
Коэффициент теплопроводности, $\text{Вт/м}^\circ\text{C}$	0,10-0,14	0,09-0,38
Паропроницаемость, $\text{мг/м}\cdot\text{ч}\cdot\text{Па}$	0,2	0,2
Водопоглощение, мас. %	20-25	10-16
Морозостойкость, не менее	50 циклов	25 циклов

Для повышения прочности матрицы ячеистых бетонов пользуются классическими приемами: снижение водоцементного отношения, повышение активности вяжущего, применение тонкодисперсных минеральных модификаторов, совершенствование и разработка новых методов получения пенобетонных смесей. Затвердевшая поровая структура ячеистых бетонов представляет собой тонкие слои. В работе [5] авторы констатируют ограниченность применения классической технологии приготовления ячеистого бетона в достижении оптимальной структуры, основанной на использовании всего двух компонентов: цемента и наполнителя. Совершенствование поровой структуры ячеистых бетонов не дает улучшения теплофизических свойств, так как коэффициент теплопроводности при температуре до 30–40°C зависит от толщины теплового пограничного слоя, и до температуры 100°C размер пор очень слабо влияет на него. В работе [6] показано, что чем больше плотность материала, тем меньшее влияние оказывает размер пор на коэффициент теплопроводности. При увеличении плотности и размера пор теплопроводность материала увеличивается. С другой стороны, поровая структура предопределяет физико-механические свойства и долговечность материала. В исследовании [7] показано, что прочность ячеистого бетона не зависит от прочности материала межпоровых перегородок, а определяется их толщиной, конфигурацией и протяженностью.

В настоящее время производство ячеистых бетонов основано на автоклавном способе тепловой обработки, где прочность изделий обусловлена высокой закристаллизованностью продуктов гидратации цемента в межпоровой перегородке. Однако данное производство характеризуется высокими затратами тепло- и электроэнергии. Поэтому повышается интерес к неавтоклавным ячеистым бетонам, вследствие более низких экономических затрат на производство. Основным недостатком неавтоклавного газобетона является низкая степень закристаллизованности первичных продуктов гидратации цемента, а также значительных количеств гидроалюминатов кальция, образующихся при взаимодействии алюминиевой пудры и гидроксида кальция. Это в значительной мере снижает прочностные свойства газобетона, а также увеличивает его усадочные деформации в процессе эксплуатации.

Недостатки неавтоклавных ячеистых бетонов:

1. Неоднородность изделий по плотности, что обуславливает значительные вариации других свойств, в первую очередь прочностных показателей и теплопроводности.

2. Значительные усадочные деформации на ранних стадиях твердения, в основе которых лежит высокое содержание воды в минеральной матрице, а также контракционные процессы при твердении и карбонизация материалов в

конструкции. Усадка, происходящая в уже сформированной и зачастую оштукатуренной кладке из блоков, приводит к созданию значительных напряжений, появлению трещин и других дефектов конструкции.

Способ удаления избыточной влаги за счет формирования внутреннего напряженного состояния был разработан в МИСИ (МГСУ) под руководством проф. В.Н. Сокова и получил название «самоуплотняющиеся массы». Этот способ предполагает создание значительных внутренних давлений, что позволяет удалять избыток формовочной влаги и формировать плотную и прочную минеральную матрицу.

Автоклавный ячеистый бетон имеет более высокую прочность и меньшие на 15-25% усадочные деформации, чем неавтоклавный. Однако производство неавтоклавного ячеистого бетона менее затратно, чем автоклавного, в первую очередь за счёт снижения энергозатрат на тепловую обработку, что в условиях повышения цен на топливо является одним из важных факторов, определяющих эффективность производства.

Таким образом, неавтоклавные пенобетоны и газобетоны имеют потенциал для применения в качестве конструкционно-звукоизоляционных материалов в строительстве.

Список литературы:

1. Осипов Г.Л. Звукоизоляция и звукопоглощение: учебное пособие / Л.Г. Осипов, В.Н. Бобылев, Л.А. Борисов - М.: ООО «Издательство АСТ», 2004. - 450 с.
2. Соломатов, В.И. Вибропоглощающие композиционные материалы / В.И. Соломатов, В.Д. Черкасов, Н.Е. Фомин // Саранск: Изд-во Мордовского университета. - 2001. - 95 с.
3. Румянцев, Б.М. Технология декоративно-акустических материалов: учебное пособие / Б.М. Румянцев.- М.: Стройздат. - 2010. - 184 с.
4. Woodside, A.R., et al. The Optimization of Porous Asphalt Road Surfaces to Maximise Sound Absorption”, *Internoise*: Fort Lauderdale, FL, 1999.
5. Pitre, J.G. Improving the sound absorbing capacity of portland cement concrete pavements using recycled materials. Thesis for the Degree of Master of Science in Civil Engineering. 2007. University of New Hampshire.
6. Митина Н.А. Получение прочного неавтоклавного газобетона путем регулирования состава и свойств исходных смесей: автореф. дисс. ...к.т.н. 05.17.11. – Томск, 2003. – 20 с.
7. Коровяков В.Ф., Научно-технические предпосылки эффективного использования гипсовых материалов в строительстве / В.Ф. Коровяков, А.Ф. Бурьянов // Жилищное строительство. – 2015. – № 12. – С. 38–40.

Маковкин Александр Александрович

АКУСТИКА ЗДАНИЙ И ИХ КОНСТРУКЦИЙ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Научный руководитель: Муталибов Забур Алаудинович

Аннотация: Вообще, характеристики звука настолько многогранны, что их приходится упрощать и классифицировать.

Ключевые слова: шум, звук, город, защита, акустика.

Общие соображения относительно сохранения акустической энергии (рис. 1) дают нам классическое соотношение

$$E_i = E_r + E_e$$

где E_i – энергия звука, падающего на ограждающую конструкцию; E_r – энергия отраженного звука; E_e включает как прохождение, так и поглощение звуковой энергии. Коэффициент поглощения звука α определяется как отношение поглощенной энергии к падающей энергии, а также он может быть определен как отношение всей неотраженной энергии к падающей энергии:

$$\alpha = 1 - \frac{E_r}{E_i}$$

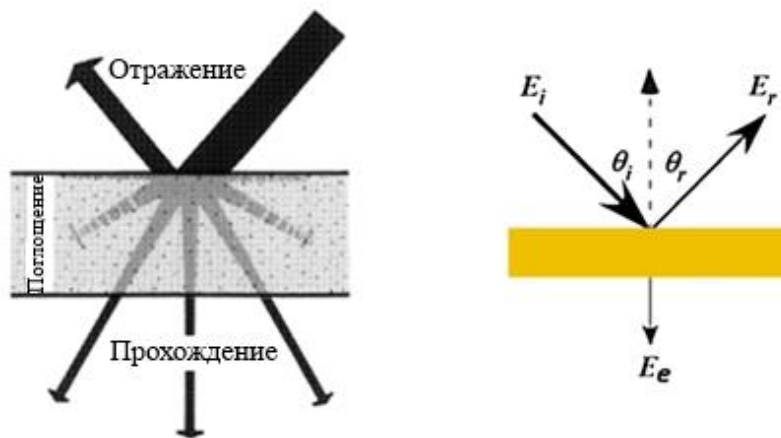


Рис. 1. Сохранение акустической энергии

Коэффициент акустического поглощения (α), считается ключевым параметром для оценки способности поглощать звук в бетоне. Коэффициент акустического поглощения варьируется от 0,0 до 1,0, где 0 обозначает идеальный звукоотражающий материал, а 1 - идеальный звукопоглощающий материал. Общеизвестно, что коэффициент акустического поглощения бетона плотностью 2000-2400 кг/м³ варьируется от 0,05 до 0,1 [1-4].

Представление коэффициента акустического поглощения как единого значения затруднительно. Связано это с тем, что α для одного и того же образца принимает различные значения для каждой частоты звука. В качестве упрощения применяются деление слышимого спектра частот на октавы (с дальнейшим делением на 1/3 октавы), а также, например, такие характеристики как коэффициент шумоподавления Noise reduce coefficient (NRC) и среднее значение звукопоглощения Sound absorption average (SAA). NRC является одним из самых простых методов, которым можно оценить как средний арифметический коэффициент звукопоглощения на частотах 250, 500, 1000 и 2000 Гц. Аналогично, SAA - это среднее арифметическое значение коэффициентов акустического поглощения на двенадцати 1/3 октавных частотах в диапазоне от 200 до 2500 Гц согласно ASTM C423-17. В связи с тем, что NRC рассчитывается с использованием только четырех точек данных; тогда как SAA рассчитывается с использованием 12 точек данных (200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500), то SAA является более адекватным, чем NRC, для описания акустических характеристик.

Вообще, характеристики звука настолько многогранны, что их приходится упрощать и классифицировать. В частности, J.Y. Jeon с коллегами [5] составили классификацию ударных шумов по тяжелому полу в многоквартирных домах с использованием равной интервальной шкалы. 33 различных ощущения, от «в помещении тихо» до «в помещении невозможно находиться», были проанализированы и соответственно помещения были поделены на 7 классов.

Под реверберацией понимают наличие постепенно затухающего в закрытом помещении звука вследствие повторных отражений после прекращения звучания. Время реверберации в зависимости от вида помещений и частот составляет 0,2...2 с. Звукопоглощающие материалы способны обеспечивать требуемую продолжительность реверберации в помещениях различного назначения, причем коэффициент звукопоглощения, измеренный в диффузном поле (в реверберационной камере при непосредственном размещении материала или изделия на жестком основании) в частотных полосах 125...500, 500...2000 и 2000...8000 соответственно не ниже 0,2; 0,4 и 0,6. Диффузное поле подразумевает, что давление в каждой точке одинаково.

Стены реверберационной камеры выполняются из железобетона, облицованного изнутри покрытием, например, мраморными плитами, обеспечивающим высокое отражение звука. Для обеспечения диффузности звукового поля реверберационные камеры выполняются неправильной формы, и в них устанавливаются отражатели в виде пластин, размеры которых сравнимы с длиной исследуемых звуковых волн. Для снижения уровня помех в них реверберационные камеры выполняются в виде коробки, установленной на

амортизаторах на отдельном фундаменте, и имеют вторые обычные строительные стенки.

Звукопоглощающие материалы применяют для равномерного распределения уровней полезного сигнала по площади в данном помещении, а также для предотвращения распространения звука вдоль длинных помещений.

Акустические свойства бетона зависят от ряда тех же факторов, что и теплопроводность. Звукопроницаемость бетона находится в прямой связи с объемным весом. Объемный вес бетона, удовлетворяющего акустическим требованиям, находится в пределах от 600 до 1200 кг/м³. Наилучшими звукопоглощающими свойствами при этом обладают мелкозернистые бетоны, имеющие открытую пористость. Получение открытой пористости в бетоне достигается использованием однофракционных песков крупностью до 3-5 мм из легких пористых материалов: пемзы, шпаков, керамзита, перлита и ограниченным количеством вяжущего вещества, при котором цементное тесто только тонким слоем покрывает зерна заполнителей, оставляя свободными пустоты между ними.

При выборе сырьевых компонентов для производства бетона также необходимо подбирать материалы с пониженной плотностью, способные гасить звуковую волну. В частности, при выборе фибры, одну из самых низких плотностей имеет полипропилен (рис. 2).

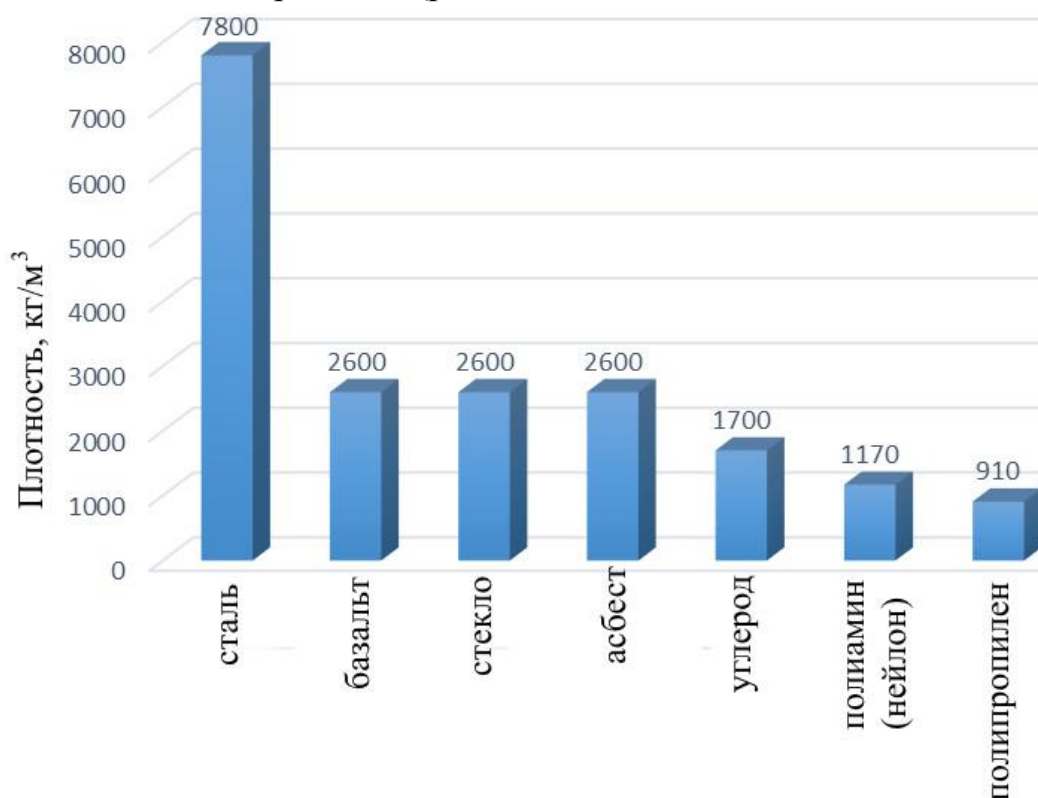


Рис. 2. Плотности материалов различных фибр

Применение полипропилена позволяет на 60-90% сократить риск трещинообразования во время пластической усадки смесей, что важно для неавтоклавных ячеистых бетонов.

Список литературы:

1. Шахова Л.Д. Сопоставление расчетных экспериментальных значений теплопроводности пенобетонов / Л. Д. Шахова, Е. С. Чернослитова, В. Д. Гончаров // Строительные материалы. – 2007. – № 8. – С. 36–37.

2. Мартынов В.И. Анализ структурообразования и свойств неавтоклавного пенобетона / В. И. Мартынов, В. Н. Выровой, Д. А. Орлов // Строительные материалы. – 2005. – № 1. – С. 48–49.

3. Дашицыренов Д. Д. Эффективный пенобетон на основе эффузивных пород / Д. Д. Дашицыренов, М. Е. Заяханов, Л. А. Урханова // Строительные материалы. – 2007. – № 4. – С. 50–51.

4. Леви Ж.П. Легкие бетоны. Приготовление – свойства – применение / Ж.П. Леви; пер. с франц. и ред. М.П. Элинзона и И.А. Якуб. – М.: Госстройиздат, 1958. – 147 с.

5. Jeon J.Y., Hong J.Y., Kim S.M., Lee P.J.. Classification of heavy-weight floor impact sounds in multi-dwelling houses using an equal-appearing interval scale. Building and Environment 94 (2015) 821-828.

Маковкин Александр Александрович

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ СМЕСЕЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Научный руководитель: Муталибов Забур Алаудинович

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 [61]. 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 отчужденных 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:

$$K = (CaO + MgO + Al_2O_3)/(SiO_2 + MnO).$$



Рис. 1. Золошлаковые отходы Приморской ГРЭС, применяемые в диссертации

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		Самоотвердеющий	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.

Маковкин Александр Александрович

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕНОБЕТОНОВ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия
Научный руководитель: Муталибов Забур Алаудинович

Аннотация: В отличие от тяжелого бетона, где прочность при сжатии регулируется водоцементным отношением, пенобетон очень чувствителен к колебаниям водосодержания, поэтому В/Ц в пенобетоне не может быть использовано для контроля прочности при сжатии.

Ключевые слова: пенобетон, фибра, строительство, материаловедение.

Если воды в пенобетонной смеси недостаточно для обеспечения начала гидратации цемента, то вяжущее начинает забирать воду из пены, тем самым приводя ее к быстрой коалесценции. Если же воды слишком много, то имеет место сегрегация, приводящая к большим перепадам по плотности. Вопрос об оптимальном водоцементном отношении для пенобетонов является одним из основных вопросов, определяющих характеристики материала, поэтому варьирование В/Ц – это как поиск компромисса между плотностью и прочностью. Введение дисперсных микронаполнителей (золы) приводит к бронированию пузырьков в смеси. При этом малая концентрация наполнителя не обеспечит полное покрытие поверхности поровой пленки, что приведет в будущем к ее разрушению; высокая концентрация приведет к формированию кластеров в межпоровых перегородках и дальнейшему их разуплотнению. Очевидно, что частицы золы, обладая развитой поверхностью ввиду высокой дисперсности, будут осуществлять обозначенные функции. При этом свободная жидкость, присутствующая в системе, перераспределится по поверхности твердых частиц в виде сольватных оболочек, не скапливаясь в одном месте. В результате будет сформирована «арочная» каркасная пористая структура, стабильная в условиях гравитационного воздействия в длительный период. Кроме того, полидисперсность твердой фазы многокомпонентной матрицы ячеистого композита, состоящая из цемента и золы, обеспечит формирование плотнейшей упаковки частиц в межпоровом пространстве и упрочнение массива в целом [1-2].

В процессе связывания воды при гидратации цемента и ее частичного испарения площадь контакта дисперсных частиц сильно увеличивается, что

приводит к формированию своеобразных кластеров в виде разноразмерных скоплений неправильной формы. Очевидно, что силы сцепления сходных по размеру частиц, близких к шарообразным, отличаются от аналогичного показателя между дисперсными частицами и волокнистыми протяженными структурами (фиброй). Это означает, что введение фибры в пенобетонную смесь приведет к кластеризации дисперсных частиц по ее поверхности с формированием своеобразных стереорегулярных структур, обеспечивающих уплотнение межпоровых перегородок материала и увеличение агрегативной устойчивости системы в целом.

Одним из наиболее эффективных способов повышения стабильности и управления агрегативной устойчивостью пенобетонных смесей, а также ускорения способов их структурообразования является армирование дисперсными синтетическими волокнами (фибрами). При этом происходит снижение усадочных деформаций в несколько раз, что существенно улучшает эксплуатационные свойства дисперсно-армированных пенобетонов. Повышение агрегативной устойчивости смеси в период преобладания вязких связей между компонентами способствует уменьшению количества дефектов структуры в затвердевших бетонах благодаря введению в пенобетонную смесь – зернистую дисперсную систему – синтетических волокон, играющих роль протяженных поверхностей раздела фаз. При дисперсном армировании пенобетонных смесей полипропиленовыми волокнами в период раннего структурообразования будет наблюдаться повышение агрегативной устойчивости смесей за счет более существенного, нежели в пенобетонных смесях, снижения избыточной межфазной энергии. Очевидно, что фибра – мощный структурообразующий компонент, регулирующий газоудерживающие свойства межпоровых перегородок в период раннего структурообразования.

Список литературы:

1. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю., Ибрагимов Д.И. Наружные железобетонные стеновые ограждения с применением несъемной опалубки из пенополистирола // Молодежь и научно-технический прогресс Материалы региональной научно-практической конференции: электронный ресурс. 2013. С. 220-222.

2. Федюк Р.С., Мочалов А.В., Ильинский Ю.Ю., Ибрагимов Д.И. Энергетическая эффективность в строительстве как критерий экологической безопасности // Современное естествознание и охрана окружающей среды. Труды Международной молодежной конференции. 2013. С. 132.

Тимохин Роман Андреевич

ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СТАНЦИЙ И ПЕРЕХОДОВ МЕТРОПОЛИТЕНОВ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация: В настоящее время интенсивно происходят процессы урбанизации и роста городов. Они характеризуются значительными рисками поражения населения в результате природных и техногенных катастроф. Многие из них можно полностью или частично решить путем использования подземных объектов в качестве транспортных коммуникаций.

Ключевые слова: горное дело, метрополитен, строительство, станция.

На март 2019 года в мире насчитывается 188 систем метрополитена в 175 городах 56 стран. Первым метрополитеном стал Лондонский, открытый в 1863 году и впервые электрифицированный в 1890 году. Он же является самым старым в мире. Самым длинным является Шанхайский метрополитен, а самым загруженным - Пекинский. По количеству станций лидирует Нью-Йоркский метрополитен (табл. 1).

Таблица 1.

Статистика мировых метро

№ п/п	Город	Общая длина, км	Количество линий	Количество станций	Годовой пассажиропоток, млн. чел
1	Шанхай (Китай)	676	16	413	3537,6
2	Пекин (Китай)	628	21	391	3777,9
3	Гуанчжоу (Китай)	436,7	13	232	2802,6
4	Лондон (Великобритания)	402	11	270	1378
5	Нью-Йорк (США)	394	27	472	1727,3
6	Москва (Россия)	397,3	15	232	2442,4
7	Нанкин (Китай)	377	10	159	977,4
8	Дели (Индия)	343,4	9	250	926,1

№ п/п	Город	Общая длина, км	Количество линий	Количество станций	Годовой пассажиропоток, млн. чел
9	Сеул (Корея)	341,5	9	315	2856,5
10	Ухань (Китай)	318,3	9	216	926,8
11	Чунцин (Китай)	311,8	8	181	743,1
12	Токио (Япония)	304,1	13	291	3713,6
13	Мадрид (Испания)	293	13	301	626,4
14	Шэньжэнь (Китай)	286,2	8	198	1654,4
15	Чэнду (Китай)	226,6	6	171	782,1
16	Мехико (Мексика)	226,5	12	195	1605
17	Тяньцзинь (Китай)	216,7	6	155	351,6
18	Париж (Франция)	214	16	302	1518,6
19	Сингапур	199,6	5	119	1139,5
20	Вашингтон (США)	188	6	91	229,6
21	Сан-Франциско (США)	174,8	5	45	129,3
22	Гонконг (Китай)	174,7	11	93	1767,1
23	Циндао (Китай)	169,4	2	82	65,7
24	Тегеран (Иран)	168,5	5	108	717
25	Чикаго (США)	165,4	8	145	230,2
26	Далянь (Китай)	153,5	4	69	157,2
27	Берлин (Германия)	151,7	10	173	563
28	Барселона (Испания)	150,3	12	183	452,4
29	Валенсия (Испания)	146,4	9	137	62,6
30	Куала-Лумпур (Малайзия)	142,5	5	104	182
31	Сантьяго (Чили)	140	7	136	685,1
32	Пусан (Корея)	139,9	5	135	358

№ п/п	Город	Общая длина, км	Количество линий	Количество станций	Годовой пассажиропоток, млн. чел
33	Линии «Korail» в Сеульском столичном регионе (Корея)	133	5	81	415,6
34	Тайбэй (Китай)	131,1	5	117	746,1
35	Осака (Япония)	129,9	8	123	870,4
36	Сиань (Китай)	126,6	4	94	605,3
37	Сучжоу (Китай)	118,9	3	97	248,2
38	Санкт-Петербург (Россия)	118,6	5	69	726,5
39	Ханчжоу (Китай)	117,3	3	83	339,9
40	Стамбул (Турция)	115,3	6	89	384,9
41	Гамбург (Германия)	106,1	4	92	242,5
42	Нижний Новгород (Россия)	21,6	2	15	27,6
43	Новосибирск (Россия)	15,9	2	13	80,2
44	Екатеринбург (Россия)	12,7	1	9	48,9
45	Самара (Россия)	11,6	1	10	14,1
46	Казань (Россия)	16,9	1	11	26,3

Из всей структуры метрополитенов в качестве защитных сооружений могут быть рассмотрены следующие [1-4]:

1. Станции и вестибюли.
3. Переходы между станциями (узлы).

Большой интерес представляет не величина пассажиропотока, а планировочные решения станций – площадь, ярусность, глубина заложения - у поверхности, заглубленные, построенные подземным способом. Число выходов, чем оборудованы – лестницы, эскалаторы, их длина, наличие защитных устройств – шлюзы, гермоворота и т.д.

Одноплатформенные станции. К этому типу станций могут относиться только станции с одной островной платформой, обслуживающей два пути (рис. 2, а). Одноплатформенными являются почти все станции метрополитенов РФ и Берлинского метрополитена, многие станции Парижского метрополитена, а

также часть станций Лондонского, Нью-Йоркского и других метрополитенов мира. Станции с островной платформой просто и удобно сообщаются с поверхностью и могут быть хорошо архитектурно оформлены.

Двухплатформенные станции могут быть с двумя боковыми, двумя островными, с одной островной и одной боковой платформами.

Станции с двумя боковыми платформами, обслуживающими два пути одной линии метрополитена, являются распространенным типом станций зарубежных метрополитенов (рис. 1, б). Две боковые платформы имеют большинство станций Парижского, Лондонского и Нью-Йоркского метрополитенов, а также многие станции метрополитенов других городов. К достоинствам бокового расположения платформ относятся: общее полотно для путей обоих направлений в пределах станции, что упрощает эксплуатацию; возможность создания большого числа входов с тротуаров улиц на боковые платформы при мелком заложении станции. Недостатком станций мелкого заложения с боковыми платформами является необходимость дополнительных устройств для перехода с одной платформы на другую и некоторые неудобства для пассажиров при таком переходе.

Станции с двумя островными платформами могут обслуживать три или четыре пути. Дополнительный путь и вторая островная платформа (рис. 1, в) предусматриваются для ускорения посадки и высадки пассажиров на станциях со значительными пассажиропотоками в часы «пик». В этом могут также нуждаться станции, расположенные у стадионов, парков, вокзалов и в других местах с интенсивным пассажирооборотом. Такое же расположение и число платформ и путей могут иметь станции, на которых происходит разветвление одной линии метрополитена на две. Станции с двумя островными платформами, обслуживающие четыре пути (рис. 1, г), располагают обычно на пересечениях линий метрополитена между собой или с железнодорожными вводами. На линиях Нью-Йоркского метрополитена такие станции используют для линий местного и экспрессного сообщения.

Относительно небольшое число станций на линиях зарубежных метрополитенов имеют двухъярусное расположение двух островных платформ. Платформы нижнего и верхнего ярусов связаны между собой лестницами для пересадки с одного направления на другое.

Станции с одной островной и одной боковой платформами не относятся к распространенным типам станций на линиях зарубежных метрополитенов; их нет и на линиях метрополитенов России. Одну островную и одну боковую платформы имеют некоторые станции Нью-Йоркского и Парижского метрополитенов, расположенные в местах устройства ответвлений от главных путей или разветвления одной линии метрополитена на две и обслуживающие три пути метрополитена.

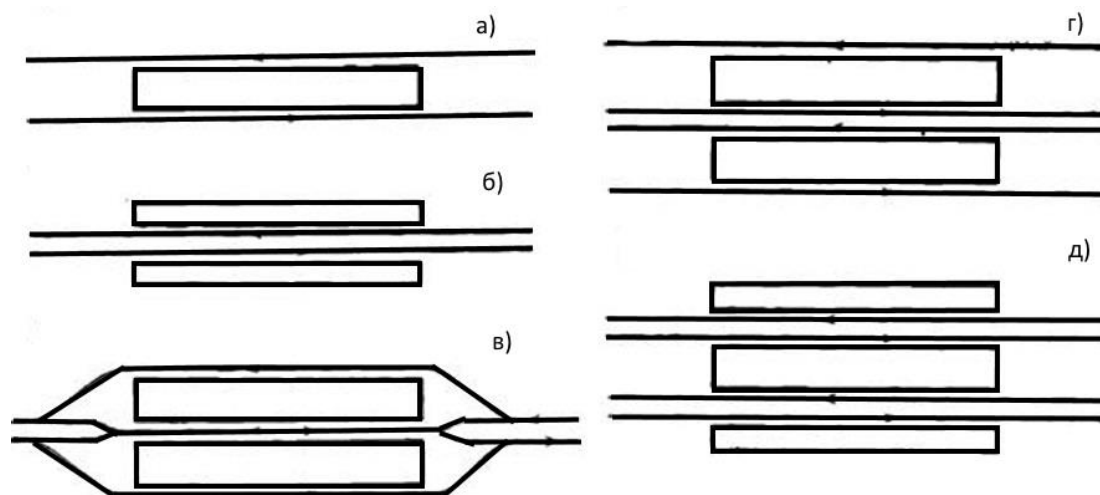


Рис. 1. Схемы станций: а - с одной островной платформой; б - с двумя боковыми платформами; в - с двумя островными платформами (3 пути); г - с двумя островными платформами (4 пути); д - с одной островной и двумя боковыми платформами (4 пути)

Трехплатформенные станции могут быть трех типов: с одной островной и двумя боковыми платформами; с одной боковой и двумя островными платформами и с тремя островными платформами.

Станции с одной островной и двумя боковыми платформами имеют либо два пути одной линии метрополитена, либо четыре пути двух линий метрополитена, один из которых может быть и железнодорожным вводом. Примеры первого случая имеются на линиях метрополитена Барселоны и Бостона. Такое расположение и число платформ и путей позволяют организовать раздельную высадку и посадку пассажиров.

Станции с одной островной и двумя боковыми платформами, обслуживающими четыре пути, рациональны для объединенных пересадочных станций (см. рис. 1, д). На одной из станций метрополитена Барселоны средняя островная платформа длиной 250 м обслуживает железнодорожные пути, а две боковые платформы длиной по 100 м - пути метрополитена. Такие станции имеются и на линиях Нью-Йоркского метрополитена, где островная платформа предназначена для экспрессных линий, а боковые - для местных.

Станции с одной боковой и двумя островными платформами обслуживают пять путей. Такое число путей возможно, например, на станции, совмещающей две линии метрополитена или одну линию метрополитена и железнодорожный ввод и в то же время расположенной на разветвлении одной из проходящих через станцию линий метрополитена.

Станции с тремя островными платформами могут иметь применение при четырех и шести путях, проходящих через станцию. Единичные примеры таких станций имеются на линиях Нью-Йоркского метрополитена.

Многоплатформенные станции (с четырьмя и большим числом платформ) не получили широкого распространения. Максимальное число платформ имеет одна из нью-йоркских станций, в состав которой входят две боковые и четыре островные платформы.

Конструктивные формы станций метрополитенов

Однопролетные станции. Конструктивная форма станций зависит от геологических условий заложения, способа сооружения, материала отделки, а иногда и от условий эксплуатации. Однопролетные станции (рис. 2, а) применяли на мелко заложных линиях метрополитенов при расположении на станциях одной островной или двух боковых платформ. Однопролетные станции с двумя боковыми платформами распространены на линиях Парижского и других зарубежных метрополитенов.

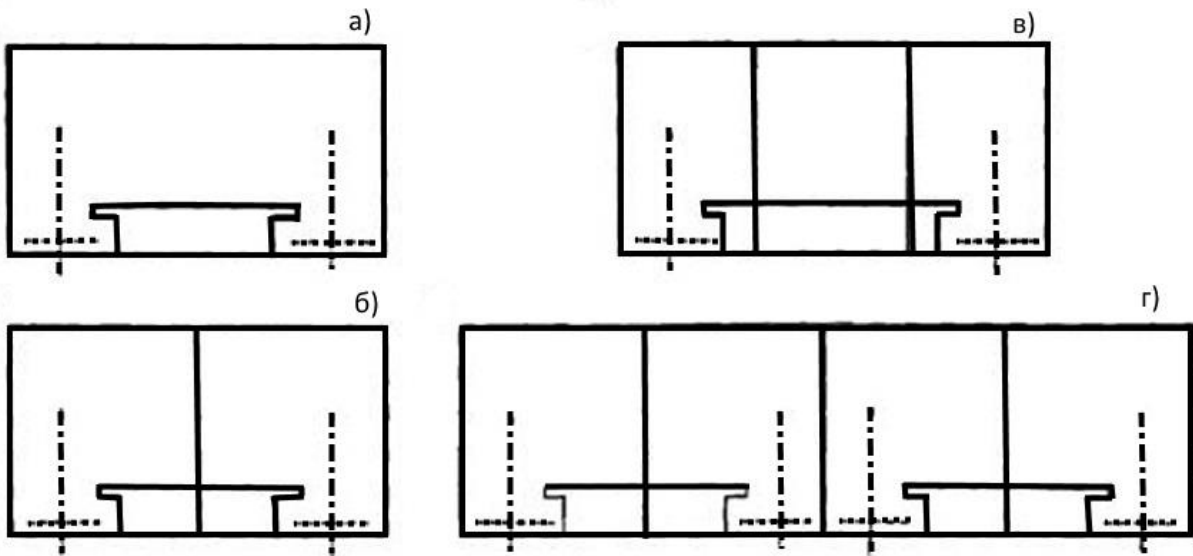


Рис. 2. Конструктивная форма станций:

а - однопролетная; б - двухпролетная; в - трехпролетная; г - многопролетная

Двухпролетные станции. Двухпролетная конструктивная форма станций (рис. 2, б) получила наибольшее распространение на линиях Берлинского метрополитена, типовые станции которого имеют одну островную платформу. Такую же конструктивную форму имеют некоторые станции с двумя боковыми платформами. На линиях Московского метрополитена эксплуатируется одна двухпролетная станция с островной платформой.

Трехпролетные станции. Трехпролетная конструктивная форма станции является наиболее универсальной, так как она может применяться при расположении одной, двух и трех платформ на станциях. Так, например, при одной островной платформе трехпролетная станция (рис. 2, в) удобна в эксплуатации и представляет хорошие возможности для архитектурного

оформления. Такая же конструктивная форма применима для станции с двумя островными платформами при расположении одного ряда колонн посередине каждой платформы. Большинство мелко заложённых станций Московского метрополитена - трехпролетные.

Многопролетные станции. К многопролетным относятся станции с числом пролетов более трех. Наибольшее число пролетов на одной из нью-йоркских станций достигает девяти. Продольные ряды колонн обычно располагают по одному ряду в междупутье и по одному (рис. 2, *з*) или по два ряда на каждой островной платформе, а иногда и по одному ряду на боковых платформах.

Односводчатые станции имеют очень большое распространение на линиях зарубежных метрополитенов; такая конструктивная форма (рис. 3, *а*) применима для станций, заложённых на любой глубине. На линиях Московского метрополитена эксплуатируются две односводчатые станции. Односводчатая конструктивная форма более всего применима для станций с одной островной или двумя боковыми платформами. На линиях зарубежных метрополитенов одним сводом перекрывают станции с двумя островными и тремя (одна островная и две боковые) платформами, расположенными в одном уровне. Пролеты таких станции в свету достигают 22 и 27 м. Возможно использование односводчатой конструктивной формы для создания объединенной пересадочной станции с двумя островными платформами, расположенными в двух уровнях (рис. 3, *б*).

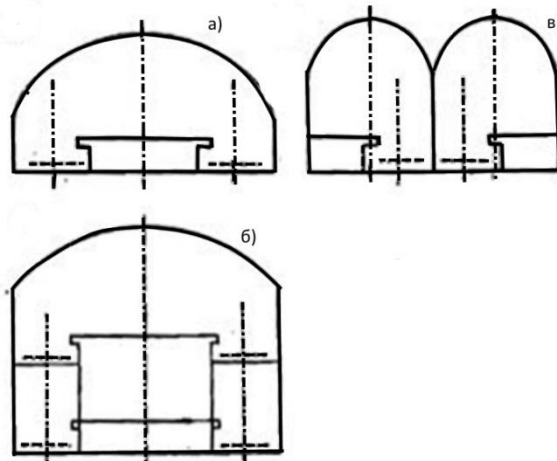


Рис. 3. Конструктивная форма станций:

а - односводчатая; *б* - односводчатая двухъярусная; *в* - двухсводчатая

Двухсводчатые станции. Двухсводчатая конструктивная форма (рис. 3, *в*) находит применение для станций с одной островной или двумя боковыми платформами, как на линиях мелкого, так и на линиях глубокого заложения.

Двухсводчатые станции встречаются на линиях метрополитенов Москвы, Парижа, Лондона, Стокгольма, Нью-Йорка и других городов. К двухсводчатым относятся также станции с четырьмя боковыми платформами, расположенными в два яруса.

Трехсводчатые станции. Трехсводчатая конструктивная форма применима для станций метрополитенов, заложенных на любой глубине и сооруженных открытым, закрытым и специальными способами работ. Особенно широкое применение трехсводчатая конструктивная форма станций нашла на линиях глубокого заложения советских метрополитенов, где сооружено более 50 трехсводчатых станций с одной островной платформой (рис. 4, *а*). При благоприятных геологических условиях в объеме трехсводчатой станции может быть размещено и большее число платформ (рис. 4, *б*).

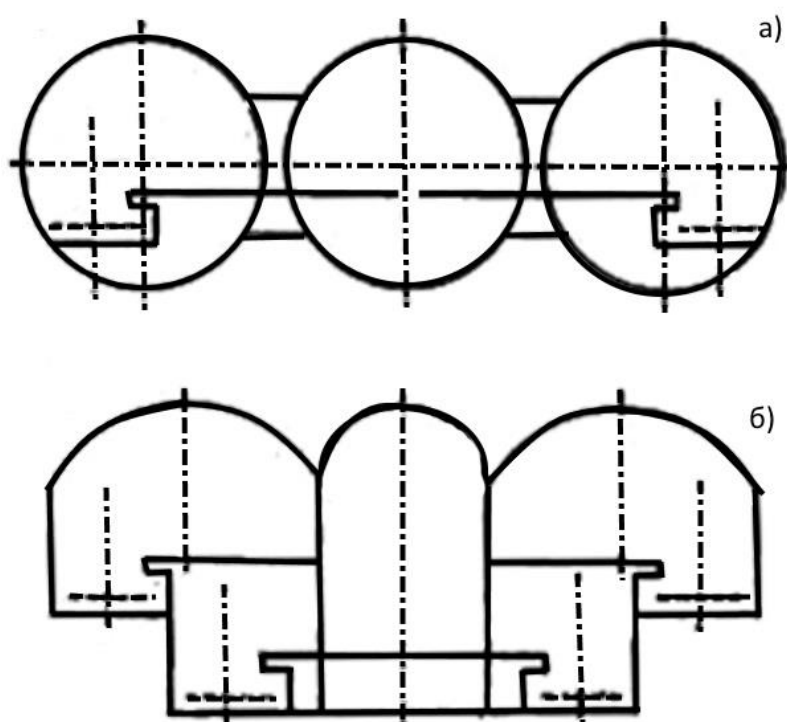


Рис. 4. Конструктивная форма станций:
а - трехсводчатая (2 пути); *б* - трехсводчатая (4 пути)

Многосводчатые станции. К многосводчатым относятся некоторые станции Чикагского метрополитена, имеющие четырехсводчатую конструктивную форму, а также совмещенные пересадочные станции Лондонского метрополитена, состоящие из четырех параллельных станционных тоннелей кругового очертания, расположенных в одном уровне. Каждый из этих тоннелей предназначен для размещения одного пути и одной боковой платформы. Из всех рассмотренных выше конструктивных форм, встречающихся на метрополитенах мира, к наиболее целесообразным относятся

трехпролетные (рис. 5) и односводчатые для станций мелко заложенных линий и односводчатые и трехсводчатые для станций глубоко заложенных линий. В отдельных случаях могут найти применение однопролетные, двухпролетные и четырехпролетные станции (при четырех путях и двух или трех платформах) на мелко заложенных линиях.

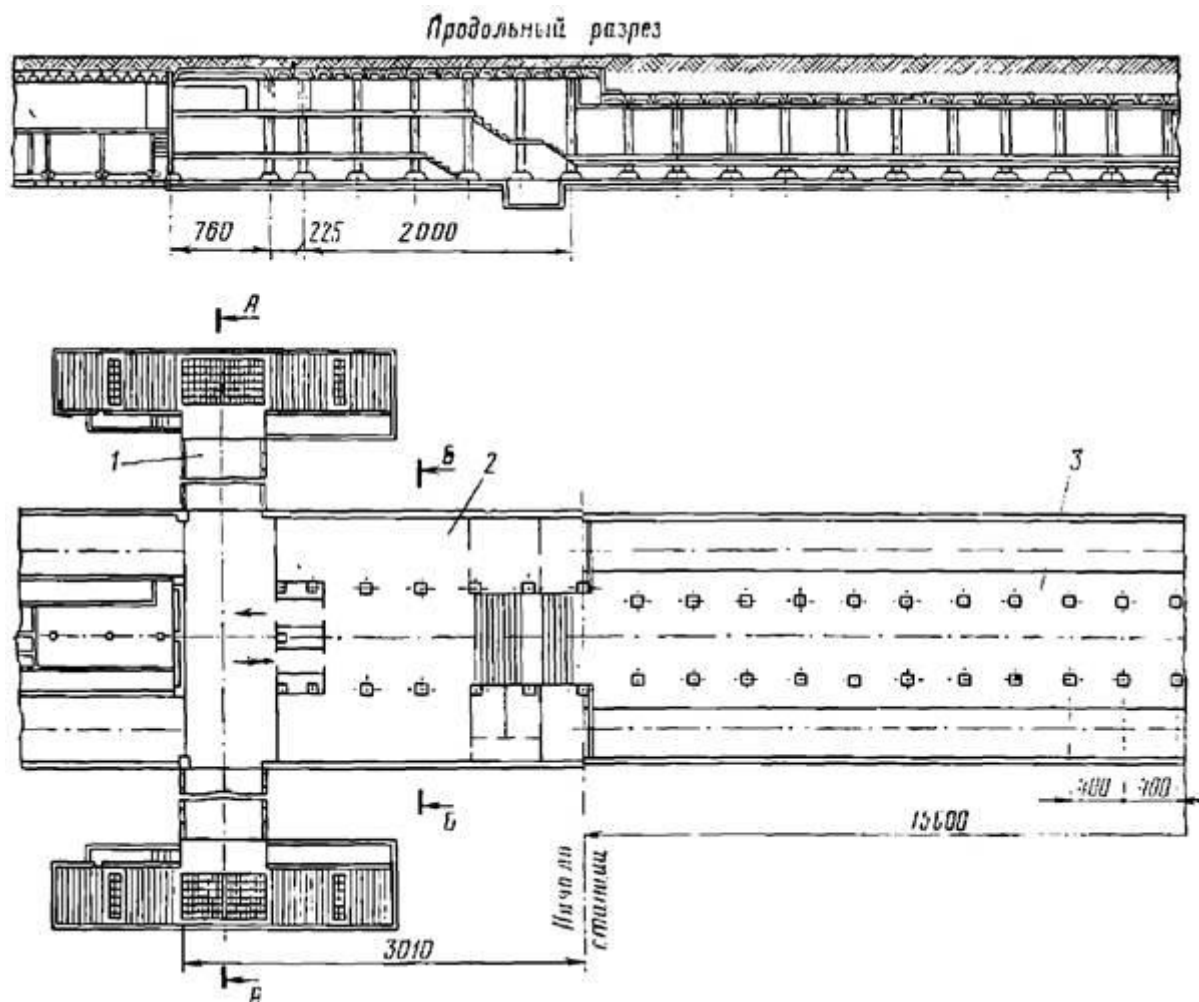


Рис. 5. План и продольный разрез трехпролетной станции:
1 - подходной коридор; 2 - подземный вестибюль; 3 - платформа

Вестибюли располагают в большинстве случаев в торцах станции и реже в середине. Необходимые служебные помещения размещают частично над путями (на уровне пола вестибюля) по обе стороны от лестницы и частично под лестницей и полом вестибюля. Для планировочного решения трехсводчатой станции пилонного типа характерно смежное расположение трех тоннелей, связанных проходами, примыкание эскалаторных тоннелей вдоль оси станции и размещение большого числа служебных помещений под платформой среднего зала (рис. 6).

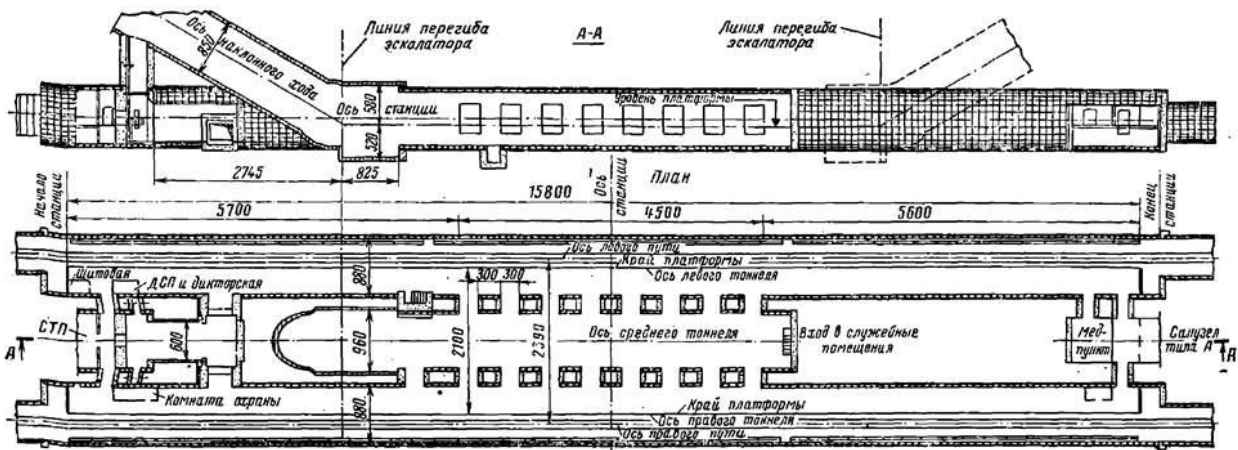


Рис. 6. План и продольный разрез трехсводчатой станции пилонного типа

Планировочные решения трехсводчатых станций колонного типа отличаются расположением эскалаторных тоннелей между перегонными тоннелями в торцах станций и отсутствием служебных помещений под платформой среднего зала (рис. 7).

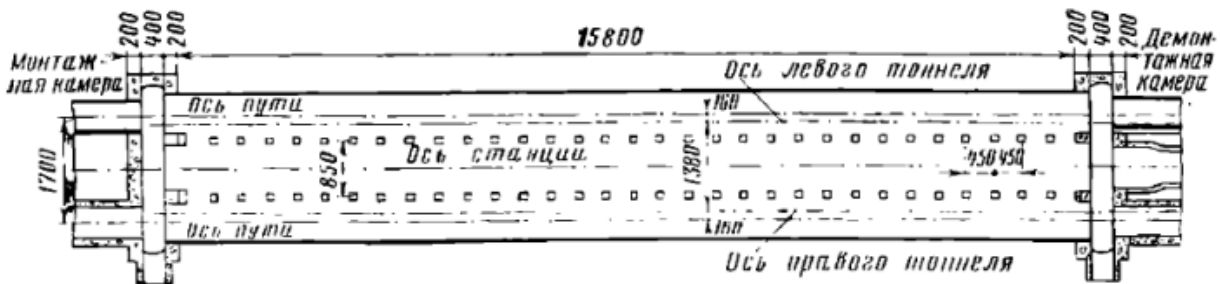


Рис. 7. План трехсводчатой станции колонного типа

Служебные помещения связаны с платформой лестницей шириной 1 м, расположенной в торце станции (если он свободен) или в специальном проходе между тоннелями.

Лестницы могут быть расположены в любых пунктах городского квартала, отстоящих не более чем на 100 м от станции метрополитена. Ширина лестниц зависит от ширины тротуаров и планировки зданий, в которых они могут быть расположены, и обычно принимается равной 3-4 м. Лестницы работают на двустороннее движение, т.е. на спуск и подъем; пропускная способность 1 м ширины лестниц 3000 чел.-ч.

Промежуточные вестибюли. Промежуточными принято называть вестибюли, расположенные между двумя маршами эскалаторов.

Необходимость в двухмаршевых эскалаторах возникает при значительной глубине заложения станций, когда мощность приводных устройств одномаршевого эскалатора не позволяет увеличить их высоту. Особенностью

промежуточных вестибюлей, отличающих их от подземных и наземных вестибюлей, является размещение в нижнем этаже не только машинного помещения нижнего марша, но и натяжной камеры верхнего марша эскалаторов. Это обстоятельство определяет значительные размеры промежуточных вестибюлей. Кроме того, в отличие от подземных вестибюлей, расположенных непосредственно под поверхностью земли, промежуточные вестибюли располагают на глубине, не позволяющей сооружать их открытым способом. Их можно сооружать только закрытым способом или опускными секциями.

Конструктивное решение промежуточных вестибюлей зависит от способа их сооружения. При сооружении их горным способом конструкция обделки состоит из свода, опирающегося на опоры или стены.

Подходные подземные коридоры связывают лестницы с подземными вестибюлями, протяжение их доходит в отдельных случаях до 100 м.

Для коридоров такой длины рационально применять движущиеся тротуары (траволаторы), но в условиях ЧС такие тротуары не могут быть обеспечены электрическим приводом. Ширина коридоров на существующих метрополитенах мира колеблется от 2 до 6 м; высота в отделке не менее 2,5 м; минимальная глубина заложения около 4 м (чтобы над перекрытием оставался слой засыпки толщиной не менее 1 м).

Планировка подземных вестибюлей, расположенных над мелко заложеными станциями метрополитена, предусматривает расположение лестниц или эскалаторов облегченной конструкции, автоматов контроля и касс для продажи билетов или размена денег.

Более сложную планировку имеют подземные вестибюли станций глубоко заложённых (рис. 8). К вестибюлю примыкают эскалаторы с приводными устройствами, занимающими нижний этаж эскалаторного зала (машинное помещение). Как правило, эскалаторный зал подземного вестибюля выделяют из общего объема либо расположенными по кругу колоннами (см. рис. 9), либо стенами с широкими проемами для входящих и выходящих пассажиров.

В тех случаях, когда коридоры подходят к подземному вестибюлю с различных сторон, вокруг эскалаторного зала устраивают широкий проход, объединяющий все подходные коридоры.

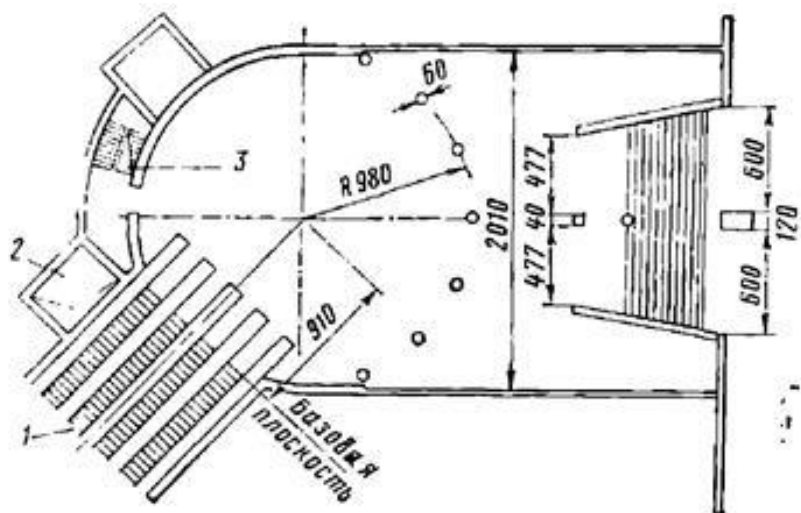


Рис. 8. Подземный вестибюль станции глубокого заложения:
1 – эскалаторы; 2 – машинное отделение; 3 – коридор.

Схемы пересадок

Существуют три схемы планировочного решения пересадок:

- а) из торца одной станции в торец другой (рис. 9, а);
- б) из центра одной станции в торец другой (рис. 9, б);
- в) из центра одной станции в центр другой (рис. 9, в).

Применение той или иной схемы зависит от взаимного расположения станций, числа лестниц или эскалаторных тоннелей, связывающих станции с поверхностью земли, пассажирооборота станций и их конструктивного решения.

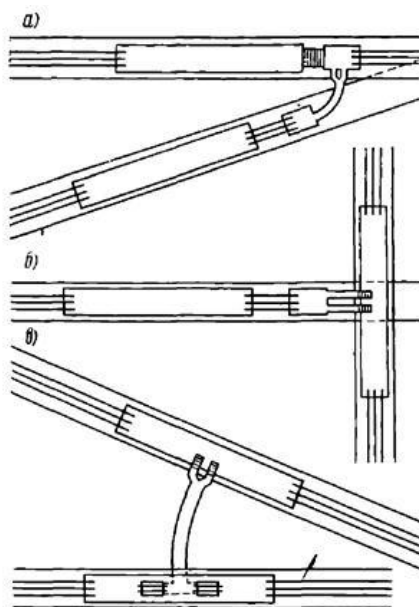


Рис. 9. Схемы планировочного решения пересадочных устройств

В командном пункте метрополитена предусматривается размещение дизельной электростанции, фильтровентиляционной установки, санпропускника, а также необходимое оборудование и обеспечение, рассчитанные на его автономное функционирование в течение заданного периода времени. Командный пункт метрополитена состоит из технологического и технического блоков. В технологическом блоке размещается персонал и оборудование для оперативного управления работой метрополитена в режимах чрезвычайных ситуаций природного или техногенного характера, в техническом - персонал и оборудование, обеспечивающие функционирование объекта. Административные, медицинские и бытовые помещения размещают согласно табл. 2. Площадь этих помещений будет зависеть от величины станции.

Таблица 2

Площадь отдельных помещений станции метрополитена

Наименование (назначение) помещения	Площадь, м ²	Кол-во, шт	Общая площадь, м ²
Начальник метрополитена	15	1	15
Начальник штаба ГО	15	1	15
Начальник командного пункта метрополитена	15	1	15
Начальники служб	10	4	40
Службы материально-технического обеспечения	10	2	20
Архив, спецчасть	10	2	20
Зал совещаний	20	1	20
Медпункт	12	4	48
Буфет	20	1	20
Помещения для отдыха персонала	20	2	40
ИТОГО:			253

Прим. Состав и площади помещений могут уточняться в задании на проектирование

Список литературы:

1. Подземные сооружения // Горная энциклопедия / Гл. редактор Е.А. Козловский. — М.: Советская энциклопедия, 1986. — Т. 4. — С. 164-168.

2. Архитектура под землей: освоение подземных пространств в мегаполисах [Электронный ресурс] Адрес доступа: <http://www.sibdom.ru/publication/articles/28/1605>

3. Подземный город для пешеходов RESO [Электронный ресурс] Адрес доступа: <http://undergroundexpert.info/opyt-podzemnogo-stroitelstva/realizovannye-proekty/stroitelstvo-podzemnogo-goroda-monrealya-reso/>

4. Подземная Москва — реконструкция Большого Театра [Электронный ресурс] Адрес доступа: <http://undergroundexpert.info/opyt-podzemnogo-stroitelstva/realizovannye-proekty/rekonstruktsiya-bolshogo-teatra/>

Тимохин Роман Андреевич

ПРОБЛЕМЫ КРУПНЫХ ГОРОДОВ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия
Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация: Современный уровень урбанизации диктует свои условия развития крупных городов. В ситуации осязаемого недостатка свободных городских земель, помимо активной застройки новых кварталов и возведения высотных зданий, возникает необходимость комплексного освоения подземных пространств.

Ключевые слова: горное дело, город, строительство, подземное пространство.

В российских городах проживают 75 % населения страны, каждый шестой россиянин живет в городе-миллионере, число которых достигло 15 и в ближайшем будущем, может достичь 20. Таким образом, Россию можно считать высоко урбанизированной страной.

С точки зрения использования подземного пространства в гражданских целях интерес представляют города, относящиеся к крупным. Внешними чертами крупного города являются высокоплотная многоэтажная (как правило) застройка, широкое развитие общественного транспорта и систем связи, превышение застроенной и замощенной части территории над садово-парковыми, озелененными и свободными пространствами, концентрация источников негативного воздействия на окружающую среду, высокая плотность населения (рис. 1) [1].

Агломерация — компактная территориальная группировка городских и сельских поселений, объединенная в сложную локальную систему многообразными интенсивными связями — трудовыми, производственными, коммунально-хозяйственными, культурно-бытовыми, рекреационными, природоохранными, а также совместным использованием разнообразных ресурсов данного ареала [2].

Мегаполис (от греч. *megalu* — большой и *polis* — город) — группа агломераций населенных пунктов. Мегаполис — крайне урбанизированная, стихийно складывающаяся форма городского расселения, обусловленная высокой концентрацией населения. Основные черты мегаполиса: линейный характер застройки, вытянутой в основном вдоль транспортных магистралей; общая полицентрическая структура, обусловленная взаимодействием относительно близко расположенных друг к другу крупных городов;

нарушение экологического равновесия между деятельностью человека и природной средой [3].

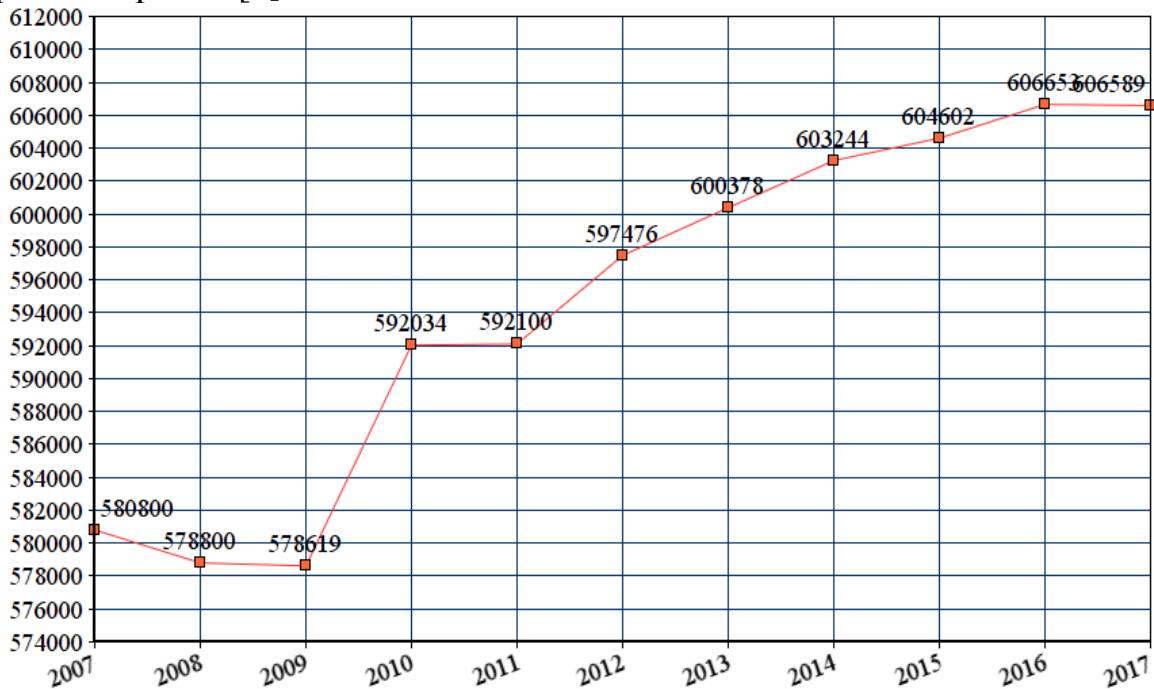


Рис. 1. Изменение численности населения г. Владивостока за последние 10 лет

Наиболее крупными мегаполисами в мире являются: «Босваш» (Вашингтон, Филадельфия, Балтимор, Нью-Йорк, Бостон) с населением 80 миллионов человек; «Чипитс» (в районе Великих озер между Чикаго и Питтсбургом) — 40 миллионов человек, «Сан-Сан» (между Сан-Диего и Сан-Франциско в Калифорнии) — 20 миллионов и др. Крупнейшей в России является Московская агломерация с населением 17 млн. чел. (на 2017 г.), в которую входят более 70 городов. Всего в мире насчитывается около 370 агломераций с населением более 1 миллиона человек, в которых проживают 37 % горожан и 17 % всего населения планеты [1].

В результате роста Московской агломерации, в настоящее время Московский регион является основной частью развивающегося Центрального мегалополиса (в частности, планируется строительство города-спутника Твери и Москвы Большого Завидова), который включает в себя части Тверской, Калужской, Рязанской, Смоленской, Тульской, Владимирской, Ярославской, Костромской, Ивановской, Нижегородской областей.

«Большой Владивосток» - проект администрации Приморского края по объединению в единое городское муниципальное образование города Владивостока с близлежащими городами-спутниками из состава Владивостокской агломерации: слияние Владивостокского и Артёмовского городских округов, в дальнейшем - слияние с Уссурийском и Находкой.

Численность населения агломерации, в зависимости от состава включаемых в неё территорий, оценивается от 0,8 до 1 миллиона человек. Удовлетворяющая не всем критериям агломерации Владивосток-Находкинская конурбация имеет около 1,2 млн. жителей. Полицентрическая Владивостокская агломерация с несколькими городами-спутниками возникла в советские времена и стала одной из немногих миллионных российских агломераций при городах-немиллионерах. В постсоветскую эпоху испытывает значительную депопуляцию, что связано с удалённостью от основных экономических центров России, низкой заинтересованностью инвесторов из стран АТР, малым рынком сбыта местных товаров, что усугубляется постоянным оттоком населения с Дальнего Востока. Впервые о проекте «Большой Владивосток» по объединению города с городами-спутниками заговорили ещё в 1997 году. Проект включен в генплан Владивостока, принятый в 2008 году. Первое препятствие на пути развития Большого Владивостока - отсутствие дорог и современного муниципального транспорта. Основные надежды на пути к реализации проекта были связаны с подготовкой к саммиту АТЭС 2012 г. во Владивостоке, когда в крае была произведена реконструкция дорог и международного аэропорта. Кроме того, планируется организация скоростного городского поезда Владивостокской агломерации. При наличии должного финансирования и четкой программы действий основные контуры «Большого Владивостока» могут сложиться к 2025-2030 годам. Проект поддержан в федеральных правительственных планах (Минрегионразвития и Минэкономразвития) по созданию так называемых «опорных городов». 28 октября 2014 года было подписано соглашение между четырьмя муниципальными образованиями о создании Владивостокской агломерации. Агломерация в указанных границах включает в себя собственно городской округ Владивосток и три ближайших к нему муниципальных образования. Расположенные несмежно с городским округом Владивосток городские округа Уссурийск (194 250 жителей в 2015 году), Большой Камень (39 879 жит.), Фокино (31 379 жит.), Находка (156 649 жит.), если их интерпретировать как широко понимаемую периферию Владивостокской агломерации, могут повысить население агломерации до 1,2 млн. жителей.

Рельеф и литология оказывают решающее воздействие на формирование плановых территориальной и вертикальной структур города. С увеличением этажности современное городское строительство предъявляет возрастающие требования к прочности горных пород. Условия, в которых построена Москва (как и Санкт-Петербург), в геологическом отношении не являются удачными. Осадочные породы не очень подходят для сооружения тяжелых высотных зданий. Рельеф предопределяет территориальную планировку города, в то же время он и сам подвергается значительным изменениям в процессе планировки

территории для строительства. При неправильной планировке города относительно рельефа воздух у поверхности земли застаивается, скапливаются газы и дымы. Особенно остро эта ситуация проявляется в безветренную погоду и на плотно застроенных улицах с интенсивным движением автотранспорта, в пониженных частях города, замкнутых дворах [4].

Владивосток стоит на гористой местности. Сопки, являющиеся южными отрогами хребта Глагодинза, имеют направление с северо-востока на юго-запад и в значительной степени расчленены распадками и долинами небольших рек. Проходящие водораздельные хребты делят полуостров на две части: западную (большую) и восточную (меньшую). Высота сопкок колеблется от 50 до 300 метров.

Климатические условия играют значительную роль в функционировании города, в развитии его природного комплекса и специфике проявления экологических проблем. Большое значение для крупных городов имеет роза ветров (преимущественное их направление в течение года). Во Владивостоке основные производственные зоны сосредоточены в северо-восточной половине города, поэтому преобладающие сезонные ветра выносят выбросы предприятий за пределы города.

Это связано с климатическим перепадом температур, в холодное время года, ветра преимущественно дуют в юго-западном направлении, (в сторону материка), в теплую же – в сторону Японии, в связи с этим город имеет постоянную тенденцию к самоочищению от большинства факторов загрязнения.

Наиболее значимые проблемы крупных городов имеют место в экономической, экологической, социальной и других сферах. Экономические проблемы городов заключаются в возникающем в ряде случаев недостатке отдельных видов ресурсов (материальных, финансовых, трудовых и др.). Экологические проблемы — это дефицит территорий, загрязнение атмосферы, загрязнение водных ресурсов, нарушение недр и земной поверхности, изменение климата. Социальные проблемы включают большую концентрацию людей и антропогенных факторов; высокие материальные затраты на обеспечение жизненных потребностей; увеличение бедной (бомжи, нищие и др.) и криминальной социальных прослоек населения; значительные расходы времени и средств на транспорт; большое количество потенциальных опасностей; высокую нагрузку на психику (темп жизни, количество информации, нестабильная среда и др.); дефицит рекреационных ресурсов; ухудшение здоровья населения, снижение продолжительности жизни и др. [1-2].

Отдельного рассмотрения для решения поставленных в работе вопросов требуют экологические проблемы крупных городов. Влияние города на

окружающую среду распространяется на расстояние значительно большее, чем его радиус. Атмосферное загрязнение Владивостока простирается на север на 50-120 км, радиус депрессионной воронки от забора подземных вод достигает 7 км, тепловое загрязнение и нарушение режима выпадения атмосферных осадков прослеживается на расстоянии 200 км, а угнетение лесных массивов — на 15 км.

Можно выделить три важнейших аспекта экологических проблем крупных городов: экологическая безопасность жителей; воздействие крупных городов на окружающую среду на глобальном и региональном уровнях; использование природных ресурсов для функционирования.

Экологически неблагоприятная обстановка наблюдается во всех городах с населением свыше 1 миллиона человек, в 60 % городов с населением от 500 тысяч до 1 миллиона и в 25 % городов с населением от 250 до 500 тысяч человек. По существующим оценкам, около 1,2 миллиона человек в городах России живут в условиях резко выраженного экологического дискомфорта и около 50 % городского населения России — в условиях шумового загрязнения [8].

В крупных городах формируется особый климат, который в летний зной близок к климату полупустыни или даже скалистой пустыни. Так, летом во Владивостоке температура на поверхности асфальта в послеполуденное время достигает 45-55°C. В то же время температура красной, кирпичной стены равна 41°C, белой стены 38°C, а газона 25°C. Эти различия вызваны неодинаковой поглощающей способностью поверхностей, испарением влаги растениями.

На рис. 2 видна восходящая тенденция потепления, это означает что, если продолжать застройку и не думать о вреде экологии, то примерно через 10-20 лет может случиться катастрофа - Владивосток, не укрывшись снегом как обычно, останется с незащищенной земной поверхностью от морозов, что в свою очередь приведет к промерзанию на несколько десятков метров и в итоге большая часть тропосферы погибнет из-за чего город станет непригодным для жизни.

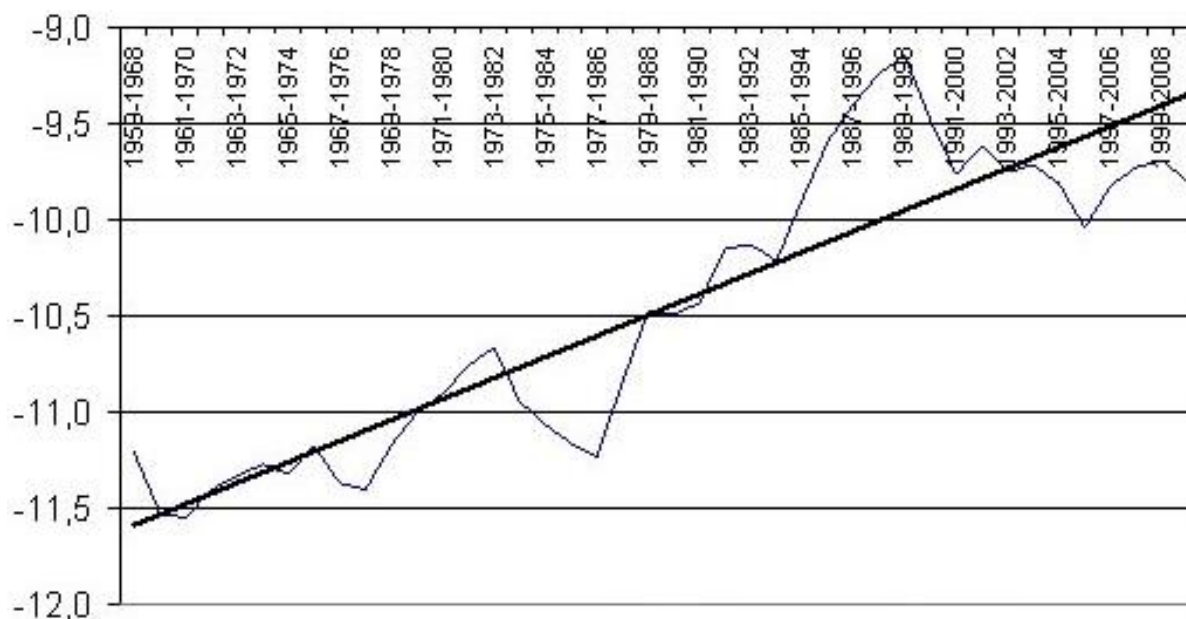


Рис. 2. Изменчивость зимней температуры воздуха в г. Владивостоке (скользящие 10-летние и средние)

С воздействием городской среды на людей связано значительное распространение в городе некоторых болезней: сердечно-сосудистых, рака легких, нервных болезней, туберкулеза и др. Снижение поступления солнечной (в особенности ультрафиолетовой) радиации приводит к росту содержания в воздухе болезнетворных бактерий. При пониженной инсоляции замедляется выведение из организма ряда токсичных веществ, в частности тяжелых металлов и их соединений, а также синтез в организме важных ферментов. Усложнение транспортных проблем вызывает так называемую «транспортную усталость» у горожан [1-3].

Процессы урбанизации ведут к неуклонному росту числа психических и нервных заболеваний. По оценке некоторых психиатров, 80 % их пациентов страдают так называемым «синдромом большого города», основные признаки которого — подавленное состояние, психическая неуравновешенность и агрессивность. В агрессивной видимой среде человек чаще пребывает в состоянии беспричинного озлобления.

Актуальнейшей проблемой остается безопасность дорожного движения. Автомобильный транспорт давно стал самым опасным из всех способов передвижения, причем в несколько раз превосходящий по этому показателю все остальные виды транспорта, вместе взятые. Как известно, каждый год в дорожно-транспортных происшествиях в России гибнет от 20 тысяч человек. Ежегодно количество пострадавших на дорогах многократно превышает число жертв межнациональных конфликтов, катастроф, землетрясений и других стихийных бедствий.

Из-за неудовлетворительного состояния и многочисленных аварий городские трубопроводы оказывают на природные объекты и техногенную структуру территорий городов пагубное влияние, едва ли не пропорциональное массе перемещаемой продукции.

В последнее время печальную известность получили крупные аварии продуктопроводов, сопровождавшиеся человеческими жертвами, несущие ощутимый экономический и экологический ущерб. Высокой аварийностью, к сожалению, сопровождается и эксплуатация трубопроводных систем коммунального назначения, которые выполняют важнейшие функции социального характера. От качества работы этих систем непосредственно зависят обеспеченность населения питьевой водой, тепло- и газоснабжением, надежность охраны поверхностных водоемов, используемых для приема очищенных сточных вод.

В последнее время в городах России появилась новая проблема - терроризм. Обеспечение безопасности в этом направлении в связи с уплотнением населения становится все более сложной проблемой.

Еще один аспект безопасности в городах - техническая безопасность. В силу насыщенности города различными техническими устройствами возникает высокая вероятность поражения людей транспортными средствами, производственным и бытовым оборудованием и др.

Территория Владивостока за последние 100 лет увеличилась почти в 2,5 раза: в 1917 г. она составляла 138 км², а сейчас - около 310 км²

Таким образом, в настоящее время интенсивно происходят процессы урбанизации и роста городов. Они характеризуются значительными экологическими проблемами: загрязнением атмосферы и водных источников, нарушением недр и земной поверхности и др. Многие из них можно полностью или частично решить путем использования подземного пространства.

Список литературы:

1. Экология крупного города (на примере Москвы): Учеб. пособ.; Под общей ред. А. Л. Минина. — М.: Изд-во «ПАСЬВА», 2001.— 192 с.
2. Пивоваров Ю.Л. Основы геоурбанистики: Урбанизация и городские системы: Учеб. пособ. — М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1999. —232 с.
3. Мегалополис. Большая Советская Энциклопедия. — 3-е изд. —М.: Советская энциклопедия, 1974. — Т. 15. — С. 550.
4. Рудяк М.С. Рациональное использование городского подземного пространства для гражданских объектов. — М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2003. — 235 с.

Евсеев А.В., Смоляков А.К., Черкасов А.В.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДОПОДОБНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ФОРТИФИКАЦИОННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

Научный руководитель: к.т.н. Федюк Роман Сергеевич

Аннотация: В данной работе анализируется применение природоподобных технологий для фортификационных сооружений. Дается описание возможности их применения. На основе рассмотренных данных делаются выводы о применении различных природоподобных технологий для фортификационных сооружений.

Ключевые слова: природоподобные технологии, маскировка, автономность, фортификационные сооружения.

В системе защиты войск и населения от современных средств массового поражения все большее значение придается фортификационным сооружениям.

Фортификационные сооружения - это капитальные объекты, общий объем которых позволяет размещать в них не только крупные командные пункты, узлы связи или другие функциональные подразделения стратегического назначения, но и все необходимые вспомогательные службы. Эти сооружения обеспечивают комплексную защиту личного состава и техники от всех видов оружия массового поражения.

Помимо защищенности фортификационные сооружения также должны обладать следующими качествами: малозаметность и автономность. Данные качества могут быть обеспечены с помощью комплексного применения природоподобных технологий.

Природоподобные технологии (от англ. Nature-based Solutions) – такие технологии, которые направлены на восстановление естественного самосогласованного ресурсооборота, нарушенного сегодняшними технологиями индустриального общества, вырванными из естественного природного контекста [1]. Особенно важно отметить эффективность работы рассматриваемых технологий при минимальном воздействии на окружающую среду и человека, в частности.

Рассмотрим возможности и основные преимущества применения данных технологий к фортификационным сооружениям.

Одно из главных требований, предъявляемых к войсковым объектам, относится к маскировке сооружений. Маскировка сооружений преследует надежное скрытие фортификационных сооружений от наземного и воздушного

наблюдения противника. Наиболее эффективными являются естественные маски, т.е. растительность, рельеф местности и другие местные предметы (рис. 1) [2]. Создание таких масок за счёт использования природных ресурсов не только повышает малозаметность войсковых объектов, но и требует меньших экономических затрат за счёт сокращения искусственных средств маскировки. Отдельно стоит отметить сокращение теплового потока до $0,19 \text{ Вт/м}^2$ [3], что также снижает заметность сооружения в ИК-диапазоне.

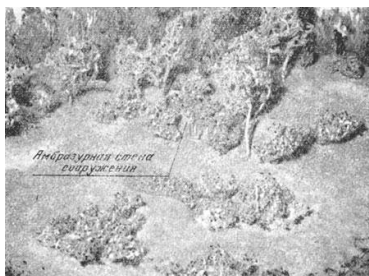


Рис. 1. Пример естественной маскировки фортификационного сооружения

Не менее важным для фортификационного сооружения является длительность его автономной работы в условиях изоляции доступа к энергетическим ресурсам. Одним из перспективных путей решения данной проблемы является использование новых энергосберегающих технологий, основанных на применении нетрадиционных возобновляемых источниках энергии. В данном случае рассматривается применение теплонасосных систем теплоснабжения (рис. 2), которые используют тепло низкого потенциала грунта поверхностных слоёв Земли [4]. Главными преимуществами данного способа являются как независимость от использования традиционных источников тепловой энергии, так и возможность повсеместного применения вследствие разнообразия конструктивных решений для различных условий эксплуатации. Примечательно, что отсутствие необходимости во внешних коммуникациях и полная автономность работы системы также положительно сказывается на качестве маскировки фортификационного сооружения.

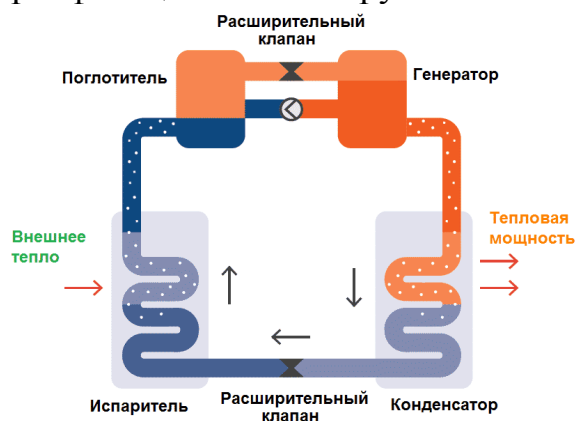


Рис. 2 Принципиальная схема работы теплового насоса

Рассмотренные выше варианты не являются единственно возможными способами применения природоподобных технологий для фортификационных сооружений. На текущем этапе развития их использование оправдывается эффективностью и безвредностью для окружающей среды. Дальнейшее развитие подобных технологий приведёт к росту возможностей их комплексного использования и расширения спектра решаемых задач.

Список литературы:

1. Ковальчук М., Нарайкин О. Природоподобные технологии — новые возможности и новые угрозы // Индексы безопасности. — 2016. - № 3-4 (22). — с. 118-119;
2. Королёв А.Ю., Королёва А. А., Яковлев А. Д. Маскировка вооружения, техники и объектов. — СПб: Университет ИТМО, 2015. — 155 с.;
3. Scharf B, Pitha U, Oberarzbacher S (2012) Living walls: more than scenic beauties, IFLA World Congress Cape Town;
4. Бобров И. А., Захаров А.В. Применение тепловой энергии грунтового основания для отопления и кондиционирования зданий // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. - 2011. - №1. — с. 10-14.

Зенкин Игорь Сергеевич

ФЛОТАЦИОННЫЕ МАШИНЫ

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Научный руководитель: Козлов Павел Геннадьевич

Аннотация. Процесс разделения (флотация) выполняется в оборудованных, названных флотационными машинами, составными частями которых являются: корпус, механизм перемешивания, аэрация и пеногон.

Ключевые слова: флотация, разделение, корпус, механизм перемешивания, аэрация, пеногон.

Несмотря на практические особенности и разность использования, разделительные механизмы объединяет применение аэрированной пульпы, которая используется в качестве среды, наполненной мельчайшими пузырьками кислорода.

Разделительный процесс в механизмах протекает в определённом порядке:

1.Используя флотационные реактивы, создаются условия для присоединения частичек к некоторым минералам и выбросу пузырьков воздуха для предотвращения присоединения частиц других минералов к ним;

2. В процессе рассеивания воздуха, поступающего в пульпу, в ней образуется огромное количество мельчайших пузырьков; Минеральные частицы вступают в контакт с пузырьками воды и воздуха, образуя минеральные пузыри.

3. Минерализованные пузырьки на поверхности пульпы, создают особый слой пены, после чего минерализованная пена удаляется с поверхности пульпы.

Полезные минералы обычно проходят через пену, которая, пропуская их через себя, оставляет пустые породы и примеси оставаться в ней

Эффективность процесса флотации зависит от минерального состава, состояния и размера материала, массовой доли твердого материала в пульпе и ее температуры, состава воды, времени флотации и степени вентиляции пульпы в машине.

В зависимости от способа аэрации и перемешивания пульпы флотационные машины разделяют на несколько групп: механические, пневматические и пневмомеханические.

В машинах с механической флотацией пульпа вентилируется за счет всасывания воздуха из атмосферы во время вращения рабочего колеса (специально разработанного смесителя) с помощью перемешивания и измельчения пульпы.

В пневматических флотационных машинах пульпа вентилируется и смешивается с воздухом высокого давления, который подается в устройство воздуходувками. Воздух циркулирует, когда он проходит через скважные секции, а также смесь пульпы и аэрации поднимается из-за изменения направления движения турбулентных потоков.

В пневмомеханических флотационных аппаратах сжатый воздух подается от воздуходувок, а пульпа распыляется и перемешивается вращающимся рабочим колесом.

Механические флотационные аппараты хорошо распространены на отечественных и зарубежных перерабатывающих фабриках.

Флотация широко используется для обогащения большинства цветных и редких минеральных руд, горнодобывающего и химического сырья, в сочетании с другими методами позволяющими использовать железные минералы, рудные минералы и уголь. Большая популярность разделения объясняется уникальностью работы и осуществимостью отделения практически любых минералов при обработке бедных материалов с очень тонкой пропиткой полезных компонентов. Обычно разделение происходит при размере частичек минералов в диаметре 0,02-0,5 (1,0) мм и размере частичка пузырьков воздуха в диаметре 1-3 мм.

Список литературы:

1. Патент РФ №2681035. Автомобильная дорога / Р.С. Федюк, П.Г. Козлов, В.С. Лесовик, Ю.Л. Лисейцев. Дата приоритета 07.12.2018.
2. Лисейцев Ю.Л. Фибробетоны на основе щелочеактивированных вяжущих // Военно-инженерное дело на Дальнем Востоке России Материалы III Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 230-234.
3. Баженов Ю.М., Федюк Р.С., Лесовик В.С. Обзор современных высокоэффективных бетонов // Научные технологии и инновации Электронный сборник докладов Международной научно-практической конференции, посвященной 65-летию БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. С. 45-49.
4. Свинцов А.П., Шамбина С.Л., Федюк Р.С. Влияние маслянистых жидкостей на деформативные свойства бетона // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2019. Т. 10. № 1. С. 100-112.
5. Федюк Р.С., Козлов П.Г., Тимохин Р.А. Композиционные материалы на сырьевых ресурсах Приморского края для "зеленого строительства" // ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА: Материалы региональной (с международным участием) научно-практической конференции. 2017. С. 256-260.
6. Fediuk R.S., Yevdokimova Y.G., Smoliakov A.K., Stoyushko N.Y., Lesovik V.S. Use of geonics scientific positions for designing of building composites for protective (fortification) structures // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017. С. 012011.
7. Патент РФ 2652201 Состав для закрепления просадочных грунтов / Федюк Р.С., Козлов П.Г. Дата приоритета 07.07.2017.

**Гладун Александр Владимирович, Соловьев Сергей Павлович,
Куренский Алексей Владимирович**

ХЛАДАГЕНТЫ В СОВРЕМЕННЫХ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИНАХ

Дальневосточный федеральный университет

Аннотация: Хладагент — это рабочее вещество холодильной машины, которое при кипении и в процессе испарения отнимает тепло от охлаждаемого объекта, а затем после конденсации передаёт его окружающей среде. В качестве холодильных агентов применяют вещества, свойства которых

удовлетворяют ряду специальных требований: термодинамических, физико-химических, физиологических, экономических. [1]

Ключевые слова: холодильный агент, требования к хладагентам, аммиак, фреон-12, фреон-22, холодопроизводительность, абсорбция.

Фреоны - это химические соединения на основе метана или этана (рис. 1). Их физическое состояние — газ без цвета и запаха, безвредные для человека при определенной концентрации. Первой фреон синтезировала американская компания «Кинетик Кемикалз Инк» в начале 30-х годов прошлого века. Эта же фирма и дала название новому веществу. Тогда же было введено его обозначение: латинская буква «R» (по первой букве английского слова Refrigerant) - и цифры: код, определяющий свойства. Первый фреон назывался R-12 (дифтордихлорметан). Фреон из чистого метана имеет марку R-50, а из этана — R-70. Все фреоны получают смешением этих двух газов и замещением атомов водорода атомами хлора или фтора.



Рис. 1. Разновидности фреонов

Сейчас в мире синтезировано более четырех десятков различных фреонов, отличающихся по свойствам и химическому составу. Основные требования, которые предъявляются к фреонам, — это отрицательная температура кипения при атмосферном давлении, конденсация при низком давлении, а также высокая холодопроизводительность.

Холодопроизводительностью называется количество теплоты, отнимаемое от охлаждаемого объекта в единицу времени.

Кроме этого, необходимы высокий коэффициент теплопроводности и теплопередачи. Желательна и низкая стоимость. Таким требованиям лучше других раньше отвечали фреоны R-12 и R-11 (фтортрихлорметан), использовавшиеся обычно в бытовых холодильниках, а также R-22 (дифторхлорметан), применявшийся в низкотемпературных промышленных холодильных установках. Для получения очень низких температур были разработаны хладагенты R-13, R-503 и R-13B1. [3]

Требования к **термодинамическим свойствам** холодильных агентов. К термодинамическим свойствам холодильных агентов относятся: нормальная температура кипения (при 760 мм рт. ст. = 0,10133 МПа), давление в испарителе и конденсаторе, теплота парообразования, объемная холодопроизводительность, температура замерзания, положение критической точки и др.

Требования к **физико-химическим свойствам** холодильных агентов. Плотность и вязкость желательны самые небольшие, так как при таких условиях снижается сопротивление движению холодильного агента по системе и, следовательно, уменьшаются потери давления. Важное свойство холодильного агента — растворимость в масле. Если агент не растворяется в масле, то из цилиндра компрессора уносится меньше масла, отсутствует пена в испарителе, не меняется температура кипения при постоянном давлении, в то время как для растворимого холодильного агента температура кипения зависит от концентрации масла.

Растворимость холодильного агента в масле имеет и свои преимущества: создаются благоприятные условия смазки компрессора, так как масло с холодильным агентом проникает в труднодоступные места; интенсивность теплопередачи в испарителе и конденсаторе не снижается благодаря тому, что слой масла с теплопередающей поверхности почти полностью смывается.

Влияние на организм человека. Холодильный агент должен быть безопасен для организма человека и не оказывать отрицательного воздействия на качество пищевых продуктов, так как в дальнейшем они употребляются человеком.

Экономические требования. Стоимость холодильного агента не должна быть высокой. Выбор холодильного агента в каждом отдельном случае зависит от назначения машины, условий ее работы и конструктивных особенностей. [1]

Холодильные агенты делятся на: естественные и искусственные.

К **естественным (природным)** хладагентам относятся: аммиак (R717), воздух (R729), вода (R718), уголекислота (R744) и др.

К **искусственным (полученные химическим путем)** хладагентам относятся: хладоны (фреоны) – дифтордихлорметан (R12), дифторхлорметан (R22) и др.

Аммиак. Бесцветный газ с резким запахом. Обладает хорошими термодинамическими свойствами. Температура кипения аммиака при атмосферном давлении 0,1 Мпа - 33,6° С. Давление в испарителе при обычных условиях работы выше атмосферного и лишь при температуре кипения ниже— 33, 6° С требуется вакуум. Давление в конденсаторе 0,8—1,3 МПа ~8-13 кгс/см². Аммиак почти нерастворим в масле, но интенсивно поглощается водой. Технический аммиак должен содержать не более 0,2% воды. К существенным недостаткам аммиака относятся, такие как ожоги кожи, раздражение слизистых оболочек глаз, дыхательных путей, желудка.

Фреон-12 (дифтордихлорметан). Тяжелый бесцветный газ с очень слабым запахом. Объемная холодопроизводительность фреона-12 меньше, чем аммиака, поэтому размеры фреонового компрессора больше, чем аммиачного примерно в 1,3 раза при одинаковой холодопроизводительности. Фреон-12 и масло взаимно растворяются, при этом вязкость масла резко уменьшается. При отсутствии влаги фреон-12 нейтрален ко всем металлам. Фреон-12 очень текуч. Он способен проникать через мельчайшие неплотности в таких местах, где воздух или аммиак в равных условиях пройти не может.

Фреон-22 (дифтормонохлорметан). Этот газ имеет весьма благоприятные физиологические качества (близкие к фреону-12) и хорошие термодинамические свойства (близкие к аммиаку). Коэффициент теплоотдачи фреона-22 на 25—30% выше, чем фреона-12, поэтому размеры теплообменных аппаратов меньше. Фреон-22 легко проникает через неплотности. При отсутствии влаги нейтрален к металлам. Не взрывоопасен и не горюч, но более ядовит, чем фреон-12. [1]

Современные холодильники в основном **компрессионные** (рис.2) и, как следует из названия, имеют компрессор (а некоторые модели даже два). Кроме этого, конструкция предусматривает испаритель. Между ними циркулирует хладагент. Сначала сжатый компрессором хладагент, находясь в газообразном состоянии, поступает в конденсатор. Там он превращается в жидкость и отдаёт тепло окружающей среде. Через специальный регулирующий вентиль жидкий хладагент поступает в испаритель, который находится внутри теплоизолированной морозильной или холодильной камеры. Там давление падает, он начинает кипеть, испаряется, снова превращаясь в газ, отбирая при этом тепло у окружающего воздуха. Камера холодильника охлаждается. Испарившийся хладагент опять сжимается компрессором и попадает в конденсатор. И так цикл повторяется снова и снова. Этот принцип охлаждения используется в большинстве холодильников уже десятки лет. [3]

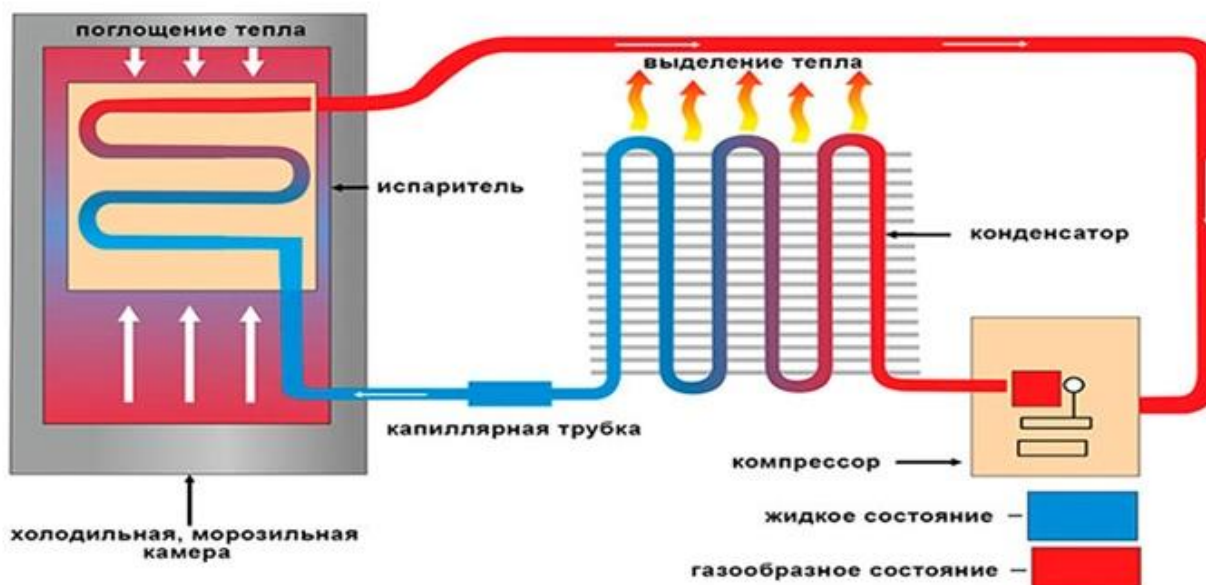


Рис. 2. Компрессионная холодильная машина

Однако есть и другой тип холодильников, пусть и менее популярный сегодня, - **абсорбционные** (рис.3). Абсорбция – процесс поглощения газов или паров жидкостью.

Циркуляция рабочих веществ: абсорбента (воды) и хладагента (как правило, аммиака), имеющих разную температуру кипения при атмосферном давлении, осуществляется посредством абсорбции. Капли концентрированного раствора бромида лития подаются в правую часть камеры («абсорбер»), где абсорбируют пары воды-хладагента. Для того, чтобы не допустить повышения температуры бромида лития и потери его абсорбирующих свойств, необходима охлаждающая вода, которая стабилизирует его температуру. Раствор бромида лития, полученный после абсорбции, направляется в генератор при помощи насоса.

Там под воздействием тепла из него выкипает часть воды. Это восстанавливает изначальную концентрацию бромида лития в растворе, что нужно для поддержания его абсорбирующих свойств. Так работает холодильная машина в режиме нагревания. В конденсаторе происходит процесс конденсации пара хладагента, образовавшегося при кипении раствора в генераторе. Далее, эта вода-хладагент вновь попадает в «испаритель» (левую часть камеры) и цикл повторяется заново.

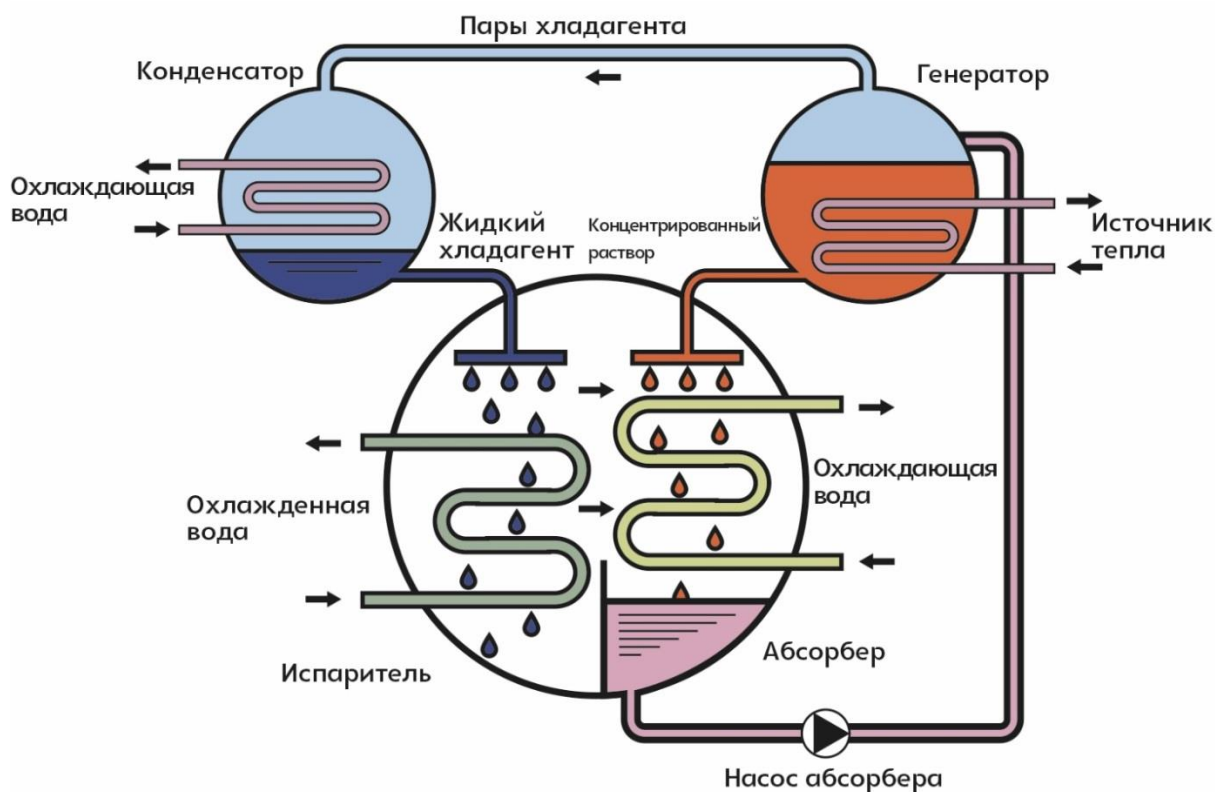


Рис. 3. Абсорбционная холодильная машина

Аммиак поглощается водой, получившаяся смесь подогревается с помощью электрического или газового нагревателя. При этом происходит выпаривание аммиака, который, испаряясь, потребляет теплоту камеры холодильника, то есть способствует её охлаждению. Абсорбционные холодильники в основном маленькие, однокамерные. [2]

Всё шло прекрасно: и производители, и потребители были довольны. К 1976 году объём производства того же R-12 достиг почти 340 тысяч тонн. Определённая часть из этого количества предназначалась как раз для холодильных систем, систем охлаждения воздуха. Но 80-е годы прошлого века стали началом «тяжелых времён» для уже привычных фреонов. Ученые, исследовавшие причины нарушения озонового слоя Земли, пришли к выводу, что многие фреоны наносят ему ощутимый вред. Также оказалось, что фреоны участвуют в возникновении парникового эффекта, потому что задерживают инфракрасное излучение, которое испускает земная поверхность, а следовательно, способствуют глобальному потеплению.

Вообще, «экологическая опасность» фреонов зависит от содержания трех составляющих: хлора, фтора и водорода. Чем меньше атомов водорода, тем дольше фреон не разлагается и не наносит вред окружающей среде. А по мере увеличения числа атомов хлора растёт токсичность и озоноразрушающая способность фреонов. Вред, наносимый такими

веществами озоновому слою, оценивается величиной озоноразрушающего потенциала. Чем он больше, тем вреднее фреон. Так, самый распространённый ранее — R-12 — имеет потенциал равный 1, R-22 — 0,05, а наиболее вредными являются фреоны R-10, R-110, у которых озоноразрушающий потенциал достигает 13.

Чтобы защитить нашу планету от разрушительной деятельности человека, в 1987 году в соответствии со специальной программой ООН вступил в действие «Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой», предусматривающий постепенное сокращение производства и потребления ряда вредных фреонов. Поэтому с тех пор в холодильниках не используют R-10, R-110. В 1992 году на конференции в Копенгагене было принято решение и о прекращении производства озоноразрушающих фреонов R11, R12 и R502 с 1 января 1996 года. Заменой им стали озонобезопасные хладагенты, такие, как R-410A, R-407C или R-134a (все три: гидрофторуглеродные соединения). Правда, безопасные агенты, например, R134a зачастую не отличаются прекрасными физическими и термодинамическими свойствами, и к тому же стоят довольно дорого. Также используются смеси, из нескольких хладагентов.

В настоящее время ведутся исследования, и учёные пытаются синтезировать новые, максимально экологичные, более качественные по своим свойствам хладагенты. Разработкой альтернативных хладагентов озабочены многие государства, вкладывающие значительные финансовые средства в соответствующие исследования. По оценкам специалистов, за последние шесть лет на синтез новых хладагентов было потрачено свыше 2,4 миллиардов долларов.

Увы, пока говорить о каком-то идеальном по своим характеристикам хладагенте рано. Сегодня главное то, что удалось разработать хладагенты безопасные для человека и окружающей среды. Именно они и используются в бытовых холодильниках, в автомобилях и кондиционерах. [3]
Дальнейшее их совершенствование — дело времени.

Список литературы:

1. Холодильные машины и установки: Учеб. пособие/ П.И. Дячек. – Ростов н/Д: Феникс 2007. – 424 с. (Высшее образование)
2. <https://abxm-thermax.ru/abxm/>
3. <https://zoom.cnews.ru/publication/item/2490>

**Корниенко Александр Евгеньевич, Соловьев Сергей Павлович,
Куренский Алексей Владимирович**

ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ХОЛОДИЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТА ПЕЛЬТЬЕ

Дальневосточный федеральный университет

Аннотация: Модули Пельтье, применяемые в составе средств охлаждения электронных элементов, отличаются сравнительно высокой надежностью, и в отличие от холодильников, созданных по традиционной технологии, не имеют движущихся частей. И, как это отмечалось выше, для увеличения эффективности своей работы они допускают каскадное использование, что позволяют довести температуру корпусов защищаемых электронных элементов до отрицательных значений даже при их значительной мощности рассеяния. Также модуль является обратимым, т. е. при смене полярности постоянного тока горячая и холодная пластины меняются местами [1]. Однако кроме очевидных преимуществ, модули Пельтье обладают и рядом специфических свойств и характеристик, которые необходимо учитывать при их использовании в составе охлаждающих средств. [2]

Ключевые слова: эффект Пельтье, полупроводниковые термоэлектрические модули, контактный спай.

Эффект Пельтье - термоэлектрическое явление, при котором происходит выделение или поглощение тепла при прохождении электрического тока в месте контактного спая двух разнородных проводников.

Холодильники Пельтье, содержащие специальные полупроводниковые термоэлектрические модули, работа которых основана на эффекте Пельтье, открытом еще в 1834 г., являются чрезвычайно перспективными устройствами охлаждения. Подобные средства уже много лет успешно применяются в различных областях науки и техники. [1]

Классическая теория объясняет явление Пельтье тем, что при переносе электронов током из одного металла в другой, они ускоряются или замедляются внутренней контактной разностью потенциалов между металлами. В случае ускорения кинетическая энергия электронов увеличивается, а затем выделяется в виде тепла. В обратном случае кинетическая энергия уменьшается, и энергия пополняется за счёт энергии тепловых колебаний атомов второго проводника, таким образом он начинает охлаждаться.

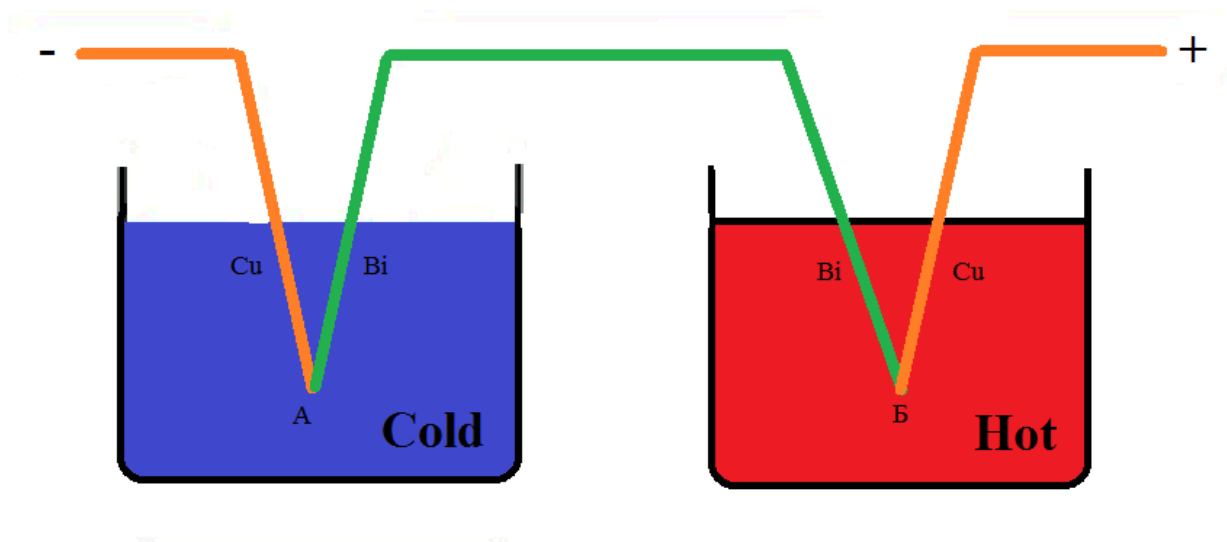


Рис. 1. Схема опыта эффекта Пельтье, Cu – медь, Bi – висмут

В представленной схеме опыта (рис.1) эффекта Пельтье при одинаковом сопротивлении проводников R ($Cu+Bi$), опущенных в калориметры, выделится одно и то же Джоулево тепло в каждом калориметре. Тепло Пельтье, напротив, в одном калориметре будет положительно, а в другом отрицательно. В соответствии с данной схемой можно измерить тепло Пельтье и вычислить значения коэффициентов Пельтье для разных пар проводников. [4]

Объединение большого количества пар полупроводников р- и n-типа позволяет создавать охлаждающие элементы — модули Пельтье сравнительно большой мощности. Структура полупроводникового термоэлектрического модуля Пельтье представлена на рис. 2.

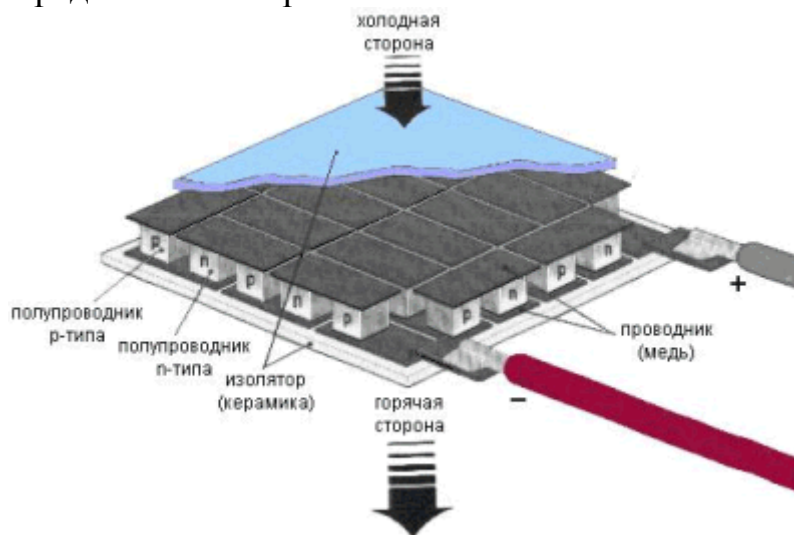


Рис. 2. Структура модуля Пельтье

Модуль Пельтье (рис.2), представляет собой термоэлектрический холодильник, состоящий из последовательно соединенных полупроводников р- и n-типа, образующих р-n- и n-p-переходы. Каждый из таких переходов имеет тепловой контакт с одним из двух радиаторов. В результате прохождения электрического тока определенной полярности образуется перепад температур между радиаторами модуля Пельтье: один радиатор работает как холодильник, забирая тепло и другой радиатор нагревается и служит для отвода тепла.

Использование модулей Пельтье в активных кулерах делает их существенно более эффективными по сравнению со стандартными типами кулеров на основе традиционных радиаторов и вентиляторов. Однако в процессе конструирования и использования кулеров с модулями Пельтье необходимо учитывать ряд специфических особенностей, вытекающих из конструкции модулей, их принципа работы, архитектуры современных аппаратных средств компьютеров и функциональных возможностей системного и прикладного программного обеспечения.

Также термоэлектрические модули Пельтье применяются:

- 1) в небольших бытовых и автомобильных холодильниках;
- 2) в охладителях воды;
- 3) в системах охлаждения электронных приборов и др.

К достоинству элементов Пельтье можно отнести:

- отсутствие механически движущихся частей, газов, жидкостей обеспечивают бесшумную работу для скрытности военной техники;
- небольшие размеры;
- возможность обеспечивать как охлаждение, так и нагревание;
- возможность плавного регулирования мощности охлаждения.

К недостаткам элементов Пельтье можно отнести:

- низкий КПД;
- высокая стоимость мощных модулей. [4]

Ниже приведен пример холодильника Пельтье:

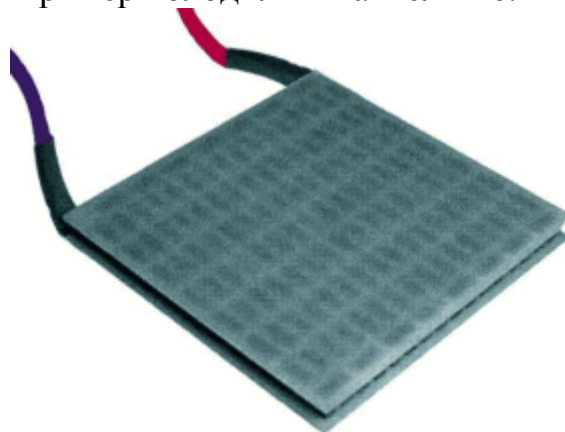


Рис. 3. Внешний вид холодильника PАР2Х3В

Размер модуля (рис.3) - 40×40 мм, максимальный ток - 6 А, максимальное напряжение - 15 В, потребляемая мощность - до 85 Вт, перепад температур — более 60 °С. При обеспечении мощного вентилятора модуль способен защитить процессор при рассеиваемой им мощности до 40 Вт. [2]

Охлаждающие устройства Пельтье вряд ли подходят для массового использования. Они достаточно дорогие и требуют правильного режима эксплуатации. Однако в случае необходимости сильного охлаждения процессоров кулеры Пельтье являются наиболее эффективными устройствами.

Появились сообщения об экспериментах по встраиванию миниатюрных модулей Пельтье непосредственно в микросхемы процессоров для охлаждения их наиболее критичных структур. Такое решение способствует лучшему охлаждению за счет снижения теплового сопротивления и позволяет значительно повысить рабочую частоту и производительность процессоров.

Работы в направлении совершенствования систем обеспечения оптимальных температурных режимов электронных элементов ведутся многими исследовательскими лабораториями. И системы охлаждения, предусматривающие использование термоэлектрических модулей Пельтье, считаются чрезвычайно перспективными. [3]

Список литературы:

- 1) Холодильные машины и установки: Учеб. пособие/ П.И. Дячек. – Ростов н/Д: Феникс 2007. – 424 с. (Высшее образование)
- 2) <https://www.ixbt.com/cpu/peltje.html>
- 3) https://studbooks.net/1822237/matematika_himiya_fizika/osobennosti_ekspluatatsii_moduley_pelte
- 4) <https://holodilshik.livejournal.com/9888.html>

Черкасов Андрей Владимирович

КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ МОСТИКА ХОЛОДА В ОКОННЫХ ПРОЕМАХ ЖИЛЫХ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

Научный руководитель: к.т.н. Федюк Роман Сергеевич

Аннотация: В статье приводится общее понятие явлению «мостика холода». Рассматривается один из наиболее распространённых и значительных по теплотерям мостик холода - оконной проем: причины возникновения и вариант решения проблемы. Подводится краткий итог.

Ключевые слова: мостик холода, теплоизоляция, теплотери, монтаж.

Проблема мостиков холода в каркасных (каркасно-монолитных) зданиях сейчас имеет место быть несмотря на то, что разработано немало способов ее решения. Дело в том, что многие способы трудоемкие или (и) весьма затратные. В связи с чем на стадии строительства либо экономят на этом, либо вовсе игнорируют. А ведь именно так происходят наибольшие теплопотери в зданиях и требуется большой расход энергоресурсов для поддержания тепла в помещениях в холодное время года.

Температурные мосты (мостики холода) – это те участки здания, которые наиболее теплопроводны. Кроме больших теплопотерь через мостики холода существуют такие проблемы, как: накопление конденсата [1], в связи с тем большая вероятность появления плесени [2,3], а также разрушения строительных материалов и конструкций из-за переувлажнения и коррозии (в случае металлокаркаса).

Один из самых распространенных мостиков холода – это оконный проем. Согласно статистическим данным почти каждое второе окно монтируется в проем с нарушением норм, что приводит к большим теплопотерям. Нередко встречаются случаи, когда между проемом и самим окном образуется щель от одного до нескольких миллиметров, через которую холодный воздух попадает в помещение.

Наиболее распространенные ошибки при устройстве оконных проемов следующие: 1) не наклеена на оконную раму пароизоляционная лента, или наклеена неправильно; 2) некачественная заделка щелей проема.

Как показывает статистика и опыт, на пароизоляционной ленте экономят вовсе, либо у низкоквалифицированных строителей возникают трудности при ее наклейке. Что касается утеплителя, то даже при использовании пены хорошего качества остаются пустоты и неполное примыкание к поверхностям. Кроме того, часто не учитывается то, что утеплитель практически всегда не работает как паро/гидроизолянт, что приводит к скорому разрушению заделки проема и появлению открытых теплопотерь через щели и пустоты.

Предлагается следующие решения проблем:

а) контролировать правильность и наличие наклеенной пароизоляционной ленты на оконную раму во время монтажа окна (такая лента стоит недорого (менее 1% от стоимости окна), однако предотвратит появлению влаги на раме в период эксплуатации, что сохранит утеплитель);

б) использовать качественную монтажную пену с низкой усадкой и требуемой адгезией (например, «ТЕХНОНИКОЛЬ 65 CONSTANT», стоимость которого составит не более 5-7 % от цены окна; не рекомендуется использовать пену «Macroflex» в связи с частыми случаями некачественной подделки бренда);

в) обязательно использовать гидроизоляционный герметик для наружной защиты монтажной пены от влаги/ дождя (стоимость – до 2-3% от цены окна).

Такие мероприятия, как мы видим, не очень дороги (суммарно до 10% от стоимости окна), однако влекут за собой существенное сокращение больших теплопотерь через оконные проемы. Более того, это комплекс работ не требует высокой квалификации и навыков, нужна лишь аккуратность выполнения.

Список литературы:

- 1.Шейна С.Г., Миненко А.Н. Анализ и расчет «мостиков холода» с целью повышения энергетической эффективности жилых зданий // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 4-1. – с. 131.
- 2.Заболотный Д.Ю. Температурные мосты или мостики холода в жилых зданиях и сооружениях // Аллея науки. – 2018. - №5. – с. 679-685.
- 3.Шилова Е.А., Шилов С.О., Хакимова В.А. Экспериментальное определение уязвимых мест для образования «мостиков холода» // StudArctic Forum. – 2017. - №5. – с. 93-98.

Черкасов Андрей Владимирович

УМЕНЬШЕНИЕ ТЕПЛОПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ НАРУЖНЫЕ СТЕКЛЯННЫЕ СТЕНЫ С МЕТАЛЛОКАРКАСОМ

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

Аннотация: В данной статье рассматривается применение керамического жидкого утеплителя в виде лакокрасочного материала, нанесенного на металлический каркас светопрозрачной ограждающей конструкции (стены), для значительного уменьшения теплопотерь из помещения.

Ключевые слова: керамический жидкий утеплитель, теплоизоляционная краска, металлокаркас, теплопроводность, теплопотери, вакуум.

В практике современного строительства наряду с традиционными стенами, выполненными из кирпичной кладки, монолитного или сборного железобетона, строительных блоков и подобных, стали широко применяться стеклопрозрачные стеновые ограждающие конструкции. При этом частота их применения возрастает, потому как такие стены придают фасаду здания современный архитектурный вид, открывают панорамный обзор изнутри и обеспечивают значительно большее количество естественного света, попадающее в помещение в светлое время суток.

Однако, наряду с преимуществами таких стен, есть и существенные недостатки, одним из которых является потеря тепла из помещения в зимний период. Теплотери происходят ввиду высокой теплопроводности самого стекла ограждающей конструкции, а также из-за рамы, которая нередко выполняется в виде металлокаркаса. Рассмотрим этот вариант.

Металлокаркас, выполненный из стали, имеет коэффициент теплопроводности примерно равный $45 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$, что в несколько раз превышает коэффициент теплопроводности даже железобетона, который равен $1,7 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$; а именно (на данном примере) в $45 / 1,7 = 26,47$ раз. В данном случае, не рассматривая стекло, очевидны большие теплотери путем теплопроводности металлического каркаса. Такое явление мы можем наблюдать в ходе телевизионного обследования (рисунок 1).

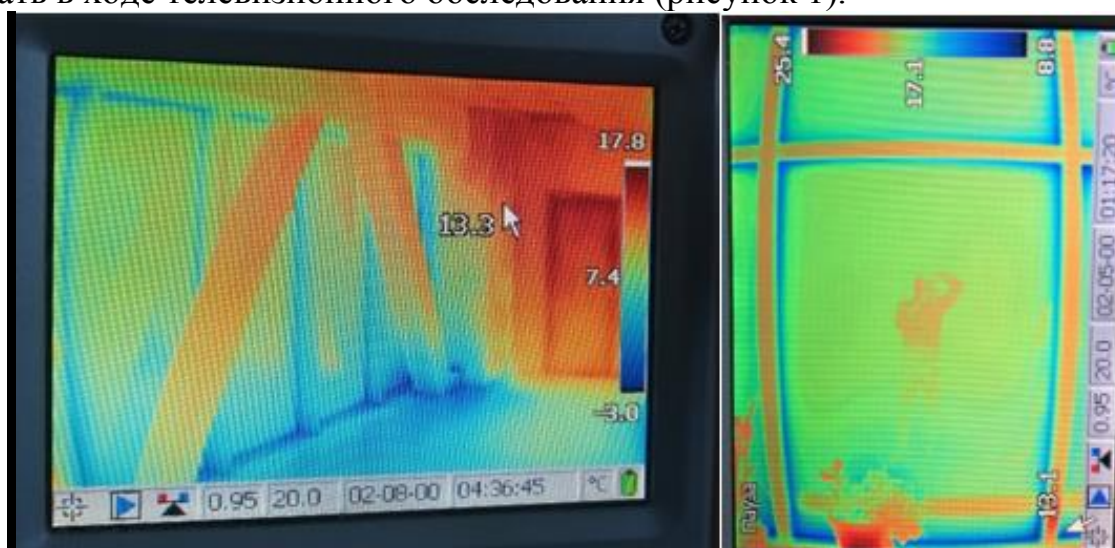


Рис. 1. Выявление теплотерь тепловизионным обследованием

В качестве метода по уменьшению рассматриваемых теплотерь предлагается нанесение специальных лакокрасочных покрытий. Краска представляет собой жидкий керамический утеплитель, имеющий пастообразную консистенцию. Основные компоненты краски: вакуумные керамические шарики, вакуумные силиконовые шарики, латексная смесь с акрилом. Шарики имеют микроскопические размеры (0,01-0,02 мм). Для нанесения краски на поверхность целесообразно использовать распылитель. Рекомендуется наносить два – три слоя покрытия. Также, преимуществом такого лакокрасочного покрытия является отсутствие на поверхности конденсата, что не приведет к образованию плесени и грибка.

Установлено опытным путем, что при толщине нанесения в 1 см на металлические трубы результаты температур поверхности труб до и после нанесения соответственно равны $+84^{\circ}\text{C}$ и $+47^{\circ}\text{C}$ (снижение теплопроводности на 44 %. Так как диапазон рабочих температур краски от -50°C до 250°C , то

можем утверждать о аналогичном снижении теплопроводности металлокаркаса как рамы стеклопрозрачного ограждения.

Таким образом, удалось решить проблему утечки тепла через раму стеклянной стены и сократить уход тепла из помещения путем нанесения керамического лакокрасочного покрытия.

Список литературы:

1. Шеина С.Г., Миненко А.Н. Анализ и расчет «мостиков холода» с целью повышения энергетической эффективности жилых зданий // Инженерный вестник Дона. – 2012. – № 4-1. – с. 131.
2. СП 50.13330.2012 Тепловая защита здания. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 - Введ. 2012-01-01 – М.: Минрегион России, 2012.
3. Мелешко А.В., Логинова Г.А. Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов. // Современные лакокрасочные материалы и технологии создания защитно-декоративных покрытий на изделиях из древесины. - Красноярск. - 2014. - с. 1-7.