

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – НЕФТЕГАЗОВОМУ РЕГИОНУ

Материалы

*Международной научно-практической конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых*

Том IV

*Проектирование, сооружение и эксплуатация систем
транспорта и хранения нефти и газа*

Строительные материалы, изделия и конструкции

Проблемы промышленного, гражданского и дорожного строительства

Тюмень
ТИУ
2017

УДК 622.32
ББК 72
Н 76

Ответственный редактор
кандидат технических наук, доцент П. В. Евтин

Редакционная коллегия:

к. т. н., доцент (зам. отв. редактора) К. В. Кусков;
к. т. н., доцент М. А. Александров,
к. т. н., доцент Г. А. Зимакова,
к. т. н., профессор А. П. Малышкин

Н 76 Новые технологии – нефтегазовому региону : материалы междуна-
дународной научно-практической конференции / Т. 4. — Тюмень :
ТИУ, 2017. — 380 с.

ISBN 978-5-9961-1483-2 (*т. 4*)
ISBN 978-5-9961-1484-9 (*общ.*)

В издании опубликованы статьи и доклады, представленные на Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, в которых изложены результаты исследовательских и опытно-конструкторских работ по широкому кругу вопросов.

В состав четвертого тома вошли материалы работы секций: «Проектирование, сооружение и эксплуатация систем транспорта и хранения нефти и газа», «Строительные материалы, изделия и конструкции», «Проблемы промышленного, гражданского и дорожного строительства».

Издание предназначено для научных, социально-гуманитарных и инженерно-технических работников, а также аспирантов и студентов технических и гуманитарных вузов.

УДК 622.32
ББК 72

ISBN 978-5-9961-1483-2 (*т. 4*)
ISBN 978-5-9961-1484-9 (*общ.*)

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет», 2017

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «Проектирование, сооружение и эксплуатация систем транспорта и хранения нефти и газа»	15
Криогенный бластинг как эффективный способ очистки поверхностей теплообменников	15
<i>Акулов К.А., Голик В.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Устройство для ведения экскаватора при осуществлении технологического процесса вскрытия траншеи	18
<i>Ахмедов А.М.</i>	
Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград	
Комплексная механизация строительства магистральных трубопроводов	21
<i>Ахметова Е.Б., Коркишко А.Н.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Создание автоматизированной программы для расчёта глубины оттаивания ММГ при взаимодействии с нефтепродуктопроводом	24
<i>Байдакова Я.С., Шабашов А.П., Черенцов Д.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
О воздействии СВЧ-излучением как методе снижения вязкости нефти при транспортировке по магистральным трубопроводам	28
<i>Воробьев И.Ю.¹, Рожкова В.В.², Бакин Д.А.³</i>	
¹ Тюменский государственный университет, г. Тюмень; ^{2,3} Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.	
Процесс увлажнения грунтов оснований хранилищ нефти и нефтепродуктов... 32	
<i>Гильдебрандт М.И., Антропова Л.Б., Грузин А.В.</i>	
Омский государственный технический университет, г. Омск	
Технология сооружения и ремонта трубопроводов в условиях заболоченной местности..... 34	
<i>Гильмияров Е.А., Силина И.Г.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Современный способ теплоизоляции надземных технологических трубопроводов, эксплуатирующихся в условиях Крайнего Севера и Восточной Сибири с помощью конструкции, выполненной в виде скорлуп из интегрального пенопласта..... 36	
<i>Горбунов А.О.</i>	
Уфимский государственный нефтяной технологический университет, г. Уфа	
Нахождение оптимального пути прокладки трассы трубопровода с учетом топографических особенностей. 38	
<i>Григорьева П.В., Воронин К.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	

Системы обеспечения безопасности магистральных трубопроводов.....	42
<i>Евтеева А.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Исследование влияния характеристик валов насосных агрегатов на крутильные колебания	44
<i>Логиновских В.М., Черенцов Д.А., Пирогов С.П.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Проектирование подводного перехода методом наклонно-направленного бурения	47
<i>Сыч К.М., Токарев В.В.</i>	
Омский государственный технический университет, г.Омск	
Строительство нефтесборных сетей на мерзлых грунтах.....	49
<i>Чертков П.Ю., Огороднова Ю.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Расчет неоднородного элемента конструкции по механике композитов	52
<i>Шаптала И.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень	
Конструктивные особенности термостабилизаторов.....	56
<i>Якупов А.У., Воронин К.С., Черенцов Д.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
СЕКЦИЯ «Строительные материалы, изделия и конструкции».....	58
Влияние высокодисперсного микронаполнителя и добавок-суперпластификаторов на свойства самоуплотняющегося бетона.....	58
<i>Абайдуллина В.И.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Применение ШХВО в дорожно-строительных материалах.....	61
<i>Абайдуллина Т.Н., Зенкин И.Н.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень	
Разработка состава керамического кирпича с применением шлаков ООО «УГМК-Сталь».....	64
<i>Алексеев В.С., Бурдукова А.А.</i>	
Тюменский Индустриальный Университет, г. Тюмень	
Исследование влияния модификаций на основе техногенных отходов нерудного производства на долговечность бетонов.....	67
<i>Ахтямов В.Ф</i>	
Тюменский индустриальный университет,г. Тюмень	
Шлакощелочной цемент	71
<i>Ашуров М.А., Вахобов Б.Н.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	

Эффективность решения оптимизации свойств ячеистых бетонов автоклавного твердения.....	74
<i>Баянов Д.С., Шарко П.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Разработка состава силикатного кирпича с применением отвалных шлаков ООО «УГМК-Сталь»	77
<i>Бурдукова А.А., Алексеенко В.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Двухтавровые деревянные балки	79
<i>Волынец С.И.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Армирование как способ обеспечения долговечности деревянной балки	80
<i>Воробьев Я.В., Сальный И.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Интенсификация процессов приготовления строительных смесей.....	84
<i>Гаевой С.Ю.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Исследование по оптимизации гранулометрического состава цемента.....	87
<i>Гринчишин М.В., Улихина А.В., Орлов В.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Жароупорный бетон с применением опаловых пород	90
<i>Гуляев Н.О.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Инновационные 3D технологии в строительстве	93
<i>Демиденко О.В.</i>	
Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, г. Омск	
Исследование влияния стальных фибр на механические свойства бетона.....	95
<i>Жукова В.В., Бочкарева О.С., Каспер Е.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Преобразование отпора грунта R_z в нагрузку на грунтовое основание P_z при моделировании фундаментной плиты	98
<i>Захарченко Ю.С., Епифанцева Л.Р.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Повышение пуццолановой активности техногенного сырья и создание на его основе реакционно-порошковой комплексной добавки (РПКД).....	102
<i>Зелиг М.П., Старцева Н.Н.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Исследование влияния гранулометрического состава заполнителя из техногенного сырья на прочность бетонов	105

<i>Илясова С.В., Хайретдинов И.З.</i>	
Тюменский индустриальный университет, Тюмень	
Оптимизация структуры бетона, твердеющего в условиях тепловой обработки	108
<i>Каспер Е.А., Селезнёва А.И., Каспер Е.И.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Энергоэффективные стеновые материалы для малоэтажного строительства..	112
<i>Каспер Е.И., Тарасов Р.А., Каспер Е.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Технология дробления и тонкого измельчения резиновых отходов	115
<i>Кодиров В.М.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Разработка эффективного теплоизоляционного материала на основе сырьевых ресурсов тюменского региона	118
<i>Ли Д. Л., Старцева Н.Н.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Ремонт и восстановление железобетонных конструкций.....	121
<i>Лотов А.А., Сохоян М.О.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Прогнозирование просадок одиночных вдавливаемых свай с учетом их совместной работы	124
<i>Люшакова О.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Создание критериев эффективности внедрения техногенного и некондиционного сырья в качестве дополнительного источника сырьевой базы для производства строительных материалов в условиях Западной Сибири и Дальнего Востока	128
<i>Максимов Л.И., Пожидаев Д.А., Слобожанина М.И., Иозефатова А.И.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток	
Анализ схем каркасного строительства многоэтажных зданий	130
<i>Матвеева М.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Исследование влияния добавки серы на свойства битума и асфальтобетона ...	134
<i>Мухаметова Л.С., Юмина В.А., Ястремский Д.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Многоярусная система песчаных подушек с замкнутым армированием в качестве фундаментов для малоэтажных зданий	136
<i>Лузин А.Ю.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.	

Монолитные железобетонные конструкции	139
<i>Назаров Р.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Моделирование металлической структурной конструкции «Разструк» в ПК Robot Structural.....	141
<i>Огурцова А.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет г. Тюмень	
Раздвижная металлическая конструкция "Разструк"	143
<i>Огурцова А.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет г. Тюмень	
Структурные конструкции покрытия	146
<i>Огурцова А.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет г. Тюмень	
Защита конструкций из ЛСТК от коррозии	148
<i>Простакишина Д.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.	
Статистика нормативного освещения новоизобретенных конструкций.....	152
<i>Радаева О.А., Наумкина Ю.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Численное моделирование ленточно-мембранного фундамента	155
<i>Радаева О.А., Наумкина Ю.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Сравнение методов расчета несущей способности изгибаемых элементов из полистиролбетона.....	157
<i>Рерих Е.В., Ефимов. А.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Повышение прочностных показателей керамзитобетонных блоков.....	160
<i>Реутова К.В., Каспер Е.А., Бочкарёва О.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Улучшение эксплуатационных характеристик керамзитобетонных блоков	163
<i>Реутова К.В., Каспер Е.А., Каспер Е.И.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Способы регулирования плотности изделий из силикатного бетона	165
<i>Рюпина Е.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Обеспечение долговечности цельнодеревянных армированных конструкций. 167	
<i>Сальный И.С., Воробьев Я.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	

Методы повышения долговечности дорожных плит	170
<i>Селезнева О.И., Буратчук Д.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Подвижность бетонной смеси в условиях сухого жаркого климата	173
<i>Селезнева О.И., Суровцев И.А., Рюпина Е.А., Улихина А.В., Асоев Н.Н.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Характерные дефекты железобетонных конструкций при монолитном строительстве	176
<i>Сироткин А.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Исследование прочности стеклопластиковой арматуры	180
<i>Соляр В.Б.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Самоуплотняющийся бетон.....	183
<i>Сохоян М.О., Лотов А.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
О работе сборных железобетонных плит перекрытий крупнопанельных жилых домов серии 121/14Т	186
<i>Студинская М.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Факторы, влияющие на долговечность железобетонных конструкций	189
<i>Студинская М.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Распределение по размерам частиц вяжущего в процессе гидратации цементных композиций	191
<i>Суровцев И.А., Орлов В.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Повреждения металлических конструкций при воздействии огня.....	194
<i>Тоноян М.Г.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Лабораторные испытания грунта для исследования зависимости его деформационных характеристик от коэффициента уплотнения	197
<i>Тропин В.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Сравнение несущей способности винтового соединения по результатам аналитического расчёта, эксперимента и моделирования в программном комплексе	199
<i>Федорчук Е.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	

Остаточное напряженно-деформированное состояние грунтового основания 138.1	202
<i>Чернова А.Ю.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Исследование свойств полимернобитумновермикулитовой композиции	205
<i>Шабанова Ю.Н., Абайдуллина Т.Н., Ястремский Д.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Исследование физико-механических свойств бетонов, полученных на модифицированном цементном вяжущем.....	207
<i>Шабанова Ю.Н., Абайдуллина Т.Н.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Планирование эксперимента при разработках ячеистых бетонов автоклавного твердения.....	209
<i>Шарко П.В., Старцева Н.Н.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Определение усталостной долговечности щебеночно-мастичного асфальтобетона в программном комплексе ANSYS.....	212
<i>Ястремский Д.А., Шанхоев З.Ш., Шабанова Ю.Н.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
СЕКЦИЯ «Проблемы промышленного, гражданского и дорожного строительства»	215
Моделирование дорожно-строительных процессов	215
<i>Агапкин Г.М. Янкин Г.Д. Замятин А.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Обоснование принципов построения системы определения топологии внутренней поверхности РВС	217
<i>Андреева М.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Введение пешеходной фазы как фактор влияния на безопасность и пропускную способность на регулируемых пересечениях	221
<i>Ануфриева Т.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Анализ причин снижения эксплуатационной надежности цементогрунта дорожного назначения и методов его модификации	223
<i>Анненкова А.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Область применения методов и способов профилактики и борьбы с зимней скользкостью на мостах и путепроводах в городских условиях.....	226
<i>Бакаев В.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	

Совершенствование технологии строительства автомобильных дорог с использованием буровых шламов.....	229
<i>Бойко М.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Применение трехмерной графики в строительстве	232
<i>Воронцов Е.О.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.	
Обеспечение трещиностойкости асфальтобетонного покрытия на автомобильных дорогах Тюменской области (на примере Уватского района). 234	
<i>Гостев Д.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Факторы, влияющие на несущую способность свайных фундаментов, и способы её повышения	237
<i>Джабраилова К.Р.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Контактный слой «фундамент – грунтовое основание» при промерзании и оттаивании.....	241
<i>Духонин А.В., Степанов М.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Обоснование геометрических параметров цементогрунтовой плиты.....	243
<i>Жигайлов А.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Использование нефтешлама в дорожном строительстве	248
<i>Каримов Д.М.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Эффективность малоэтажного домостроения	251
<i>Кирамов З.Р., Баянов Д.С., Ибрагимова М.Г.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
О корректировке статистических критериев прогнозирования уровня аварийности в результате проведения дорожно-ремонтных работ по современным технологиям	253
<i>Косинцева А.Н.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Анализ масштабного фактора при моделировании автомобильной дороги на многолетнемерзлых грунтах	256
<i>Макаров А.С., Шанхоев З.Ш., Земеров И.В., Скворцов Д.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Анализ работы дорожной одежды с основанием из укрепленных грунтов	259
<i>Кубасов Д.В., Кожемякина Т.Д. Мартынов М.В.</i>	

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Проектирование состава асфальтобетонной смеси по методу «Supergrave» для условий юга Тюменской области	263
<i>Куделина О.Н., Замятин А.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Использование буринъекционных свай для усиления оснований и фундаментов	265
<i>Кукарский С.Н.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Использование замороженного основания при строительстве водорпусных труб на автозимниках с продленным сроком службы	269
<i>Соколова А.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Разработка корреляционных зависимостей характеристик транспортных потоков в различных метеорологических и дорожных условиях городов Уральского федерального округа	272
<i>Лоцинина И.Е.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Оценка соответствия нормативов в сфере организации зимнего содержания улиц и дорог факторам внешней среды г. Тюмени	275
<i>Марамчина А.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Определение коэффициента эффективности для комбинированных фундаментов в грунтовых условиях, характерных для юга Тюменской области	278
<i>Миллер Е.В., Степанов М.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Стабилизация торфяных грунтов при строительстве автомобильных дорог ...	281
<i>Москалёв В.А., Замятин А.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Снижение ресурсоемкости работ по зимнему содержанию улиц и городских дорог за счет термической утилизации снега	284
<i>Набоков И.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Оценка температурного режима узла примыкания оконного блока к проему в наружной стене.....	287
<i>Новикова А.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	

Оценка изменения скоростных режимов в зимний период при различных состояниях покрытия автомобильных дорог общего пользования федерального значения в границах Тюменской области 291

Одинцов Д.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

К вопросу о выборе способа заделки дефектов на асфальтобетонном покрытии в холодное время года 294

Панова Е.А., Андронов Р.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

О возможности организации государственно-частного партнерства в сфере дорожного строительства при реализации проектов на территории Тюменской области 297

Санников С.П., Пантелеева М.Б.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

О технике для заглаживания бетонных поверхностей и проблемах ее применения в жилищном строительстве 300

Парамонова М.О., Семениченко М.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Исследование влияния износостойких слоев на прочностные свойства дорожных конструкций 303

Пирумшохи М.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Технологии усиления каменных конструкций комплексными методами 306

Ванина Ю.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Исследование и анализ типового проекта АСУ первой ступени сепарации установки комплексной подготовки газа 309

Репецкая О.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Оценка экономической эффективности сезонных ограничений движения транспортных средств на автомобильных дорогах Тюменской области 311

Рудаков В.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

О решении вопроса закрепления быстровозводимых временных опор ЛЭП при обустройстве нефтегазовых объектов Тюменской области 314

Семениченко М.А., Парамонова М.О.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Экспериментальное исследование песчаной подушки с контурным армированием в сезоннопромерзающих пучинистых грунтах 317

Скворцов Д.С., Краев Ан.Н., Макаров А.С., Васенин П.И., Твердохлеб С.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Проектирование непрерывного движения транспорта на улице Республики в г. Тюмени	321
<i>Слепокуров К.И.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Оценка экономических потерь от дорожно-транспортных происшествий в городе	324
<i>Субботина К.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Срок службы разметочных материалов	326
<i>Субботина К.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Фундаменты мобильных зданий. Выбор оптимальной формы пневматического фундамента	329
<i>Супнес Е.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
О необходимости совершенствования транспортного пересечения улиц Пермякова и Широтная в г. Тюмени	332
<i>Тимоховец В.Д., Кузук А.Ю.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Типизация улиц и городских дорог крупнейших городов Российской Федерации	335
<i>Тимоховец В.Д., Сысуев Д.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Анализ наличия и распространения на юге Тюменской области грунтов, пригодных для дорожного строительства	339
<i>Тюленев А.О., Замятин А.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Анализ причин неудовлетворительной работы циркуляции системы горячего водоснабжения.....	341
<i>Клецин В.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Настенные кондиционеры нового поколения	344
<i>Зайцев А.Е., Кудакаев А.Р.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Современные системы местной вентиляции	347
<i>Шестопалова Е.И., Кудакаев А.Р.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Расчет параметров для горизонтальных и трубчатых отстойников	351

- Глущенко Е.С.*
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень
Анализ способов строительства насыпей площадных объектов на слабых основаниях нефтегазовых месторождений..... 354
- Шабалин М.А., Малышкина А.В., Замятин А.В.*
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень
Обезвоживание шламовых отходов при утилизации в дорожном строительстве 356
- Шарапов С.О.*
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень
Испытание буроинъекционных свай типа «Атлант», выполненных при освоении подземного пространства объекта культурного наследия в г. Тюмени 359
- Степанов М.А., Шпакович А.А.*
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень
Влияние коэффициента жёсткости упругой среды на частоты свободных колебаний полиэтиленовых труб при полуподземной прокладке..... 361
- Разов И.О.*
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень
Положительные стороны усиления грунтовых оснований геосинтетическими материалами 366
- Абдирова А.Н.*
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень
Графический дизайн как «визуальная метафора» 369
- Бортвина Ю.С., Шулер И.В.*
Тюменский государственный университет, г. Тюмень Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень
Повышение долговечности конструкций на основе гипсовых вяжущих. 371
- Волынец С.И.*
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.
Профессиональная ориентация в процессе обучения русскому языку как иностранному в инженерном вузе при работе с лексикой 373
- Массалова А.Э.*
Тюменское высшее военно-инженерное командное училище имени маршала инженерных войск А.И. Прошлякова
Раздвижное металлическое структурное покрытие типа «РАЗСТРУК» 377
- Чумаков Д.О., Дёмин В.А.*
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень,

СЕКЦИЯ «Проектирование, сооружение и эксплуатация систем транспорта и хранения нефти и газа»

Криогенный бластинг как эффективный способ очистки поверхностей теплообменников

Акулов К.А., Голик В.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Одной из важнейших операций при техническом обслуживании и ремонте теплообменных аппаратов является очистка поверхностей от различных загрязнений. Очистка связана с большим расходом энергии, химических материалов и воды, а также с вредным воздействием на окружающую среду. Вопросам очистки посвящено большое количество литературы [1-19]. В современных условиях требования к экологической чистоте и энергосбережению становятся всё более строгими. Очистка металлических поверхностей от различных загрязнений достаточно сложная проблема и для её решения необходимо применять эффективные методы, одним из которых является метод криогенного бластинга.

Криогенный бластинг (обработка гранулами сухого льда) — это эффективный способ очистки поверхностей от загрязнений с помощью высокоскоростной струи гранул сухого льда основывается на трех основных принципах:

1) Гранулы сухого льда имеют значительно более низкую температуру (-79°C) по сравнению с очищаемой поверхностью. Резкое снижение температуры поверхностного слоя вызывает эффект «термического шока», при котором охлажденные до хрупкого состояния загрязнения легко отслаиваются от поверхности вследствие различий их коэффициентов линейного расширения.

2) При соударении с поверхностью объекта к гранулам подводится огромное количество тепла. В результате твердые частицы сухого льда мгновенно нагреваются и переходят в газообразное состояние, стремясь расшириться в сотни раз. Образовавшийся газ, частично проникая в пространство между очищаемой поверхностью и загрязнениями, образует так называемый «газовый клин», сдирающий под давлением частицы загрязнений с поверхности.

3) Кинетическая энергия гранул сухого льда, вылетающих из сопла пистолета со скоростью, близкой к скорости звука, оказывает перманентное механическое воздействие на поверхность, удаляя загрязнения при соударении.

Данная технология уменьшает влажность процесса и снижает риск роста бактерий и образования ржавчины. Очистка сухим льдом является экологически полноценным технологическим процессом и не наносит вре-

да окружающей среде. Тройной эффект воздействия (кинетический, термический, динамический) потока сухого льда обеспечивает высокоэффективную очистку поверхности даже мягких материалов без их повреждения.

При очистке сухим льдом достигается эффективная очистка поверхности от: масложировых загрязнений, лакокрасочных покрытий, нагаров, полимерных покрытий, других загрязнений. Достоинства метода очистки гранулами сухого льда: сухой метод (очистка без использования воды или иных жидкостей); очищаемая поверхность не повреждается; не требуется утилизации отходов (после очистки сухой лед испаряется, превращаясь в углекислый газ); низкие трудозатраты; неабразивный метод (отсутствие абразивного эффекта позволяет эффективно чистить даже легко повреждаемые материалы); безопасность для персонала и окружающей среды; нет необходимости в отключении электропитания.

Библиографический список

1. Akulov K., Golik V., Chekardovsky M., Serebrennikov A. Research of spined heat-exchanging pipes // В сборнике: MATEC Web of Conferences 15. Сер. "15th International Conference "Topical Problems of Architecture, Civil Engineering, Energy Efficiency and Ecology - 2016", TRACEE 2016" 2016. С. 01027.

2. Акулов К.А. Игольчатое оребрение теплообменных труб аппаратов воздушного охлаждения газа // В сборнике: Новые технологии - нефтегазовому региону Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией Е.А. Григорьян. 2010. С. 52-54.

3. Акулов К.А. Использование испарительно-конденсационных систем при охлаждении газа на компрессорных станциях // В сборнике: Интерстроймех-2005 Сборник трудов международной научно-технической конференции. 2005. С. 67-68.

4. Акулов К.А. Совершенствование аппаратов воздушного охлаждения применением игольчатоорёбрённых теплообменных труб // В сборнике: Проблемы функционирования систем транспорта Материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (с международным участием). 2014. С. 38-43.

5. Акулов К.А. Совершенствование теплообменных труб аппаратов воздушного охлаждения газа // В сборнике: Проблемы эксплуатации систем транспорта 2005. С. 11-12.

6. Акулов К.А., Голик В.В. Очистительное устройство аппаратов воздушного охлаждения газа // В сборнике: Проблемы функционирования систем транспорта Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных: в 2 томах. Ответственный редактор В. И. Бауэр. 2015. С. 27-32.

7. Акулов К.А., Голик В.В. Современное оборудование эффективной очистки теплообменников // В сборнике: Проблемы функционирования систем транспорта материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (с международным участием): в 2-х томах. 2016. С. 8-12.

8. Акулов К.А., Голик В.В., Пономарёва Т.Г. Очистка аппаратов воздушного охлаждения газа // Фундаментальные исследования. 2015. № 12-3. С. 453-456.

9. Акулов К.А., Голик В.В. Совершенствование аппаратов воздушного охлаждения применением игольчаторебрённых теплообменных труб // В сборнике: Нефтегазовый терминал сборник научных статей памяти профессора Н. А. Малюшина. Тюмень, 2015. С. 9-15.

10. Акулов К.А., Истомина А.В. Повышение теплопроизводительности рекуперативных теплообменников // В сборнике: Новые технологии - нефтегазовому региону Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2011. С. 44-45.

11. Акулов К.А., Матанцев П.А. Эксплуатация и ремонт аппаратов воздушного охлаждения // В сборнике: Новые технологии - нефтегазовому региону Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2011. С. 45-49.

12. Акулов К.А., Матанцев П.А., Истомина А.В. Техническое обслуживание и ремонт аппаратов воздушного охлаждения // В сборнике: Нефть и газ Западной Сибири материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 55-летию Тюменского государственного нефтегазового университета. Ответственный редактор: О. Ф. Данилов. 2011. С. 5-8.

13. Байдакова Я.С., Шабашов А.П., Акулов К.А. Применение перегородок отбойников в конструкции кожухотрубчатого теплообменника // В сборнике: Нефтегазовый терминал сборник научных статей международной научно-технической конференции. 2016. С. 13-15.

14. Байдакова Я.С., Шабашов А.П., Акулов К.А. Разновидности пластинчатых теплообменников // В сборнике: Нефтегазовый терминал сборник научных статей международной научно-технической конференции. 2016. С. 11-13.

15. Газовое оборудование, приборы и арматура газораспределительных сетей и газохранилищ: учебное пособие / Акулов К.А., Земенков Ю.Д., Гульков А.Н., Петряков В.А., Шиповалов А.Н. Тюмень: ТИУ, 2016. 317 с.

16. Газовые сети и газохранилища: учебное пособие / Фёдорова Л.Я., Земенков Ю.Д., Шалай В.В., Прохоров А.Д., Гальянов А.И., Гульков А.Н., Мартынюк О.С., Акулов К.А., под ред. Земенкова Ю.Д. Тюмень: Издательство "Вектор Бук", 2004. 208с.

17. Устройство и эксплуатация газотурбинных установок: учебное пособие / Шабаров А.Б., Шалай В.В., Земенков Ю.Д., Акулов К.А., Чекардовский С.М., под ред. Земенкова Ю.Д. Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. 434 с.

18. Эксплуатация магистральных и технологических нефтегазопроводов. Распределение и учёт: учебное пособие / С.Ю. Подорожников, В.А. Петряков, В.А. Курушина, К.А. Акулов, Д.А. Серебренников, В.О. Некрасов, Л.Я. Фёдорова, Р.Е. Левитин, С.М. Чекардовский, А.М. Куликов, Ю.Д. Земенков, Л.М. Маркова, Т.В. Сорокина, С.М. Дудин, под ред. Ю.Д. Земенкова. Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. 370 с.

19. Эксплуатация технологического оборудования автозаправочных станций: учебное пособие / К.А. Акулов, Ю.Д. Земенков, В.А. Петряков, С.Ю. Подорожников. Тюмень: ТюмГНГУ, 2014. 344 с.

Научный руководитель: Земенков Ю.Д., д.т.н., профессор.

Устройство для ведения экскаватора при осуществлении технологического процесса вскрытия траншей

Ахмедов А.М.

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград

Технологический процесс вскрытия траншей при осуществлении строительства и методов капитальных ремонтов участков магистральных трубопроводов выполняется при помощи землеройных машин циклического и непрерывного действия. К землеройным машинам циклического действия относятся одноковшовые экскаваторы, а к машинам непрерывного действия - роторные траншейные экскаваторы.

При вскрытии траншеи одноковшовым экскаватором машинист последовательно перемещает машину от одной стоянки к другой. При вскрытии магистрального трубопровода роторным траншейным экскаватором, машинист ведет вскрытие траншеи непрерывно. В первом и во втором случаях существует проблема, заключающаяся в том, что машинист экскаватора должен ориентироваться в пространстве и знать где находится подземный магистральный трубопровод. Кроме этого, на прямых участках, а также в местах, где трубопровод меняет свое положение, возникает риск повреждения целостности трубопровода. Применение вешек [1], установленных по оси трубопровода, при осуществлении технологического процесса вскрытия магистрального трубопровода нецелесообразно, так как они будут препятствовать перемещению вскрышной машины. Кроме этого, по мере приближения машины к каждой последующей вешке, необходимо будет ее убирать полностью.

В [2] предлагается специальное устройство, посредством которого можно зафиксировать положение линии оси трубопровода на поверхности и других, необходимых для вскрытия траншеи линий в плоскости поверх-

ности земли. Фиксация положения оси трубопровода, согласно [2], можно выполнить при помощи нанесения линий разметки, что является наиболее оптимальным решением. С помощью нанесения линий разметки «характерных» линий на поверхность земли можно значительно упростить работу машиниста экскаватора.

В полевых условиях, в промежутке между вешками положение оси магистрального трубопровода, может никак не закрепляться и машинист экскаватора сам, доверяя своему опыту должен вести вскрытие. В случае вскрытия траншеи с использованием координат местоположения магистрального трубопровода [1], тоже возникают некоторые трудности. Так, например, при использовании существующих систем GPS и ГЛОНАСС, присутствует погрешность в пространственном позиционировании машины. Эта погрешность составляет порядка 60 см. [2,3], что ставит под вопрос применение данных систем для вскрытия траншей.

Для решения сложившиеся проблемы, разработано специальное инновационное устройство для точного ведения вскрышных машин, при осуществлении технологического процесса вскрытия траншеи. Устройство для точного вождения экскаватора разработано универсальным. Оно может быть смонтировано как на одноковшовом, так и на многоковшовом экскаваторе.

Устройство состоит из несущей пространственной рамы 1, на которой установлен металлический корпус 2, внутри которого жестко закреплена штанга с резьбой 3 и направляющий металлический канал 4, в котором установлена система направляющих роликов 5 (условно не показана). По резьбе передвигаются два привода 6, которые приводятся в движение при помощи электродвигателей 7. К системе направляющих роликов 5, посредством планок 8 и к приводам 6, жестко присоединена рама 9, на которой смонтировано большое колесо 10 с возможностью поворота и высотой регулировки, при помощи домкратов 11. На большом колесе установлено два направляющих колеса 12 и 13, контроль положения которых осуществляется посредством специально закрепленных видеокамер 14 и 15, смонтированных на консоли 16. Прижим колес 12 и 13 к поверхности грунта осуществляется посредством домкратов 17 и 18.

Для точного ведения машины до вскрытия траншеи, требуется нанести на поверхность земли одну линию разметки, которая будет лежать на оси вскрываемой трубы, либо параллельно трубе. Кроме этого для точного ведения вскрышной машины с присоединенным устройством, машинисту необходимо направлять вскрышную машину строго вдоль размеченной линии, направляя для этого колеса 12 и 13 строго по ней. При этом контроль положения направляющих колес, машинист экскаватора может контролировать не останавливая технологический процесс вскрытия, в режиме реального времени по дисплею, на который выводится видеоизображение с камер видеонаблюдения. Дисплей находится в кабине машиниста экскаватора.

Устройство выполнено таким образом, чтобы обеспечить полную регулировку его положения без привлечения ручного труда. Для управления устройством в кабине машиниста установлен пульт управления. Для работы домкратов устройства гидросистема устройства подключается к гидросистеме экскаватора. Пространственная имитационная модель устройства показана на рисунке 1.

За счет конструктивного исполнения устройства раму 9, колесо 10 и направляющие колеса 12 и 13 можно перемещать вверх, вниз, а также осуществлять их перемещение поперек движения экскаватора по штанге с резьбой 3.

Устройство позволит с высокой степенью точности осуществить технологический процесс вскрытия траншеи, повысить производительность выполнения работ и упростить работу машиниста экскаватора. Ведение землеройной машины строго по проектной траектории, позволит сократить непроизводительные перемещения вскрышной машины.

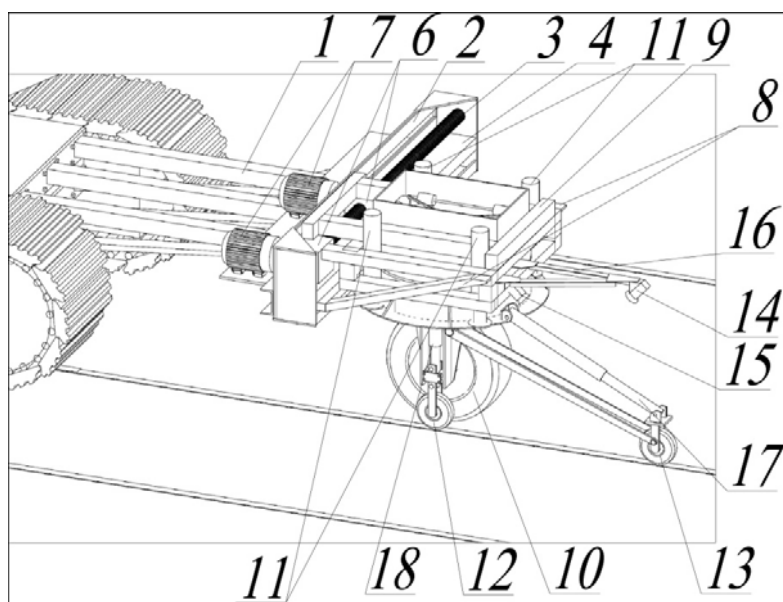


Рисунок 1. Устройство для ведения экскаватора
 где 1 - несущая пространственная рама, 2 - металлический корпус, 3 - штанга с резьбой, 4 - металлический канал, 5 - система направляющих роликов (условно не показана), 6 – привод, 7 – электродвигатель, 8 – планка, 9 – рама, 10 - большое колесо, 11 – домкрат, 12,13 - направляющие колеса, 14, 15 – видеокамеры, 16 – консоль, 17, 18 –домкраты направляющих колес

Вследствие чего, снижается вредное воздействие на окружающую среду, посредством уменьшения времени на выполнение процесса, а соответственно уменьшаются затраты топлива, что ведет к уменьшению вредных выбросов в атмосферу.

Библиографический список

1. Абрамян С. Г., Ахмедов А. М. Технологическая схема замены изоляции при реконструкции и капитальном ремонте магистральных трубопроводов с применением ГИС-технологий // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит. 2013. №. 30(49). С. 342—345.

2. Ахмедов А.М. Совершенствование подготовительных процессов при осуществлении земляных работ на линейной части магистральных трубопроводов // Инженерный Вестник Дона, 2017, №1 URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_9_akhmedov_am.pdf_5f1e0cf133.pdf

3. Ширшиков А.С. Применение систем глобального позиционирования при управлении дорожным движением / А.С. Ширшиков, И.Ф. Павлова, И.Ф. Чульмяков // Инженерный вестник Дона, 2016, №4 URL: vdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_117_Shirshikov.pdf_bf442600ef.pdf.

Научный руководитель – Абрамян С.Г., к.т.н., профессор

Комплексная механизация строительства магистральных трубопроводов

Ахметова Е.Б., Коркишко А.Н.

Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень

Комплексная механизация строительства магистральных трубопроводов является базисной характеристикой технического прогресса, главным показателем индустриализации и усовершенствования технологий строительства.

Под термином механизации производства подразумевают замещение машинами и механизмами ручного труда, что предусматривает увеличение производительности и технического оснащения производства, устранения необходимости исполнения человеком трудоемких процессов, понижение себестоимости с повышением качества конечной продукции.

В зависимости от уровня машинообеспечения производства выделяют частичную и комплексную механизацию. При частичной механизации машины используются для исполнения энергозатратных и трудоемких работ при сохранении ручного труда за основу. В условиях комплексной механизации все процессы (основные и дополнительные) выполняются машинами, связанными между собой ключевыми параметрами (производительности, грузоподъемности и др.). Исключением являются отдельные нетрудоемкие операции, где подключение работы техники нецелесообразно и несет особо существенного облегчения труда.

Комплексная механизация реализуется на основании рационального выбора машин и оборудования для их согласованной работы и

создания условий наибольшей производительности и эффективной реализации технологического процесса. Среди машин, объединенных выполнением взаимоувязанных работ выделяют ведущую машину, занятую на основной операции и определяющую темп работы. Остальные вспомогательные машины работают в едином ритме с ведущей.

Подбор комплектов машин для комплексной механизации строительно-монтажных работ происходит в несколько этапов. На первом этапе устанавливают список технологических процессов и эффективные способы их механизации. Подбирают эксплуатационные характеристики основных машин, их типы и марки, обусловленные объемно-планировочными и конструктивными свойствами объекта, а также ряд потребных вспомогательных машин. На втором этапе из нескольких вариаций механизации методом сопоставления показателей (производительность, состав парка машин, режим работ, численность рабочих) осуществляют выбор наиболее рационального или оптимального.

Для должного выбора экономически выгодного комплекта машин к сравнению приводят несколько вариантов схем комплексной механизации и производят технико-экономический анализ.

Этапы выбора машин и календарного режима их использования выполняют на момент разработки проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР) исходя из конструктивных и объемно-планировочных решения объекта, условий организации технологического процесса [3].

Условия строительства линейной части трубопроводов переменчивы и во многом зависят от сезона производства работ и участка трасс. Это обуславливает различие видов строительно-монтажных работ и их объемов на каждом участке, а следовательно и изменения комплекса механизации. Изменение природно-климатических условий на каждом из участков трассы ведет в необходимости использования разных средств механизации, схем организации технологических процессов, состава и количества рабочих и их квалификации. Поэтому схемы комплексной механизации СМР для строительства линейной части магистральных трубопроводов должны иметь гибкую применимость, обеспечивая необходимый темп прокладки трубопроводов без лишних простоев техники и рабочих.

В стандартных условиях строительство трубопроводов производится комплексными трубопроводостроительными потоками – КТП, которые формированием специализированных бригад и звеньев и соблюдением строгой технологической последовательности выполнения работ, обеспечивают необходимое качество конечной продукции в требуемом темпе строительства. Потребные машины и механизмы находят исходя из диаметра трубопровода, климатических условий и технологии производства работ. Для обеспечения налаженной работы КТП предусматривают страховое резервирование техники и дополнительного оборудования.

Для повышения темпов и обеспечения непрерывности строительства необходимо рациональное машинооснащение и определение потребности в резервировании основных потребных машин и техники. Повышение суточного темпа прокладки трубопроводов достигается за счет использования парка машин в 1,5 или 2 смены.

Характеристиками оценки эффективного использования парка машин являются:

- средняя выработка машины за год (выполненные объёмы);
- количеством отработанного рабочего машинного времени.

При ведении строительства линейно-протяженных объектов целесообразно использовать механизированные колонны, как основную форму организации эксплуатации парка машин. Их преимущество - подвижность, поэтому они должны иметь в составе передвижные и самоходные машины, мобильные пусконаладочные, санитарно-технические и малярные станции, мастерские для технического обслуживания машин.

Передовые поточно-скоросные методы организации строительства трубопроводов основываются на применении более крупных механизированных комплексов- совокупность специализированных комплектов машин, взаимосвязанных по производительности, диаметру трубопровода и обеспечивающих комплексное механизированное выполнение работ.

Для слаженной эффективной работы механизированных комплексов необходимо:

- ✓ планирование работ машин и их комплектов
- ✓ определение необходимого количества и состава механизированных колонн, парка машин
- ✓ их своевременное техобслуживание и ремонт,
- ✓ анализ фактической эксплуатации машин и разработка мероприятий по повышению выработки и снижению простоев
- ✓ соблюдение технологии и организации проведения работ, правильной эксплуатации машин, техники безопасности и охраны труда рабочих.

Строительная техника должна быть максимально задействована в производстве, потому как такое их применение имеет экономическую эффективность снижением себестоимости работ, затрат на эксплуатацию машин, значительным увеличением темпа исполнения проекта. При должном анализе рабочих режимов, наибольшем сокращении простоев средствами подготовки фронтов работ, своевременной поставки материальных ресурсов, обеспечения транспортом и др., находятся резервы для накопления полезного машинного времени. К чему и стремятся все подрядные организации и подразделения заказчика, для обеспечения высокого качества СМР [5, 6].

Библиографический список

1. Меньтюков И.В. Разработка методики гибкой комплексной механизации работ по строительству линейной части трубопроводов: дис. ... канд. техн. наук: 05.15.13 / Меньтюков Игорь Владимирович. - М., 1993. - 24 с.

2. Алиев Р.А. Белоусов В.Д. Немудров А.Г. Трубопроводный транспорт нефти и газа. - 2 изд. - М.: Недра, 1988. -368 с.

3. Организация эксплуатации строительных машин // Пермский государственный технический университет URL: http://pstu.ru/files/file/CTF/sp/vopr_i_otv/index.html (дата обращения: 11.04.17).

4. Антонов А.В., Коркишко А.Н., Производственная технологичность строительных конструкций для обустройства месторождений // Нефтяное хозяйство. 2017. №3.

5. Коробова Н.С., Коркишко А.Н., Авторский надзор за строительством как гарантия качества законченных строительством объектов // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов. – Тюмень: ТИУ. 2016. С. 187-190.

6. Бураков В.А., Коркишко А.Н., Технический надзор за строительством как гарантия качества законченных строительством объектов // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов. – Тюмень: ТИУ. 2016. С.141-144.

Научный руководитель: Коркишко Александр Николаевич, к.т.н., доцент

Создание автоматизированной программы для расчёта глубины оттаивания ММГ при взаимодействии с нефтепродуктопроводом

Байдакова Я.С., Шабашов А.П., Черенцов Д.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Для надежной эксплуатации магистральных нефтепроводов при проектировании оснований и фундаментов учитывают опасность прямого теплового воздействия транспортируемой нефти и нефтепродуктов на мерзлые грунты, для этого выполняют расчет глубины оттаивания грунта в основании подземных и наземных трубопроводов [1, 2].

Цель данной работы заключается в автоматизации расчета глубины оттаивания ММГ в основании подземных и наземных трубопроводов.

Для достижения цели решаются следующие задачи:

- ✓ аппроксимация номограмм для определения безразмерного параметра глубины оттаивания;
- ✓ разработка программы для расчета глубины оттаивания ММГ.

Глубину оттаивания грунта следует определять согласно СП 25.13330.2012 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах» [3].

Расчет глубины оттаивания ММГ под центром подземного нефтепровода производится согласно алгоритму, описанному в СП 25.13330.2012. В результате чего получают значения безразмерных коэффициентов m , I_t , β_T . Безразмерные глубины оттаивания под центром трубы ξ_t , ξ_n , определяются по номограммам, в зависимости от безразмерных параметров m , I_t , β_T .

Благодаря аппроксимации номограмм были получены зависимости, позволяющие проводить расчёты без использования графической части. Аппроксимирующие формулы представляют собой уравнения поверхностей и являются полиномами, величина достоверности аппроксимации которых близка к единице, что позволяет судить о высокой точности полученных данных.

- При $\beta_T=0$ уравнение поверхности имеет вид и следующее графическое изображение (Рисунок 1):

$$\begin{aligned} \varepsilon_t = & 16,59 + 1,996 \cdot m + 11,47 \cdot I_t - 0,02425 \cdot m^2 + 0,202 \cdot m \cdot I_t - 1,092 \\ & \cdot I_t^2 - 0,000198 \cdot m^3 - 0,002147 \cdot m^2 \cdot I_t - 0,0061 \cdot m \cdot I_t^2 \\ & + 0,03704 \cdot I_t^3 \end{aligned}$$

Коэффициент корреляции $R=0,9946$;

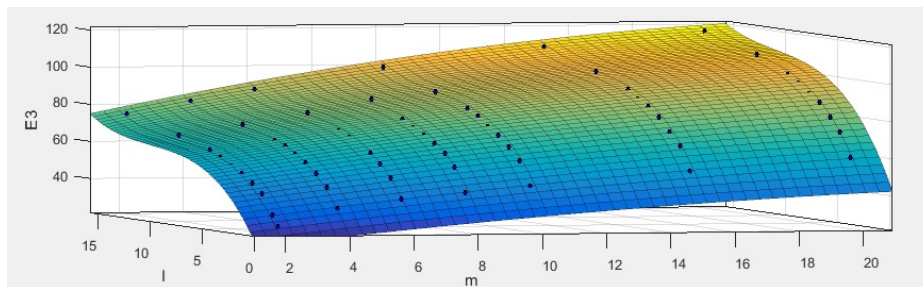


Рисунок 1. Графическое изображение уравнения поверхности при $\beta_T=0$

- При $\beta_T=0,05$ уравнение поверхности имеет вид и следующее графическое изображение (Рисунок 2):

$$\begin{aligned} \varepsilon_t = & 14,45 + 1,796 \cdot m + 6,104 \cdot I_t - 0,01914 \cdot m^2 + 0,4013 \cdot m \cdot I_t - \\ & 0,7077 \cdot I_t^2 - 0,00175 \cdot m^3 - 0,00667 \cdot m^2 \cdot I_t - 0,009164 \cdot m \cdot I_t^2 + \\ & 0,02569 \cdot I_t^3 \end{aligned}$$

Коэффициент корреляции $R=0,9953$;

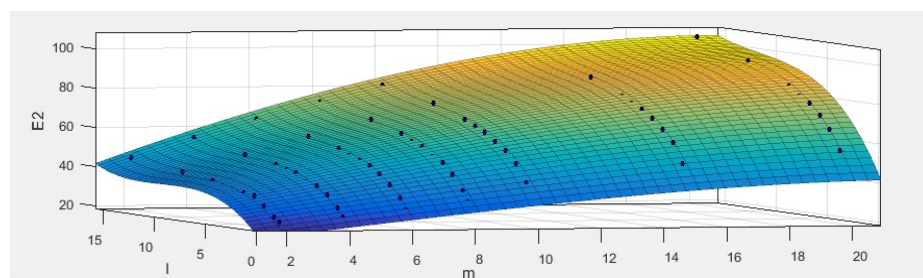


Рисунок 2. Графическое изображение уравнения поверхности при $\beta_T=0,05$

- При $\beta_T=0,1$ уравнение поверхности имеет вид и следующее графическое изображение (Рисунок 3):

$$\varepsilon_t = 13,27 + 2,058 \cdot m + 2,206 \cdot I_t - 0,01289 \cdot m^2 + 0,3411 \cdot m \cdot I_t - 0,3532 \cdot I_t^2 - 0,001532 \cdot m^3 - 0,00624 \cdot m^2 \cdot I_t - 0,00726 \cdot m \cdot I_t^2 + 0,01393 \cdot I_t^3$$

Коэффициент корреляции $R=0,9928$;

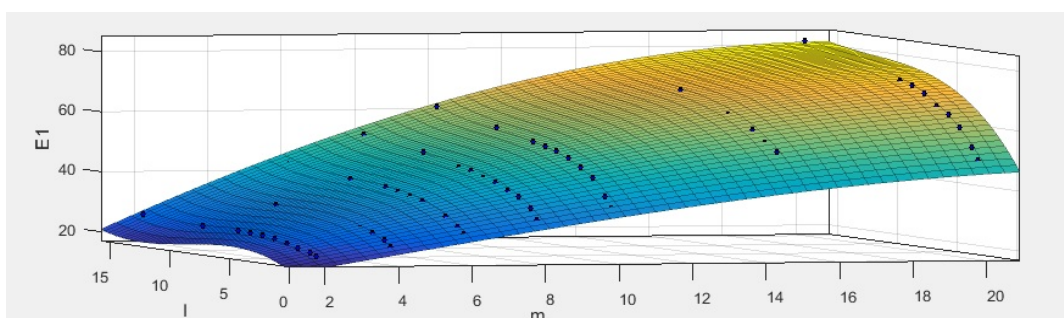


Рисунок 3. Графическое изображение уравнения поверхности при $\beta_T=0,1$

- При $\beta_T>0,1$ уравнение поверхности имеет вид и следующее графическое изображение (Рисунок 4):

$$\varepsilon_t = 37,09 + 5,78 \cdot m - 170,9 \cdot \beta + 0,08972 \cdot m^2 + 10,71 \cdot m \cdot \beta + 243,5 \cdot \beta^2 - 0,01364 \cdot m^3 + 0,063 \cdot m^2 \cdot \beta + 6,348 \cdot m \cdot \beta^2 - 125 \cdot \beta^3 + 0,0003814 \cdot m^4 + 0,0001221 \cdot m^3 \cdot \beta - 0,01716 \cdot m^2 \cdot \beta^2 - 1,112 \cdot m \cdot \beta^3 + 20,52 \cdot \beta^4$$

Коэффициент корреляции $R=0,9519$;

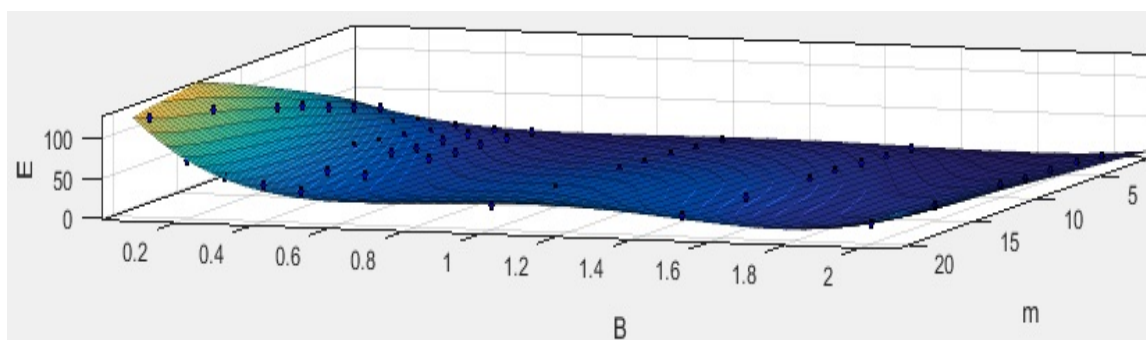


Рисунок 4. Графическое изображение уравнения поверхности при $\beta_T>0,1$

При расчете глубины оттаивания ММГ под центром наземных нефтепроводов безразмерные параметры α_2 , β_2 определяются по номограммам, в зависимости от параметров плиты. Благодаря аппроксимации были получены зависимости для расчёта данных параметров.

Для α_2 уравнение плоскости имеет вид и следующее графическое изображение (Рисунок 5):

$$\alpha_2 = -0,125 \cdot d_p^2 + 0,57 \cdot d_p + 0,4882$$

Коэффициент корреляции $R=0,9992$;

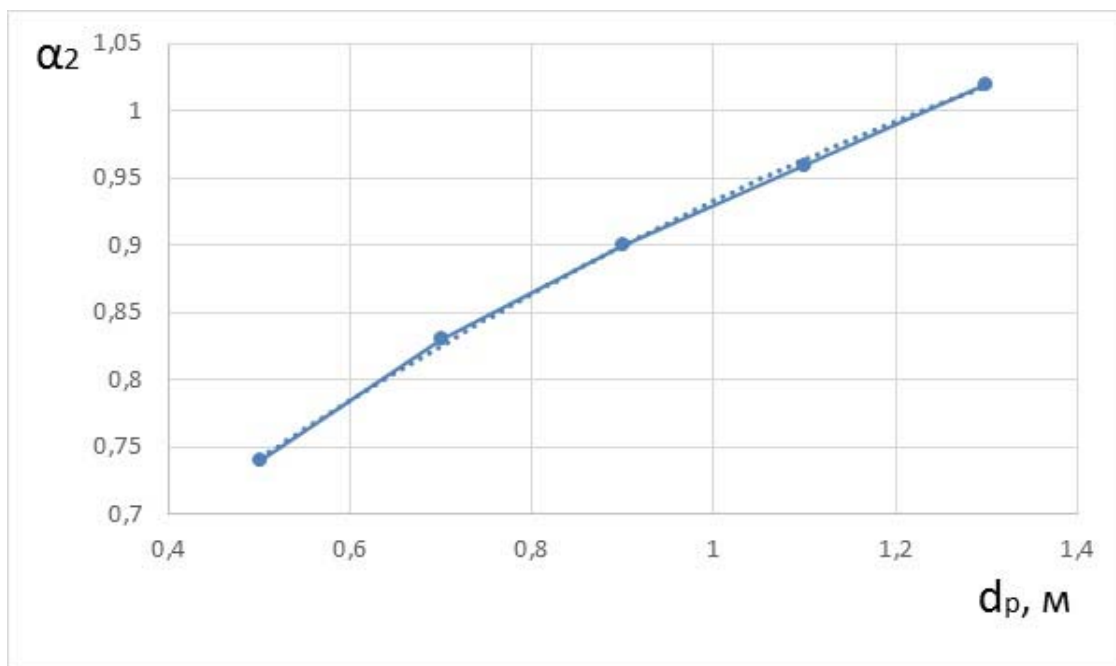


Рисунок 5. Графическое изображение уравнения плоскости для α_2

Для β_2 уравнение поверхности имеет вид и следующее графическое изображение (Рисунок 6):

$$\beta_2 = 0,9075 + 0,1327 \cdot \delta_{ins} - 0,03581 \cdot b_{ins} - 0,3259 \cdot \delta_{ins}^2 + 0,002883 \cdot \delta_{ins} \cdot b_{ins} + 0,007148 \cdot b_{ins}^2 + 0,218 \cdot \delta_{ins}^3 - 0,0052 \cdot \delta_{ins}^2 \cdot b_{ins} - 0,002486 \cdot \delta_{ins} \cdot b_{ins}^2 - 0,0004583 \cdot b_{ins}^3$$

Коэффициент корреляции $R=0.995$;

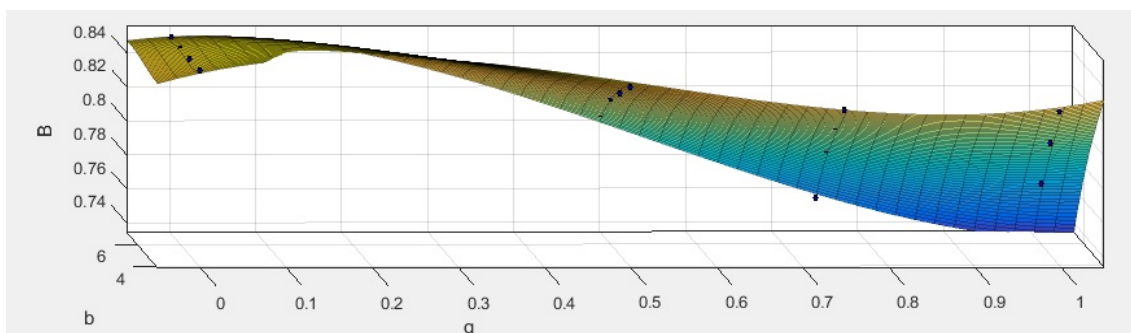


Рисунок 6. Графическое изображение уравнения плоскости для β_2

Для расчета глубины оттаивания ММГ нами была разработана программа, которая позволяет:

- ускорить процесс расчёта глубины оттаивания ММГ;
- исключить человеческий фактор при работе с графической частью;
- повысить точность вычислений.

СП 25.13330.2012 «Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах» является федеральным нормативным документом, с которым работают проектные институты, поэтому программа может быть практически реализована.

Библиографический список

1. Алиев Р. А. Трубопроводный транспорт нефти и газа: Учеб. для вузов/Р. А. Алиев, В. Д. Белоусов, А. Г. Немудров и др. - 2-е изд., переработ. и доп. - М.: Недр, 1988. - 368с.

2. Воронин К.С., Дудин С.М., Земенкова М.Ю., Закиров Н.Н., Гладенко А.А. Прогнозирование и оценка опасности нарушения геометрической формы газопровода. / Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-3. С. 32.

3. СП 25.13330.2012. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. - Введ. 2013-01-01. - М.: Минрегион России, 2012. - 109с.

Научный руководитель: Воронин К.С., к.т.н., Черенцов Д.А., к.т.н.

О воздействии СВЧ-излучением как методе снижения вязкости нефти при транспортировке по магистральным трубопроводам

Воробьев И.Ю.¹, Рожкова В.В.², Бакин Д.А.³

¹Тюменский государственный университет, г. Тюмень;

^{2,3}Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.

Говоря об актуальности проблемы снижения вязкости нефти при ее транспортировке по трубопроводам, можно выделить два типовых случая, когда требуется улучшить реологические параметры перекачиваемого продукта.

Во-первых, это перекачка «проблемных» высоковязких нефтей. Поскольку запасы легких нефтей в мировой добыче значительно уменьшаются в настоящее время увеличивается доля трудноизвлекаемых нефтей с аномальными физическими свойствами, в частности с высокой вязкостью. Подобные нефти - это десятая часть мировой добычи, которая ежегодно

возрастает: по мере разработки месторождений вязкость извлекаемой нефти постепенно увеличивается. При соблюдении тех же темпов приращения добычи на текущем уровне прогнозируется увеличение добычи трудноизвлекаемой нефти в мире к 2030 году в четыре раза [1]. Значительными запасами вязких нефтей обладает Россия – около 7 млрд т.[2]. На рисунке 1 представлена диаграмма распределения запасов таких нефтей по регионам России [3].

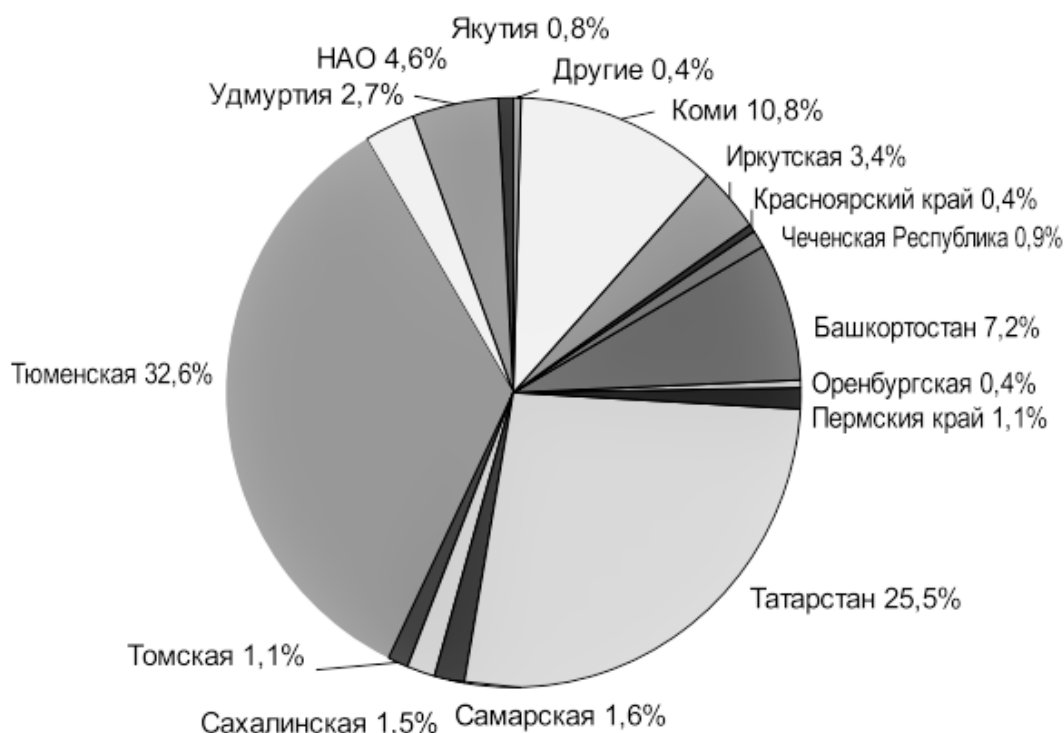


Рисунок 1. Распределение запасов вязких нефтей по регионам России

Во-вторых, это необходимость уменьшать вязкость перекачиваемой нефти в регионах с низкотемпературным климатом. Таким примером является Тюменская область, в которой используются трубопроводные системы с пунктами подогрева нефти.

Сверхвысокочастотным-излучением, или микроволновым, называется излучением с частотами 300 МГц – 300 ГГц, что соответствует длинам волн 1 мм – 100 см. Воздействие СВЧ-излучения является одним из перспективных способов влияния на свойства высоковязких нефтей для повышения эффективности их транспортировки.

Такое излучение можно охарактеризовать тепловым и нетепловым воздействием на нефть, в том числе и вязкость, которая зависит от температуры.

На рисунке 2 представлена вязкостно-температурная кривая нефти, которая показывает изменение вязкости обработанной и необработанной СВЧ-излучением нефти.

Тепловое воздействие - это обусловленный диэлектрическими потерями нагрев компонентов нефти. СВЧ-нагрев является объемным, когда поглощение энергии происходит распределёнными центрами, в состав которых входят компоненты с большими величинами диэлектрических потерь – молекулы смол и асфальтенов. Содержание этих высокомолекулярных соединений определяет большую вязкость, высокую плотность, а также относительно низкую температуру застывания нефти, что, в свою очередь, и является причиной осложнения перекачки нефти по магистральным трубопроводам. Таким образом, микроволны в большей степени воздействуют именно на «проблемные» компоненты нефти.

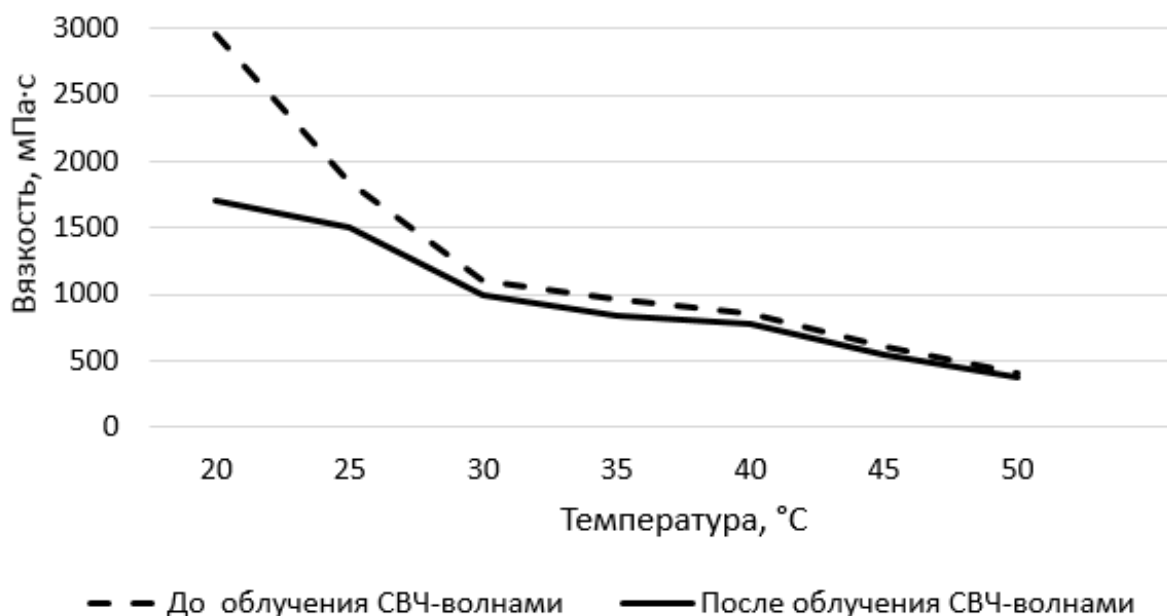


Рисунок 2. Вязкостно-температурная кривая нефти

Благодаря эффекту теплового воздействия рост температуры происходит быстрее по сравнению с обычными методами нагрева путем теплопроводности или конвекции, когда тепло поступает через поверхность, ограничивающую обрабатываемый объем, и не зависит от величины температурного градиента.

Нетепловое воздействие заключается в выборочном воздействии на определенные химические группы и связи. Разрыв «тяжелых» асфальтенов и одновременное увеличение содержания алканов и аренов

меняют первоначальный состав нефти. Таким образом, под действием нетеплового эффекта происходит крекинг длинноцепочных макромолекул, смол, асфальтенов, продуктом которого является увеличение легких компонентов. Также при микроволновом облучении меняются величины межмолекулярных сил.

В таблице 1 представлен компонентный состав нефти с месторождения Ляохэ (Китай) до и после обработки СВЧ-излучением. Данные получены с использованием SARA-анализа образцов нефти. [3]

Таблица 1

Изменение состава компонентов нефти при СВЧ-воздействии

Компонент	Алканы, %	Арены, %	Смолы, %	Асфальтены, %
До воздействия	28,3	23,6	19,7	28,4
После воздействия	32,7	23,4	20,9	23,0

В итоге стоит отметить, что обработка СВЧ-излучением высоковязкой нефти позволяет улучшить ее реологические характеристики, в частности уменьшить вязкость. Сам по себе подобный метод воздействия на нефть отличен от традиционных, имеет над ними преимущества, но и требует решения такой проблемы, как незначительное изменение компонентного состава нефти. Данный побочный эффект требует дополнительного изучения, а также необходима оценка масштабности его влияния на качество перекачиваемого продукта. Параметры, полученные при таком воздействии микроволнами, сохраняются на достаточный для целей транспортировки промежуток времени.

Библиографический список

1. Коржубаев А.Г. Не ждаты милостей от недр // Нефть России. – 2011. – N 3. – С. 18-24.
2. Данилова Е. Тяжелые нефти России // The Chemical Journal – Химический журнал. – 2008. – N 12. – С. 34-37.
3. Яценко И., Полищук Ю. География залегания вязких нефтей. // Oil&Gas Journal Russia. – 2011. – N 9. . – С. 72-77.
4. Дзянь Хуа И., Цао Ба. Изменение состава и свойств тяжелых высоковязких нефтей под воздействием микроволнового облучения // Наука и технологии. – 2013. – № 4. – С. 20-21.

Процесс увлажнения грунтов оснований хранилищ нефти и нефтепродуктов

Гильдебрандт М.И., Антропова Л.Б., Грузин А.В.

Омский государственный технический университет, г. Омск

Безаварийная эксплуатация хранилищ нефти и нефтепродуктов жидких углеводородов обеспечивается строгим соблюдением, в том числе, и технологического регламента устройства их грунтовых оснований, подразумевающего послойное уплотнение увлажнённого до оптимального значения песчаного грунта средней крупности [1-5]. Решение многофакторной задачи увлажнения конечного слоя такого пористого материала, как песчаный грунт, до заданных значений влажности позволит уточнить требования к необходимому количеству воды и временным параметрам самого процесса увлажнения.

На базе организованной в 2014 году в Омском государственном техническом университете студенческой научно-исследовательской лаборатории «Основания и фундаменты объектов нефтегазовой отрасли» проведены предварительные лабораторные исследования с целью выявления динамики процесса увлажнения дисперсного несвязанного грунта ограниченным количеством воды. На начальном этапе была разработана методика лабораторных исследований (см. рисунок 1).



Рисунок 1. Методика проведения лабораторных исследований

Полученные предварительные данные позволили установить характер увлажнения массива грунта (см. рисунки 2 и 3).

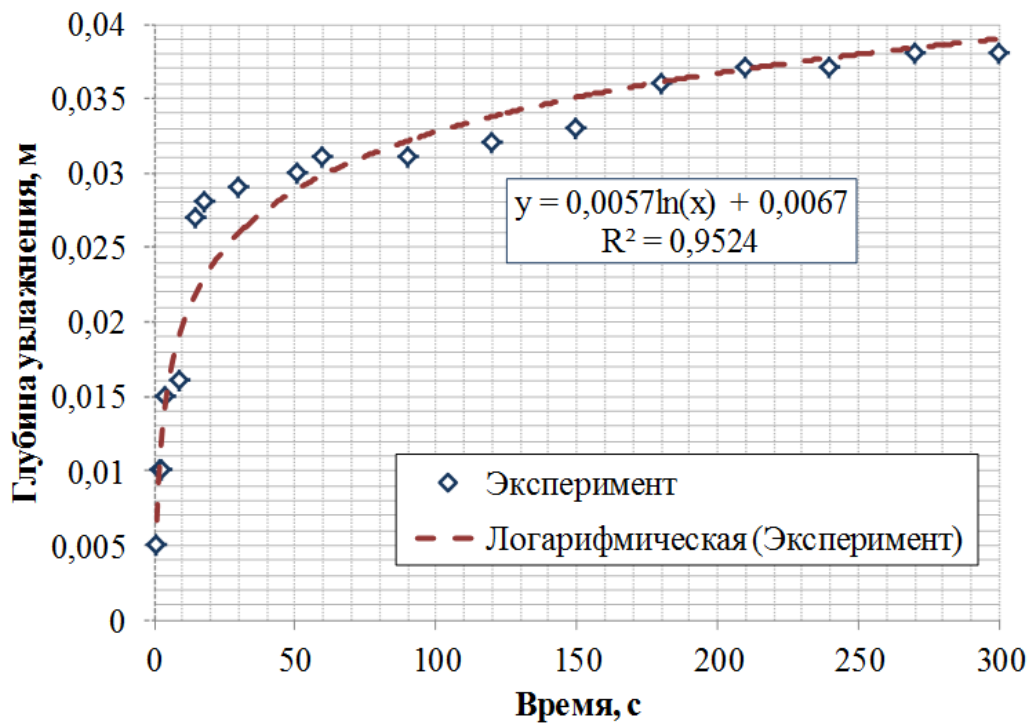


Рисунок 2. Динамика увлажнения песчаного грунта конечным количеством воды

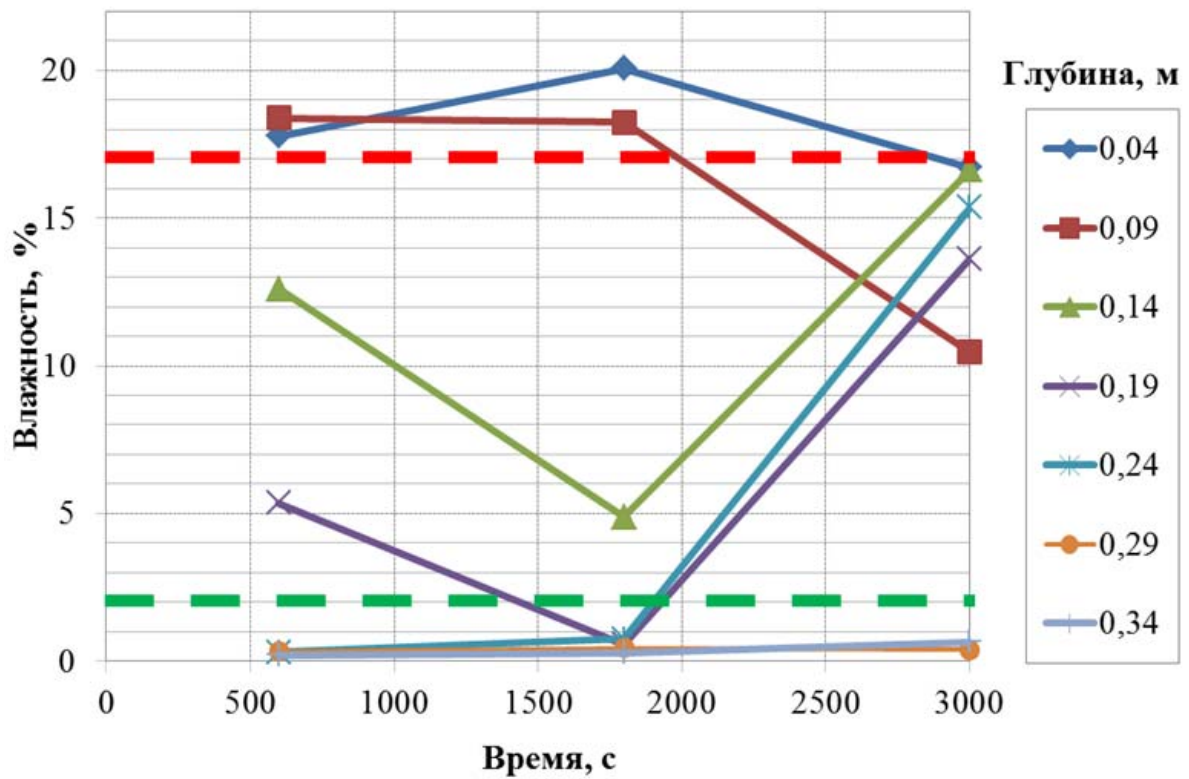


Рисунок 3. Изменение влажности песчаного грунта на различных глубинах с течением времени

Как видно из приведённых данных (см. рисунок 2), увлажнение песчаного грунта по глубине в зависимости от времени носит логарифмический характер. Так же были получены предварительные данные об изменении влажности песчаного грунта на различной глубине с течением времени (см. рисунок 3). Диапазон значений оптимальной влажности выделен зелёной пунктирной линией (минимальное значение) и красной пунктирной линией (максимальное значение). Очевидно, что временем начала уплотнения увлажнённого песчаного слоя является момент достижения значения оптимальной влажности по всей его глубине. Полученные предварительные данные позволяют предположить перспективность дальнейших исследований по заявленной тематике. Ожидается, что это позволит не только уточнить динамику увлажнения песчаного грунта основания, но и позволит усовершенствовать технологию подготовки грунтовых оснований хранилищ нефти и нефтепродуктов и сократить материальные и временные затраты на их устройство.

Библиографический список

1. ГОСТ 31385-2008 «Резервуары вертикальные цилиндрические стальные для нефти и нефтепродуктов», Москва, 2009.
2. РД 16.01-60.30.00-КТН-026-1-14. Нормы проектирования стальных вертикальных резервуаров для хранения нефти объемом 1000 – 50000 куб.м. – М.: ОАО «АК «Транснефть», 2014.
3. РД 24.040.00-КТН-062-14. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Магистральные нефтепроводы. Нормы проектирования, ОАО «АК «Транснефть», Москва, 2014.
4. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*, Минрегион России, Москва, 2012.
5. СП 45.13330.2012. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87, Минрегион России, Москва, 2013.

Научный руководитель: Грузин А.В., канд.техн.наук, доцент.

Технология сооружения и ремонта трубопроводов в условиях заболоченной местности

Гильмияров Е.А., Силина И.Г.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Значительная часть магистральных трубопроводов Российской Федерации проходит по территориям со сложными природно-

климатическими условиями, пересекая, в частности, болота различной степени обводненности. Особую сложность при строительстве, эксплуатации, ремонте и устранению последствий аварий представляют участки, проложенные на болотах II и III типа. Помимо этого, актуальность обеспечения высокого качества проведения работ по сооружению и ремонту в условиях заболоченной местности обусловлена значительной суммарной протяженностью участков трубопровода в данных условиях.

Большинство предлагаемых современных методов сооружения трубопроводов в условиях болотистой местности относятся к области наземного сооружения и во многих случаях не обеспечивают сохранение проектного положения трубопроводов в горизонтальной плоскости. Таким, например, является метод сооружения с применением нетканых синтетических материалов. [1] Традиционные методы подземной укладки участков трубопроводов в болотистой местности имеют ограниченную область применения (укладка на минеральном основании), либо не обеспечивают устойчивость трубопровода в вертикальном направлении (укладка с обустройством песчаной отсыпки в слое торфа). В то же время, известны работы, в которых предлагаются способы компенсации напряжений, возникающих в трубопроводе при осадке нижележащих слоев торфа. [2]

Предлагаемая технология сооружения и ремонта предусматривает обеспечение устойчивости трубопровода путем закрепления балластных пригрузов либо применением сплошного обетонирования. При этом, пригрузки устанавливаются на монтируемую плетель заранее на незатопленном участке местности. Поскольку масса трубопровода при этом значительно возрастает, для безопасного продвижения техники временные лежневые дороги обустройства в 2-3 слоя.

Перед началом проведения земляных работ производится снятие снежного покрова с поверхности болота для ускорения естественного промерзания грунта. Кроме того, на время производства земляных работ необходимо постоянно осуществлять осушение с применением водоотводных каналов на болотах верхового типа или дренажными погружными насосами. Для обеспечения устойчивости трубопровода на болоте при укладке сооруженную в торфе траншею промораживают с помощью передвижной холодильной установки. Мощность замороженного слоя грунта определяется предварительным расчетом по первой группе предельных состояний.

Предлагаемая технология сооружения и ремонта трубопроводов имеет ряд преимуществ по сравнению с другими схемами сооружения в условиях болотистой местности. Так, за счет утяжелителей и грамотно подобранной протяженности плетели обеспечивается устойчивое положение участка трубопровода в течение длительного срока эксплуатации. Отсутствует необходимость в креплении стенок траншеи шпунтовыми и другими видами ограждений, поскольку замороженный грунт обладает необхо-

димой несущей способностью. Более того, так как замерзший обводненный грунт или лед являются надежными водонепроницаемыми экранами, не требуется функционирование погружных насосов по завершению земляных работ.

Библиографический список

1. Способ прокладки трубопровода на болоте. Патент № 2227857. Заявка от 05.08.2002. Опубликовано 27.04.2004.

2. Способ прокладки трубопроводов методом сплава в водоемах, болотах, на пойменных участках и понтон-утяжелитель для его осуществления. Патент № 2235243. Заявка от 15.10.2003. Опубликовано 27.08.2004.

Научный руководитель: Иванов В.А., докт. техн. наук, профессор

Современный способ теплоизоляции надземных технологических трубопроводов, эксплуатирующихся в условиях Крайнего Севера и Восточной Сибири с помощью конструкции, выполненной в виде скорлуп из интегрального пенопласта

Горбунов А.О.

*Уфимский государственный нефтяной технологический университет,
г. Уфа*

Основным направлением развития трубопроводного транспорта России является освоение территорий Крайнего Севера и Восточной Сибири, именно там сосредоточены основные запасы трудно извлекаемой вязкой нефти. Поэтому обеспечение безопасной и бесперебойной эксплуатации нефтеперекачивающих станции в северных регионах страны является актуальной проблемой на сегодняшний день.

Во многом надежная эксплуатация станции зависит от технического состояния технологических трубопроводов. Поскольку, практически вся территория Крайнего Севера и Восточной Сибири покрыта многолетнемерзлым грунтом, необходимо свести тепловое взаимодействие трубопровода с почвой к минимуму, чтобы избежать оттаивания и пучения. Также наблюдается отрицательная среднегодовая температура, поэтому при транспорте высоковязких нефтей предусматривается их нагрев и применение тепловой изоляции во избежание застывания углеводородов внутри трубопровода.

Прокладка технологических трубопроводов в надземном исполнении на опорах позволит уменьшить теплообмен между вечномерзлым грунтом и трубопроводом, а теплоизоляция, выполненная в виде скорлуп из инте-

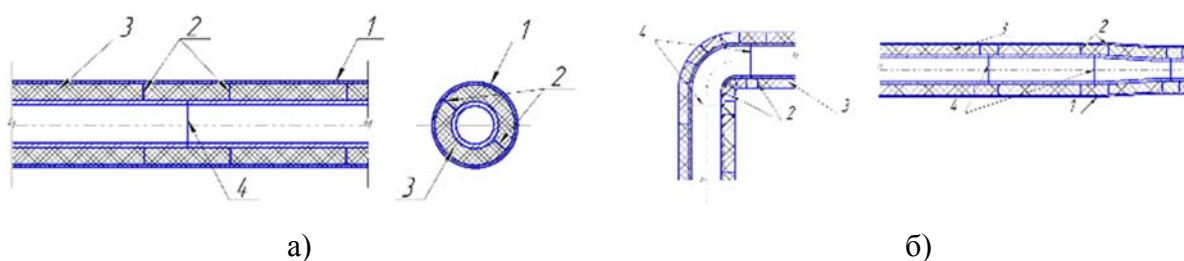
гральных пенопластов удобна при монтаже и обладает высокими теплоизоляционными качествами.

В качестве материала для изготовления теплоизоляции используется синтактная пена с неравномерной плотностью по сечению [1], то есть, интегральной структурой.

Конфигурации сегментов приведены на рисунке 1.

Теплоизоляционная конструкция с интегральной структурой представляет собой материал с высокой плотностью на наружной поверхности для защиты от воздействия окружающей среды и низкой плотностью на внутренней стороне для наилучшего теплоизолирующего эффекта [2]. Из материала формируются блоки для определенного наружного диаметра элементов трубопровода.

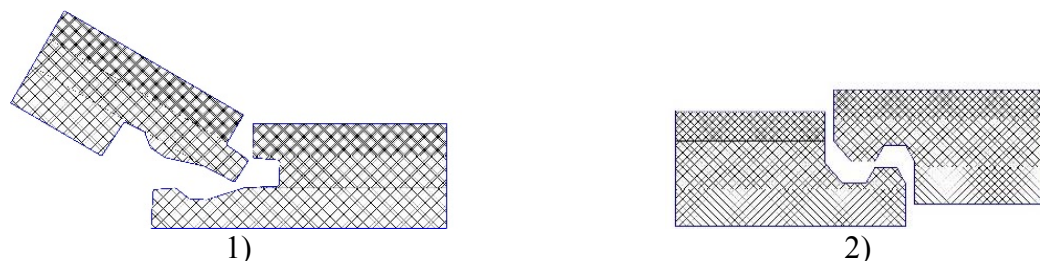
За счет высокой плотности внешнего слоя теплоизоляции крепление сегментов друг к другу может производиться по вариантам, представленным на рисунке 2.



а, б, в – варианты крепления скорлуп на прямолинейные участки и соединительные детали;

1 – металлический кожух; 2 – продольные швы сегментов;
3 – интегральный пенопласт; 4 – сварные швы трубы

Рисунок 1. Варианты монтажа теплоизоляции на прямолинейных участках и на соединительных деталях



1) – первый вариант крепления, 2) – второй вариант крепления

Рисунок 2. Варианты исполнения крепления сегментов друг к другу

Для обеспечения обогрева трубопровода, во внутреннюю поверхность сегментов интегрирован нагревательный элемент. Присоединение

нагревателей происходит за счет защелкивания клемм. Такая конструкция сегментов изоляции позволяет также внедрить в тело скорлупы акустико-эмиссионные датчики для бесперебойного контроля и обнаружения развивающихся дефектов при заданном режиме эксплуатации трубопровода.

Поверх нанесенной теплоизоляции крепится металлический кожух, выполненный из оцинкованного металла.

Данный вид конструкции позволит облегчить монтаж теплоизоляции на технологических трубопроводах, и ее демонтаж при проведении ремонтных работ или экспертизы промышленной безопасности.

Библиографический список

1. Пат. 2489264 RU Конструкционный материал на основе синтактного пенопласта, способ его получения и способ получения композиционного материала на основе указанного конструкционного материала/ Горев Ю.А., Ладэ О.И., патентообладатель общество с ограниченной ответственностью «Лаборатория Композиционных технологий», опубл. 10.08.2013. Бюл. № 22.

2. Использование интегральных пенопластов для повышения эффективности изоляции трубопроводов/ М.М. Галиуллин, М.И. Баязитов, В.В. Репин, Хафизов Ф.М.// Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2015. – № 3. – С. 314-329.

Научный руководитель: Дмитриева Т.В., канд. техн. наук, доцент.

Нахождение оптимального пути прокладки трассы трубопровода с учетом топографических особенностей.

Григорьева П.В., Воронин К.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Составление плана трассы является обязательным этапом при проектировании трубопровода. Этот вопрос рассматривают на этапе трассировки, которая состоит из комплекса инженерных и геодезических мероприятий по изысканию трассы.

Идеальная трасса трубопровода должна быть прямолинейной, без отклонений и перегибов, которые на практике могут привести к значительному увеличению стоимости строительства и ее эксплуатации. Однако чаще всего прямой и продольный план не соответствуют друг другу, и впоследствии эти несоответствия решаются при помощи искривления общего плана трассы. Так, в плане должны быть отражены траектории обхода участков с негативными геологическими условиями, большими уклонами и другими неблагоприятными препятствиями.

На начальных этапах составления пути прокладки трассы магистрального трубопровода, осуществляемых на мелкомасштабных топографических картах, не всегда представляется возможным учесть структуру топографических условий.

В настоящее время проектирование трубопроводов является сложной задачей. Существует множество вариантов прохождения трассы трубопровода между начальной и конечной точками. Выбор трассы чаще основывается на экспертном мнении специалистов разрабатывающих проектную документацию. Однако автоматизация поиска трассы, обладающей наименьшими капитальными затратами является актуальной задачей.

Для решения задачи по нахождению оптимального пути между начальной и конечной точками существует множество различных алгоритмов. Их сравнение представлено в таблице 1. В данной работе необходимо создать алгоритм, который будет наиболее быстро и точно прокладывать путь трубопровода на карте, учитывая топографические особенности местности. В основу создаваемого алгоритма был выбран волновой алгоритм, так как он может найти путь при любых условиях и достаточно прост в своем использовании.

Таблица 1

Сравнение алгоритмов трассировки трубопроводов

Алгоритм	Алгоритм А*	Алгоритм Дейкстры	Волновой алгоритм
Достоинства	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сочетает в себе учет длины предыдущего пути 2. Учитывает стоимость до целевой точки 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высокая скорость работы 2. Просчет ребер с отрицательным весом 3. Высокая точность результата 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Путь будет найден всегда и причем самый лучший. 2. Возможность введения стоимости клетки. 3. Возможность построения пути не к одной цели, а сразу к нескольким, т. е. практически происходит поиск ближайшей цели. 4. Понятность и простота алгоритма
Недостатки	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ограничения по памяти 2. Требуется много процессорного времени 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сложность понимания 2. На каждом проходе он учитывает длину лишь одного ребра 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Требуется большой объем памяти.

Процесс построения трассы по волновому алгоритму можно разделить на 2 этапа:

1. Из начального элемента распространяется в 4-х направлениях волна. Элемент, в который пришла волна образует фронт волны. Процесс продол-

жается до тех пор, пока не будет достигнут конечный элемент. Ну, или пока не станет ясно, что его не достигнуть. На Рисунке 1 цифрами обозначены номера фронтов волны.

2. Строится сама трасса. Её построение осуществляется от конечного элемента к начальному.

Начальной задачей нахождения пути прокладки трассы трубопровода является нанесение на участок карты сетки и «весов» ячеек. «Веса» ячеек выбираются в соответствии с критериями оптимальности: длина трубопровода; трудовые затраты; надежность функционирования трубопровода; время строительства, а также стоимость прокладки трубопровода с учетом рельефа местности.

10	9	10	11	12	13	14	15	16	16	18	19	20	21	22					
9	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		22						
8	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16			20						
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		18	19	20	21	22	23	
6	5	6	7	8		12	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
5	4	5	6	7	8		10	11	12		14	15	16	17	18	19	20		
4	3			8	7		9	10	11	12	13	14		16	17	18			
3	2	3	4		8	7	8		10	11	12	13	14	15		19			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			17	18	
1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Рисунок 1. Волновой алгоритм

Затем матрица с «весами» сетки переносится в разрабатываемую программу, где простым нажатием кнопки отображается проложенный путь с оптимальными затратами.

Для реализации волнового алгоритма была разработана блок-схема (Рисунок 2а), которая выглядит следующим образом: задаются начальные (входные) условия. Это размерность сетки (матрицы), начальные и конечные точки пути и «веса», нанесенные на сетку, с учетом топографических особенностей. Суть разрабатываемого алгоритма состоит в выполнении задачи: «Проложить оптимальный путь от начального до конечного элемента». Для этого будет использоваться рекурсивная функция, т.е. Если условие, начальная точка равна конечной не выполняется, то переходим в другую ячейку по направлениям X и Y и прибавляем к существующей сумме «вес» ячейки, в которую перешли. И так до того момента, пока не дойдем до крайней точки. В конце выводится минимальная сумма «весов».

Реализация алгоритма была осуществлена на языке VBA, т.к. именно с помощью этого языка наиболее просто переносятся «матрицы» карты местности в электронные таблицы Excel.

На Рисунке 2б представлена сетка с нанесенными «весами» и результаты найденного кратчайшего расстояния на карте с помощью реализованного волнового алгоритма. Для более детальной проработки трассы необходимо разбивать карту на более мелкие ячейки, т.е. создавать матрицу, содержащую большее количество элементов.

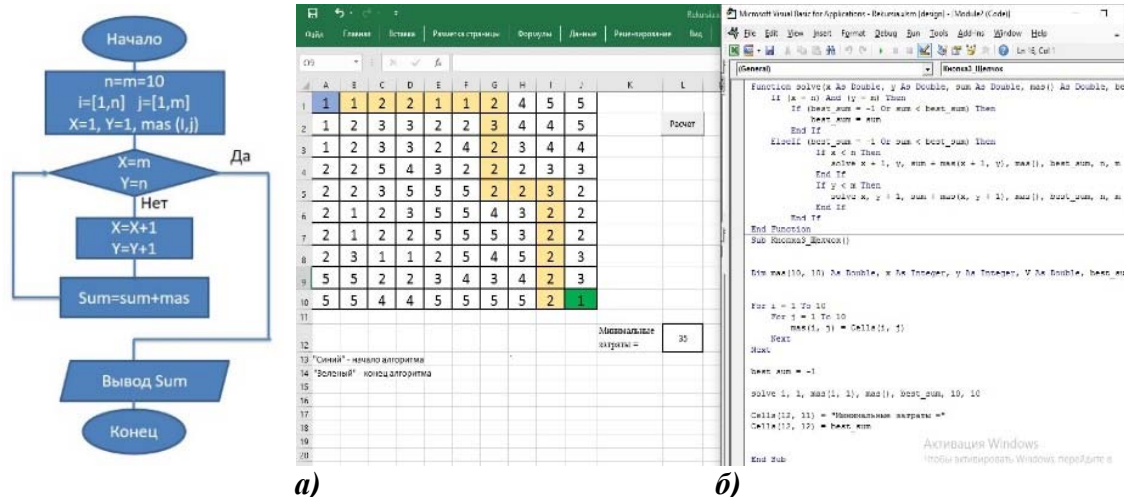


Рисунок 2. Блок-схема и реализация волнового алгоритма на языке VBA

В ходе работы был разработан алгоритм, реализованный на языке VBA, который учитывает топографические особенности местности при нахождении оптимального пути прокладки трубопровода, что в свою очередь позволит минимизировать капитальные затраты на строительство трубопровода.

Библиографический список

1. Бабин Л.А. и др. Выбор трасс магистральных трубопроводов. Л., «Недра», 1970, 128 с.
2. Бородавкин П.П., Березин В.Л., Рудерман С.Ю.. Выбор оптимальных трасс магистральных трубопроводов. М., «Недра», 1974, 240 с.
3. Воронин К.С., Дудин С.М., Земенкова М.Ю., Закиров Н.Н., Гладенко А.А. Прогнозирование и оценка опасности нарушения геометрической формы газопровода./ Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-3. С. 32.
4. Кабес Е.Н., Воронин К.С., Бранд А.Э. Особенности эксплуатации магистральных нефтепроводов на участках, проложенных в болотистой местности. / В сборнике: Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири. Сибресурс 2014 Материалы XV международной научно-практической конференции. 2014. С. 37.

Научный руководитель: Воронин К.С., к.т.н., Черенцов Д.А., к.т.н.

Системы обеспечения безопасности магистральных трубопроводов

Евтеева А.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Нефтегазовая промышленность является ведущей отраслью топливно-энергетического комплекса России. Большинство крупных месторождений сильно удалены от основных потребителей, поэтому транспортировка сырья из мест добычи до мест потребления обеспечивается за счет развитой системы магистральных трубопроводов. Такая система является одним из самых безопасных и экономичных средств транспортировки. Но, как и любой объект нефтегазовой промышленности, нефтепроводы относятся к объектам повышенной опасности [1]. Поэтому очень важно на стадии проектирования учесть возможные риски для безопасной и надежной эксплуатации нефтепроводов.

Проектирование систем трубопроводов основывается на сроке их предполагаемой эксплуатации, который лежит в пределах 20-25 лет. За это время трубопровод достаточно сильно изнашивается: образуется коррозия, появляются дефекты в конструкционно-слабых местах соединений. Ко всему прочему срок службы трубопровода значительно сокращается из-за нарушений правил монтажа, а также несоблюдения правил эксплуатации. Все эти факторы может привести к нарушению целостности трубопровода и, как следствие, к утечкам транспортируемых жидкостей. Подобные аварийные ситуации влекут за собой серьезные негативные последствия. В первую очередь это сказывается на окружающей среде и на экономической стороне вопроса. Ликвидация последствий таких происшествий занимает от нескольких месяцев до нескольких лет. По некоторым данным, масштаб утечек лежит в пределах 3-7% от общего количества добываемого сырья. В последнее время опубликовано существенное количество серьезных и глубоких работ, посвященных решению проблемы обнаружения несанкционированных скачков давления в магистральных трубопроводах [2, 3, 4].

Так же возникают ситуации, когда целостность трубопровода может быть нарушена несанкционированными врезками с целью хищения нефти. Поэтому для надежной эксплуатации магистрального нефтепровода необходим регулярный контроль его технического состояния. Существуют специальные системы обнаружения утечек (СОУ), которые позволяют не только выявить нарушение целостности, но и достаточно точно обнаружить его местоположение, что крайне важно для такой протяженной системы трубопроводов [5].

Системы обнаружения утечек построены на создании гидродинамической модели трубопровода реального времени. Эта модель выявляет изменения в показаниях приборов, определяющие качественные и количественные характеристики, не только транспортируемых продуктов, но и внешних параметров [6].

На основе этой модели было разработано несколько методов обнаружения утечек:

- метод массового баланса
- метод волны давления
- метод градиентов давления
- метод "давление-температура"
- метод перепада давления на отсеченном участке

Среди всех методов самым распространенным является метод массового баланса. Он заключается в том, чтобы в заданный интервал времени отслеживать массу продукта, поступившую в трубопровод, а также массу, находящуюся в системе. Для реализации такого метода необходимо учитывать изменение физических свойств продукта (температура, вязкость, плотность) и условий транспортировки [7].

Для внедрения этих методов, а их, как правило, необходимо минимум два дублирующих друг друга, трубопровод должен быть оснащен контрольно-измерительными приборами. Они подразделяются на 2 системы: одна базируется на процессах, происходящими внутри трубопровода (датчики давления, температуры, расходомеры), а другая базируется на процессах, происходящих вне трубопровода (тепловизоры, инфракрасные радиометры, волоконно-оптические датчики, детекторы паров).

Подводя итог, становится очевидным, что обнаружение утечек на ранней стадии экономически выгодно. СОУ помогает предотвратить крупные аварии, избежать длительных простоев и, конечно, минимизировать негативное влияние на окружающую среду.

Библиографический список

1. Рахматуллин Ш.И., Захаров Н.П., Коркишко А.Н., Карамышев В.Г., Об оценке коэффициента расхода жидкости через аварийные щели по экспериментальным данным проливов // Нефтяное хозяйство. 2012. № 3. С. 106-108.

2. Коркишко А.Н., Совершенствование методов контроля и оценки интенсивности утечек углеводородных жидкостей из магистральных трубопроводов: автореферат дис. кандидата технических наук: -Уфа, 2013. -122с.

3. Рахматуллин Ш.И., Гумеров А.Г., Коркишко А.Н., Захаров Н.П., Карамышев В.Г., Способ обнаружения утечек нефти или нефтепродукта из трубопровода // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2011. № 2. С. 83-88.

4. Рахматуллин Ш.И., Коркишко А.Н., Карамышев В.Г., Математическое моделирование истечения жидкости при аварийном разрыве трубопровода // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2011. № 3. С. 133-136.

5. Султанов Р.Г., Карамышев В.Г., Файзулин Р.Н., Коркишко А.Н., Определение места повреждения участка трубопровода с температурной

неоднородностью // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2011. № 4. С. 54-59

6. Коркишко А.Н., Рахматуллин Ш.И., Карамышев В.Г., Локация утечек нефти, нефтепродуктов и нестабильных углеводородных жидкостей на магистральных трубопроводах // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2011. № 2. С. 142-147.

7. Рахматуллин Ш.И., Карамышев В.Г., Коркишко А.Н., Султанов М.Х., Расчет истечения жидкости из щели при разрыве стенки трубопровода в неквадратичной области гидравлического сопротивления // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2011. № 4. С. 135-140.

Научный руководитель: Набоков А.В. кандидат технических наук, доцент.

Исследование влияния характеристик валов насосных агрегатов на крутильные колебания

Логиновских В.М., Черенцов Д.А., Пирогов С.П.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Метод виброзащиты насосных агрегатов (НА) с помощью отстройки от резонансных частот, предполагает наличие значений свободных частот НА и частот возмущающей силы. Ниже представлена методика для определения свободных частот крутильных колебаний НА, полученная с помощью уравнения Лагранжа второго рода.

Схематично система изображена на рис. 1.

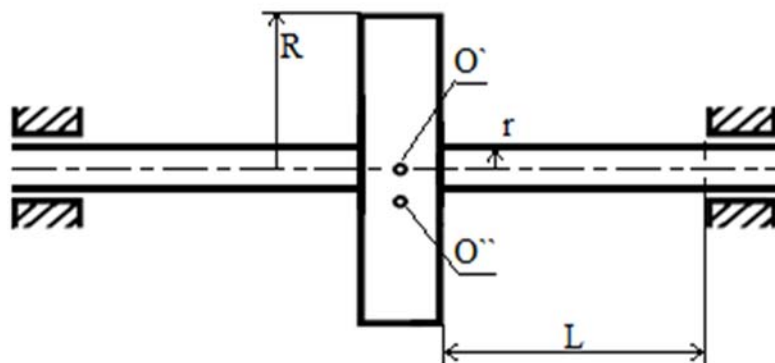


Рисунок 1. Система - вал и жестко закрепленный диск

За обобщенную координату принимается угол закручивания вала - φ .

Уравнение Лагранжа второго рода для свободных крутильных колебаний НА имеет следующий вид:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}} \right) + \frac{\partial \Pi}{\partial \varphi} = \frac{\partial T}{\partial \varphi} \quad (1)$$

где t – время, с;
 T – кинетическая энергия;
 Π – потенциальная энергия.

Выражение для кинетической энергии системы - вал и жестко закрепленный диск будет складываться из кинетической энергии вращения вала и диска:

$$T = \frac{(M(R^2 + r^2) + mr^2)}{4} \dot{\varphi}^2 \quad (2)$$

где M – масса диска, кг;
 R – внешний радиус диска, м;
 r – радиус вала, м;
 m – масса вала, кг.

Потенциальная энергия системы определится как:

$$\Pi = \frac{GI_p}{L} \varphi^2 \quad (3)$$

где G – модуль упругости второго рода, Па;
 I_p – полярный момент инерции, м⁴;
 L – расстояние от подшипника до диска, м.

Подставляя выражения частных производных в уравнение Лагранжа, получим дифференциальное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами:

$$\frac{(M(R^2 + r^2) + mr^2)}{2} \ddot{\varphi} + \frac{GI_p}{2L} \varphi = 0 \quad (4)$$

Значение частот свободных крутильных колебаний:

$$k = \sqrt{\frac{GI_p}{(M(R^2 + r^2) + mr^2)L}} \quad (5)$$

Таким образом, было получено выражение для определения частот свободных крутильных колебаний, позволяющих учесть все характеристики вала и диска.

Влияние соотношения массы диска и вала представлены на рисунке 2.

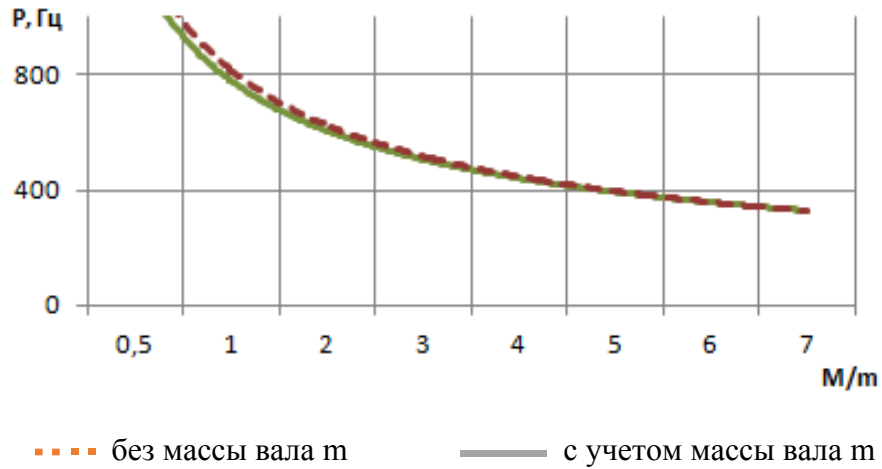


Рисунок 2. Влияние отношения масс

Оценка влияния отношения радиусов диска и вала представлены на рис.3.

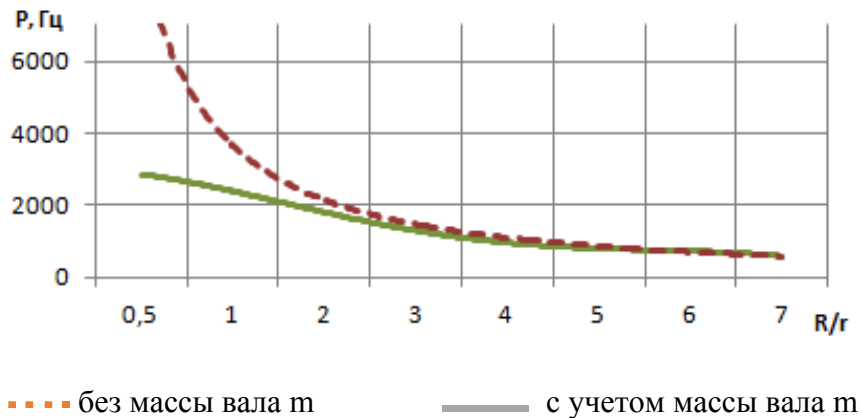


Рисунок 3. Влияние отношения радиусов

Библиографический список

1. Воронин К.С. Динамический механизм разрушения линейной части трубопровода при высокочастотном изменении давления. / Естественные и технические науки. 2011. № 5 (55). С. 208-211.
2. Воронин К.С., Земенков Ю.Д. Динамические предвестники нарушения геометрической формы газопровода. / Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2012. № 3. С. 70-72.
3. Дубнищев Ю.Н. Колебания и волны: учеб. пособие / Ю. Н. Дубнищев. - Москва : Лань, 2011. - 384 с.

4. Мирзаджанзаде А.Х. Теория колебаний в нефтепромысловом деле: учебное пособие для студентов вузов / А. Х. Мирзаджанзаде, З. Г. Керимов, М. Г. Копейкин. - М. : Институт компьютерных исследований ; Ижевск, 2005. - 364 с.

5. Челомей В. Н. Вибрации в технике: справочник в 6 томах / Т. 3 : Колебания машин, конструкций и их элементов / под ред. Ф. М. Диментберга, К. С. Колесникова. - М. : Машиностроение, 1980. - 544 с.

6. Черенцов Д.А., Пирогов С.П. Исследование затухающих колебаний манометрической трубчатой пружины в вязкой среде. / Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2014. № 5. С. 66-72.

7. Яблонский А.А. Курс теории колебаний : учебное пособие / А. А. Яблонский, С. С. Норейко. - 4-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2003. - 248 с.

Научный руководитель: Воронин К.С., к.т.н., Черенцов Д.А., к.т.н.

Проектирование подводного перехода методом наклонно-направленного бурения

Сыч К.М., Токарев В.В.

Омский государственный технический университет, г.Омск

Способ наклонно-направленного бурения заключается в применении специальных буровых установок, которые по предварительно заранее высчитанной траектории осуществляют бурение с дальнейшим расширением скважины и протаскиванием в образовавшееся пространство трубопровода, общий вид которого представлен на рисунок 1.

Прокладка трубопроводов методом наклонно-направленного бурения увеличивает срок службы трубопровода, сокращает время строительства, дает возможность поддерживать флору, фауну пересекаемых водотоков в первозданном виде и не нарушает состояние берегов и русла реки.

К преимуществам наклонно-направленного бурения при строительстве подводных переходов трубопроводов относится:

- возможность прокладывать трубопроводы ниже прогнозируемых русловых деформаций, что обеспечивает трубопроводу защиту от любых повреждений;

- при строительстве и эксплуатации сохраняется естественный режим водной преграды, собственно, что и соответствует повышенным требованиям экологии и имеет особое значение при пересечении рек трубопроводами;

- исключается необходимость балластирования трубопроводов;

- способ наклонно-направленного бурения исключает дноуглубительные, подводно-технические, водолазные и берегоукрепительные работы при строительстве переходов через водные препятствия, которые в свою очередь составляют более 50% стоимости переходов;
- строительство переходов возможно, как при положительных, так и при отрицательных температурах, что дает возможность использовать данный метод в любое время года;
- при более глубоком заложении трубопровода снижается возможность воздействия на него льдов и судовых якорей.

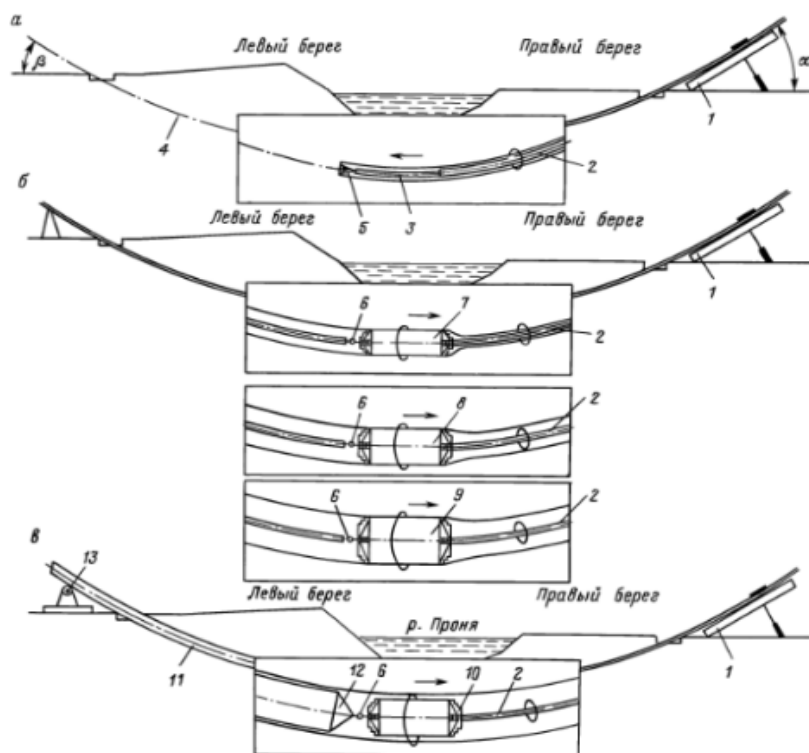


Рисунок 1. Схема прокладки трубопровода методом ННБ

† – бурение пилотной скважины, б – поэтапное расширение скважины; в – протаскивание плети рабочего трубопровода; 1 – буровая установка, 2 – буровая колонка из промывочных штанг, 3 – пилотные штанги, 4 – траектория пилотной скважины, 5 – буровая головка, 6 – вертлюг, 7, 8, 9, 10 – расширители разных диаметров, 11 – трубопровод, 12 – оголовок для протаскивания, 13 – роликовая опора, α – угол забуривания 6° , β – угол выхода 5°

На ряду с преимуществами есть так же и недостатки, при которых нет возможности применения способа ННБ, а именно:

- большие единовременные затраты на приобретение специального оборудования;
- сложность проходки в щебенистых, валунных, илистых и карстовых грунтах;
- повышенные требования к устойчивости береговых уклонов;

▪ необходимость глубокого геотехнического бурения и гидрогеологических изысканий, а точнее около сорока метров от дна реки;

Подбор буровой установки выбирается исходя из данных по типу, диаметру и длине предполагаемого к прокладке трубопровода, по инженерно-геологическим условиям строительства, с учетом требований по обеспечению необходимых значений условий тяги и крутящего момента.

Не смотря на все недостатки, способ наклонно-направленного бурения считается одним из самых передовых в строительстве и эксплуатации подводных переходов.

Способ наклонно-направленного бурения эффективен с экономической стороны при пересечении крупных рек, так как стоимость одного погонного метра трубопровода, построенного данным методом бурения с учетом строительства, эксплуатации и компенсационных затрат, равна по стоимости одному погонному метру дюкерных участков, построенных традиционным методом и эксплуатируемых с постоянной опасностью их размыва в дне и берегах пересекаемой водной преграды.

Библиографический список

1. Забела, К.А. Безопасность пересечений трубопроводами водных преград / В.А. Красков, В.М. Москвич, А.Е. Сощенко — М.: Недра-Бизнесцентр, 2001. — 195 с.

2. Васильев, Г.Г. Сооружение подводных переходов газонефтепроводов методом наклонно-направленного бурения / Г.Г. Васильев, О.Н. Благов, Ю.А. Горяинов — М.: Лори, 2003. — 288 с

Научный руководитель: Токарев В.В., канд. техн. наук, профессор

Строительство нефтесборных сетей на мерзлых грунтах

Чертков П.Ю., Огороднова Ю.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В нефтяной отрасли большое значение имеют вопросы строительства промысловых сооружений в сложных природно-климатических и инженерно-геологических условиях [1]. А так же качественное функционирование систем транспортировки сырья, для поддержания непрерывной деятельности технологической системы предприятия.

Вечномерзлыми грунтами являются такие грунты, в составе которых имеется лед, и они имеют отрицательную температуру в течение трех и более лет. Данный грунт структурно не устойчив, из-за сезонного оттаивания, в итоге происходит нарушение природной структуры [2]. А при про-

мерзании оттаявшего грунта, зачастую происходит его пучение. Над толщей вечномёрзлого грунта, находится деятельный слой, который ежегодно промерзает и оттаивает.

Строительство в данных условиях является не простой задачей, проектирование фундамента должно осуществляться с учетом процессов в деятельном слое грунта, а так же слое вечномёрзлого грунта. Основной проблемой данного основания, является изменчивость несущей способности в широких диапазонах. В зимний период, при отрицательных температурах, грунты основания могут воспринимать достаточно большие нагрузки, а в летнее время, период сезонного оттаивания, грунт разжижается и несущая способность существенно падает. А последующее замерзание, приводящее к пучению, может разрушить конструкцию трубопровода. Таким образом необходимо принять защитные меры, конструктивного и технологического характера.

На данных грунтах возможно строительство по двум конструктивным схемам, это подземная прокладка и надземное строительство.

В зимнее время данные грунты обеспечивают возможность использования любой строительной техники, как и в нормальных условиях. А в летний период, с наступлением положительной температуры, работы по линейной части трубопровода прекращаются, либо ведутся с помощью технологий строительства трубопровода в заболоченной местности.

Схема, с помощью которой происходит подземная прокладка трубопровода, осуществляется в зимний период. Трубопровод укладывается в заранее подготовленную траншею и закрепляется с помощью анкеров, или навешиваются специальные утяжелители, для закрепления трубопровода в проектном положении. Анкеры или утяжелители ограничивают трубопровод от вертикальных перемещений, так как на трубопровод действует выталкивающая сила. В условиях крайнего севера и малодоступные регионы, когда доставка грузов осуществляется на большие расстояния, применение утяжелителей не рационально, так как их масса достаточно велика, и доставка требует большого количества дополнительной техники. Так же при использовании утяжелителей не редко случается, что они скатываются с труб, тем самым приводя к всплыванию нефтепровода. Изменчивость физико-механических характеристик грунтов оказывает значительное влияние на условия работы нефтепровода. Таким образом, положительная температура перекачиваемой нефти будет оказывать непосредственное тепловое воздействие на грунты, что приведет к оттаиванию вечномёрзлого грунта, так называемому растеплению, из-за которого несущая способность становится крайне низкой. Из за этого нефтепровод может потерять устойчивость и разрушиться потому, что нефтепровод это линейное сооружение условия работы которого по его длине будут существенно отличаться даже при однородном типе мерзлоты. Уменьшение теплового воздействия воз-

можно с помощью различных видов теплоизоляционных материалов таких как пенополиуретан, пенополистирол а так же по трубопроводу с заполнением межтрубного пространства типа «труба в трубе».

Альтернативным способом является надземная прокладка нефтепровода на опорах с обычной теплоизоляцией. Для строительства надземного нефтепровода устанавливаются опоры, сваи которых устанавливаются в вечномёрзлом грунте. Расстояние между опорами нефтепровода определяется расчетным способом. Для восприятия продольных усилий возникающих в нефтепроводе из-за изменения температуры, через расчетное расстояние предусматривают компенсаторы и определяются места установки скользящих и анкерных опор, воспринимающих различные силы действующие на нефтепровод и обеспечивают его устойчивость на трассе. Строительство линейной части нефтепровода осуществляется в зимний период, когда грунт находится в прочном не растепленном состоянии. И только в зимний период возможно перемещение обычной строительной техники, а именно трубоукладчиков, турбовозов, буровых машин и др. Расстановка строительных машин такая же, как при осуществлении строительных и монтажных работ в обычных условиях. Доставка материалов и перебазировка техники осуществляется по зимнику. Таким образом, надземная прокладка нефтепровода наиболее актуальна потому, что оказывает меньшее влияние на грунты в условиях вечной мерзлоты. Так же при выборе схемы прокладки трубопровода проектная организация должна учитывать такие факторы как целесообразность, долговечность принятого технического решения, учитывать рельеф местности, характером грунта, уровень грунтовых вод, уклоном нефтепроводов, диаметр труб, их количество и протяженность [3, 4].

Правильно принятые технические решения, связанные с безопасной эксплуатацией трубопроводов системой обнаружения утечек [5, 6], антикоррозионной защитой, электрохимической защитой и качественное составление проектно-сметной документации напрямую влияет на эксплуатационную надежность объекта, на его инвестиционную привлекательность и эффективность освоения вкладываемых ресурсов [7].

Библиографический список

1. Чертков П.Ю., Коркишко А.Н. Применение жидко-керамической теплоизоляции на объектах нефтедобычи. Инженерный вестник Дона. 2016. №4.

2. Коркишко А.Н., Гарбузенко А.О. Полиэтиленовые оболочки в стальных трубопроводах // Проблемы эксплуатации систем транспорта. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2009. С. 159-159.

3. Коркишко А.Н., Совершенствование методов контроля и оценки интенсивности утечек углеводородных жидкостей из магистральных трубопроводов: автореферат дис. кандидата технических наук: -Уфа, 2013. -122с.

4. Рахматуллин Ш.И., Гумеров А.Г., Коркишко А.Н., Захаров Н.П., Карамышев В.Г., Способ обнаружения утечек нефти или нефтепродукта из трубопровода // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2011. № 2. С. 83-88.

5. Рахматуллин Ш.И., Захаров Н.П., Коркишко А.Н., Карамышев В.Г., Об оценке коэффициента расхода жидкости через аварийные щели по экспериментальным данным проликов // Нефтяное хозяйство. 2012. № 3. С. 106-108.

6. Рахматуллин Ш.И., Карамышев В.Г., Коркишко А.Н., Султанов М.Х., Расчет истечения жидкости из щели при разрыве стенки трубопровода в неквадратичной области гидравлического сопротивления // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2011. № 4. С. 135-140.

7. Койнов Н.И., Коркишко А.Н. Подходы в экспертизе проектно-сметной документации в СССР и Российской Федерации//Актуальные проблемы архитектуры, строительства, энергоэффективности и экологии - 2016. (Тюмень, 27-29 апреля 2016). -Тюмень, 2016. -С. 182-187.

Научный руководитель: Огороднова Ю.В., доцент базовой кафедры «Газпром нефть» канд. техн. наук.

Расчет неоднородного элемента конструкции по механике композитов

Шантала И.В.

Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень

Композитные материалы в современном мире находят все более широкое применение по сравнению с традиционными материалами. Это можно увидеть на примере композитных элементов при обустройстве нефтяных месторождений. Дадим решение задачи [1] о расчете композитного неоднородного элемента строительной конструкции по определению локальной функции.

Модель композитной структуры состоит из периодически повторяющихся элементов - ячеек [2]. При параллельном переносе ячейки вдоль одной оси, либо вдоль двух осей и в общем случае – вдоль трех осей, - получают композит. Если ячейка переносится вдоль одной оси, то такой композит называется слоистым.

На границе раздела слоев механические характеристики, зависящие от координаты z , терпят разрыв по этой координате. Внутри слоя они являются непрерывными функциями координаты z .

Ввод ячейки осуществляется двумя способами: вводом характерного размера ячейки l [м] и безразмерной геометрической характеристики $\alpha = l/L$, где L - общая толщина совокупности ячеек.

Для того чтобы войти внутрь ячейки и рассмотреть микроперемещения и микронапряжения в каждом слое, вводится «быстрая» координата ξ , определяемая по формуле $\xi = z/\alpha$.

Сформулируем граничную задачу для композитной балки, шарнирно опертой по концам и нагруженной равномерно распределенной нагрузкой. Для расчета неоднородной балки применяется метод осреднения Н.С. Бахвалова из механики композитов [3]. В соответствии с методом вводятся два масштаба переменных («быстрая» координата ξ и «медленная» координата z), позволяющих преобразовать уравнение с переменными коэффициентами на осредненное уравнение с постоянными коэффициентами. Решение краевой задачи находится на основе разложения функции перемещения по малому параметру α .

Расчет неоднородной балки сводится к решению дифференциального уравнения равновесия:

$$\frac{d^2}{dz^2} \left[E(z) \cdot \frac{d^2 u}{dz^2} \right] = \frac{q}{I} \quad (1)$$

при граничных условиях:

$$u|_{z=0} = 0, \quad M|_{z=0} = -EIu''_{z=0} = 0, \quad u|_{z=l} = 0, \quad M|_{z=l} = -EIu''_{z=l} = 0. \quad (2)$$

В выражениях (1) и (2) $E(z)$ - модуль упругости, $u(z)$ - вертикальное перемещение, q [кН/м] - равномерно распределенная нагрузка, I [м⁴] - осевой момент инерции поперечного сечения балки.

Вводим геометрически малый параметр α и координату $\xi = z/\alpha$, от которой зависит модуль упругости $E(\xi)$:

$$\frac{dE(z)}{dz} = \frac{dE(z)}{dz} \cdot \frac{d\xi}{d\xi} = \frac{dE(z)}{d\xi} \cdot \frac{d\xi}{dz} = \frac{dE(z)}{d\xi} \cdot \frac{d(z/\alpha)}{dz} = E' \cdot \frac{1}{\alpha}.$$

В результате уравнение (1) переписывается в виде:

$$\frac{1}{\alpha^2} E''(\xi) \cdot u''(z) + 2 \cdot \frac{1}{\alpha} E'(\xi) \cdot u'''(z) + E(\xi) \cdot u^{IV}(z) = \frac{q}{I}, \quad (3)$$

где точкой обозначается дифференцирование по координате ξ , а штрихом – дифференцирование по координате z .

По методу осреднения Н.С. Бахвалова решение уравнения (3) в нулевом приближении ищем в виде разложения:

$$u = v(z) + \alpha N(\xi) \cdot v'(z). \quad (4)$$

Здесь $v(z)$ - «осредненное» перемещение, решение задачи по теории эффективного модуля [3]; $N(\xi)$ - локальная функция, характеризующая неоднородность балки.

Взяв последовательно четыре производные по z от (4) и подставив их в уравнение равновесия (3), получаем (группируя слагаемые относительно одинаковых степеней):

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\alpha^2} E^{\bullet\bullet} \cdot \left[\frac{1}{\alpha} N^{\bullet\bullet} \cdot v' + \alpha^0 (v'' + 2N^{\bullet} \cdot v'' + \alpha N \cdot v''') \right] + \\ & + 2 \cdot \frac{1}{\alpha} E^{\bullet} \cdot \left[\frac{1}{\alpha^2} N^{\bullet\bullet\bullet} \cdot v' + 3 \cdot \frac{1}{\alpha} N^{\bullet\bullet} \cdot v'' + \alpha^0 (v''' + 3N^{\bullet} \cdot v''') + \alpha N \cdot v^{IV} \right] + \quad (5) \\ & + E \cdot \left[\frac{1}{\alpha^3} N^{\bullet\bullet\bullet\bullet} \cdot v' + 4 \cdot \frac{1}{\alpha^2} N^{\bullet\bullet\bullet} \cdot v'' + 6 \cdot \frac{1}{\alpha} N^{\bullet\bullet} \cdot v''' + \alpha^0 (v^{IV} + 4N^{\bullet} \cdot v^{IV}) + \alpha N \cdot v^V \right] = \frac{q}{I}. \\ & \frac{1}{\alpha^3} / \left[E^{\bullet\bullet} N^{\bullet\bullet} + 2E^{\bullet} N^{\bullet\bullet\bullet} + EN^{\bullet\bullet\bullet\bullet} \right] \cdot v'; \\ & \frac{1}{\alpha^2} / \left[E^{\bullet\bullet} + 2E^{\bullet\bullet} N^{\bullet} + 6E^{\bullet} N^{\bullet\bullet} + 4EN^{\bullet\bullet\bullet} \right] \cdot v''; \\ & \frac{1}{\alpha} / \left[E^{\bullet\bullet} N + 2E^{\bullet} + 6E^{\bullet} N^{\bullet} + 6EN^{\bullet\bullet} \right] \cdot v'''; \\ & \alpha^0 / \left[2E^{\bullet} N + E + 4EN^{\bullet} \right] \cdot v^{IV}; \\ & \alpha^1 / EN \cdot v^V. \end{aligned}$$

Согласно метода Н.С. Бахвалова выражение при степени α^{-1} приравнивается нулю: $\left[E^{\bullet\bullet} N + 2E^{\bullet} + 6E^{\bullet} N^{\bullet} + 6EN^{\bullet\bullet} \right] = 0$, но поскольку данное уравнение решений не имеет, приравниваем нулю выражение при степени α^{-2} : $\left[E^{\bullet\bullet} + 2E^{\bullet\bullet} N^{\bullet} + 6E^{\bullet} N^{\bullet\bullet} + 4EN^{\bullet\bullet\bullet} \right] = 0$ и определяем локальную функцию $N(\xi)$:

$$N(\xi) = C_1 - \left[\int_0^{\xi} \frac{1}{\sqrt{E}} d\xi \right] \cdot \left[\frac{\sqrt{E}}{2} + \int_0^{\xi} \frac{C_2}{4\sqrt{E}} d\xi \right] + C_3 \int_0^{\xi} \frac{d\xi}{E} + \int_0^{\xi} \left[\frac{\left(\frac{dE}{d\xi} + C_2 \right) \int_0^{\xi} \frac{d\xi}{E}}{4\sqrt{E}} \right] d\xi,$$

где C_1, C_2, C_3 - постоянные интегрирования. В книге [3] даны условия определения двух постоянных интегрирования, когда приравнивается нулю выражение при α^{-1} (задача о расчете неоднородного стержня). Вопрос определения третьей постоянной интегрирования для нахождения локальной функции в задаче о расчете неоднородной балки пока остается открытым.

Выражение в скобках в уравнении (1) после операции осреднения принимает вид:

$$\langle E \cdot u'' \rangle = \frac{1}{\alpha} \langle EN^{**} \rangle v' + \langle E(1 + 2N^*) \rangle v'' + \alpha \langle EN \rangle v''', \quad (6)$$

где $\langle EN^{**} \rangle = h_0$, $\langle E(1 + 2N^*) \rangle = h_1$, $\langle EN \rangle = h_2$ - осредненные модули упругости. Тогда осредненное выражение (6) и граничные условия (2) будут иметь вид:

$$\begin{aligned} \langle E \cdot u'' \rangle &= \frac{1}{\alpha} h_0 v' + h_1 v'' + \alpha h_2 v''' \\ \langle u \rangle_{z=0} &= (v + \alpha \langle N \rangle v')_{z=0} = 0 \\ \langle M \rangle_{z=0} &= \langle EI \cdot u'' \rangle_{z=0} = \left(\frac{1}{\alpha} h_0 I \cdot v' + h_1 I \cdot v'' + \alpha h_2 I \cdot v''' \right)_{z=0} = 0 \\ \langle u \rangle_{z=l} &= (v + \alpha \langle N \rangle v')_{z=l} = 0 \\ \langle M \rangle_{z=l} &= \langle EI \cdot u'' \rangle_{z=l} = \left(\frac{1}{\alpha} h_0 I \cdot v' + h_1 I \cdot v'' + \alpha h_2 I \cdot v''' \right)_{z=l} = 0. \end{aligned} \quad (7)$$

Таким образом, при переходе от неоднородной среды (1), (2) к «однородной» среде (7) методом осреднения, получена краевая задача:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\alpha} h_0 v''' + h_1 v'' &= \frac{q}{I} \\ \langle u \rangle_{z=0} &= (v + \alpha \langle N \rangle v')_{z=0} = 0, \quad \langle M \rangle_{z=0} = \left(\frac{1}{\alpha} h_0 I \cdot v' + h_1 I \cdot v'' \right)_{z=0} = 0 \\ \langle u \rangle_{z=l} &= (v + \alpha \langle N \rangle v')_{z=l} = 0, \quad \langle M \rangle_{z=l} = \left(\frac{1}{\alpha} h_0 I \cdot v' + h_1 I \cdot v'' \right)_{z=l} = 0. \end{aligned}$$

Для шарнирно опертой композитной балки получена формула для вычисления локальной функции, описывающей неоднородные свойства материала балки, с использованием метода осреднения Н.С. Бахвалова механики композитов.

Библиографический список

1. Шаптала, И.В. Задача о композитной (неоднородной) балке / Проблемы прочности материалов и сооружений на транспорте: сб. тезисов докладов IX Междун. конф. по проблемам прочности материалов и сооружений на транспорте. – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2014. – С.93-95.
2. Бардзокас, Д.И. Математическое моделирование физических процессов в композиционных материалах периодической структуры / Д.И. Бардзокас, А.И. Зобнин. – М.: Изд-во УРСС, 2003. – 373с.
3. Победря, Б.Е. Механика композиционных материалов / Б.Е. Победря. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. – 336с.

Конструктивные особенности термостабилизаторов

Якупов А.У., Воронин К.С., Черенцов Д.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Поддержание температуры в многолетнемерзлых грунтах для обеспечения безопасной эксплуатации зданий и сооружений является актуальной задачей. Активное освоение районов Российской Федерации покрытых многолетнемерзлыми грунтам (ММГ) требует применение средств защиты пород от воздействия тепла, которые находились в мерзлом состоянии десятки лет. Такие породы обладают специфическими: физическими, механическими, инженерного-геологическими, фильтрационными свойствами, которые учитываются при проектировании оснований, фундаментов при сооружении объектов на территории ММГ. Вечномерзлые породы имеют: верхний деятельный слой, который в течение года меняет свою температуру; нижний, который имеет отрицательную температуру. Из-за содержания в большом количестве льда характеристики пород изменяются вместе с температурой. Недопустимым критерием для оснований и фундаментов является деформации, которые могут превысить предельные значения при растеплении вечномерзлых грунтов.

Наиболее актуальным средством решения проблемы является использование термостабилизаторов. Индивидуальные сезоннодействующие охлаждающие устройства «СОУ» – термостабилизаторы [1]. Устройства представляют собой индивидуальную однотрубную конструкцию с цельнометаллическим корпусом рисунок 1, заправленную хладагентом.

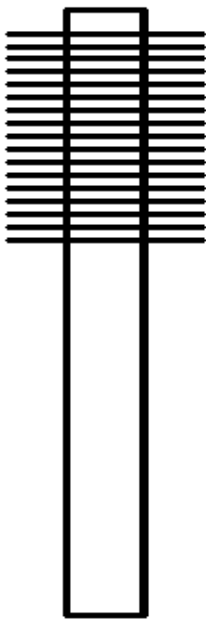


Рисунок 1. Термостабилизатор

По конструктивным особенностям делятся на: вертикальные, наклонные и слабонаклонные. По применяемому типу теплоносителя: жидкостные, парожидкостные, газожидкостные и газовые. Парожидкостные нашли широкое применение в виду хорошей теплопередающей способности [2]. По принципу действия различают: сезонно и круглогодичного действия. Принцип действия термостабилизатора основан на циркуляции хладагента внутри трубки. Нижняя испарительная часть СОУ находится под землей. Принимая тепло грунта хладагент, находящийся внутри конструкции, закипает. Пары закипевшего хладагента поднимаются, вверх унося с собой тепловую энергию. В наружной конденсаторной части пары хладагента конденсируются, передавая тепло наружному воздуху. Конденсируя хладагент, стекает, вниз замыкая непрерывную циркуляцию. Циркуляция хладагента возможно только при наличии разности температур в ис-

парительной и конденсаторной части. В летнее время температура наружного воздуха намного выше температуры в испарительной части и действие термостабилизатора приостанавливается.

В СОУ круглогодичного действия реализован эффект Пельтье. Эффект Пельтье - термоэлектрическое явление, который сопровождается выделением или поглощением тепла при прохождении электрического тока в месте контакта двух разных проводников. Количество выделяемого тепла зависит от свойства проводников, направления движения тока и его силы. При установке модуля реализующий эффект Пельтье в летнее время будет создаваться необходимая разность температур для непрерывного действия термостабилизатора [3]. Достоинства: непрерывная работа термостабилизатора. Недостатки: для работы устанавливаемого модуля Пельтье необходимо электричество, которое создает сложности заморозки протяженных объектов.

Применять методы защиты многолетнемерзлого грунта от растепления необходимо по результатам экономического расчета. По результатам которого будет достигнуто снижение деформаций ниже максимально допустимых значений.

Библиографический список

1. Карнаухов Н.Н. и др. Механика мерзлых грунтов и принципы строительства нефтегазовых объектов в условиях Севера. Учебник под ред. Н.Н. Карнаухова — М.: Изд. ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. — 432 с.
2. Баясан Р.М. Технология и технические средства термостабилизации мерзлых грунтов оснований магистральных и промысловых трубопроводов в криолитозоне / Р.М. Баясан, С.И. Голубин // Инженерные изыскания. 2012. № 7. С. 64 – 69.
3. Воронин К.С., Якупов А.У. Актуальность применения композитных материалов при хранении нефти и нефтепродуктов в условиях низких температур./Нефтегазовый терминал. Материалы международной научно-технической конференции «Транспорт и хранение углеводородного сырья».2016. №.11. С. 36-39.

Научный руководитель: Воронин К.С., канд. техн. наук, доцент. и Черенцов Д.А., канд. техн. наук, доцент

СЕКЦИЯ «Строительные материалы, изделия и конструкции»

Влияние высокодисперсного микронаполнителя и добавок-суперпластификаторов на свойства самоуплотняющегося бетона

Абайдуллина В.И.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На сегодняшний день, когда все, в том числе и строительные технологии, развиваются с молниеносной скоростью, бетон благодаря своим уникальным свойствам остается одним из основных строительных материалов XXI века.

В нашей стране одной из перспективных разработок является высокотехнологичные или высокоэффективные бетоны (High Performance Concrete). Так называемые «бетоны нового поколения» отличаются высокой или сверхвысокой прочностью, коррозионной стойкостью, морозостойкостью и водонепроницаемостью. С появлением суперпластификаторов (СП) и высокодисперсных кремнеземсодержащих материалов техногенного происхождения, прежде всего, микрокремнезема (МК) в технологии бетона произошел перелом. Значительный прогресс связан именно с совместным применением СП и МК. Оптимальное сочетание указанных добавок - модификаторов, а, при необходимости, совмещение с ними в небольших количествах других органических и минеральных материалов позволяет управлять реологическими свойствами бетонных смесей и модифицировать структуру цементного камня на микроуровне так, чтобы придать бетону свойства, обеспечивающие высокую эксплуатационную надежность конструкций [1].

Совместное использование высокодисперсных материалов в качестве микронаполнителей с эффективными добавками-суперпластификаторами обеспечивают получение одного из видов высокоэффективных бетонов – самоуплотняющегося бетона (Self Compacting Concrete). Самоуплотняющийся бетон представляет собой материал, который способен уплотняться под действием собственного веса, заполняя объем даже в густоармированных конструкциях. Применение современных самоуплотняющихся бетонов позволяет отказаться от виброуплотнения, получать высокое качество поверхностей изделий, использовать широкий выбор конструкций заданного внешнего вида, а также решать ряд экологических и экономических проблем, таких как снижение уровня пыли и расхода энергозатратного клинкерного цемента для бетона [2].

Цель научной работы заключалась в разработке состава самоуплотняющегося бетона из рядовых сырьевых компонентов за счет применения высокодисперсного микронаполнителя (МК) и суперпластифицирующих добавок на основе эфира поликарбоксилата, а также в изучении влияния

дозировок добавок на кинетику набора прочности бетона при естественном твердении.

В научной работе были использованы следующие материалы:

1. Портландцемент марки ЦЕМ I 42,5Б;
2. Мелкий заполнитель – кварцевый песок с модулем крупности $M_k=2,0$;
3. Крупный заполнитель – гранитный щебень фракции 2,5 – 10,0;
4. Кремнесодержащий микрозаполнитель – микрокремнезем;
5. Добавки на основе поликарбоксилатного эфира: суперпластификаторы Glenium ACE 430 производства компании «BASF»; MC-PowerFlow 3100 производства «MC-Bauchemie» Sika ViscoCrete 5-600 производства «Sika».

В ходе выполнения эксперимента были проведены исследования влияния количества высокодисперсного кремнесодержащего микрозаполнителя в дозировках 10; 20; 30% от массы цемента на свойства бетонной смеси и бетона [3]. Результаты эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние кремнесодержащего микрозаполнителя на свойства бетонной смеси и бетона

№ п/п	МК, %	УУ, см	В/Ц	$\rho_{б.см.},$ кг/м ³	$R_{сж},$ МПа			
					3 сут.	7 сут.	14 сут.	28 сут.
1	0	20	0,67	2435	10,8	24,2	26,4	27,8
2	10	20	0,79	2385	11,5	25,0	28,5	29,6
3	20	20	0,96	2245	8,4	15,3	17,1	21,8
4	30	20	1,15	2110	7,3	11,7	15,2	19,2

Введение микрокремнезема в состав бетонной смеси позволяет получить систему цементной матрицы, устойчивую к внешним механическим воздействиям и, возникающим в ходе протекания химических реакций, внутренним напряжениям.

При дозировке микрокремнезема в количестве 10 % от массы цемента наблюдается увеличение прочности бетона в возрасте 28 суток на 7 % по сравнению с контрольным (бездобавочным), что связано с гидратационной активностью микрокремнезема. При гидратации цементного камня выделяется гидроокись кальция, которая связывается микрокремнеземом в гидраты силиката кальция, подобными гидрату силиката кальция, образуемого портландцементом. Но, эти образования имеют меньшие размеры и «цементируют» микропустоты, характерные для затвердевших цементно-песчаных смесей тем самым уплотняя цементный раствор и улучшая сцепление с заполнителем. Однако при дозировке микрокремнезема сверх 10 %

прочность бетона снижается, что связано с увеличением водоцементного отношения в связи с дисперсностью микрокремнезема.

На подобранном составе сырьевых компонентов с содержанием МК 10% были апробированы добавки на поликарбоксилатной основе производства «BASF», «МС-Vauchemie» и «Sika». Результаты эксперимента представлены в таблице 2.

При введении добавок в дозировках 1,0 и 1,5 % от массы цемента (рабочая концентрация) зафиксировано действие стерического эффекта – растекание бетонной смеси. При этом достигнутая подвижность (снижение вязкости) бетонной смеси (расплыв конуса 55 см) позволяет называть получившиеся смеси самоуплотняющимися.

Таблица 2

Влияние добавок-суперпластификаторов на свойства бетонной смеси и бетона

№ п/п	Д, %	В/Ц	R _{сж} , МПа			
			3 сут.	7 сут.	14 сут.	28 сут.
Master Glenium ACE 430						
1	1,0	0,55	15,1	24,1	26,9	39,0
2	1,5	0,56	11,0	19,5	27,1	29,4
Sika ViscoCrete 5-600						
3	1,0	0,58	18,1	21,3	32,8	34,6
4	1,5	0,50	20,8	25,5	33,3	35,3
МС-PowerFlow 3100						
5	1,0	0,75	7,7	12,2	17,1	20,2
6	1,5	0,63	13,3	21,5	24,8	31,1

В процессе экспериментальных исследований было установлено, что наилучшие результаты по прочности при сжатии получены с добавкой Master Glenium ACE 430. При дозировке добавки в количестве 1,0 % прочность бетона при сжатии в возрасте 28 суток увеличивается по сравнению с контрольным составом на 29 %. Это связано с низким водоцементным отношением и плотной структурой бетона.

Следует отметить, что все добавки обладают водоредуцирующим эффектом, однако данный эффект у добавок производства «Sika» и «МС-Vauchemie» достигается лишь при увеличении рабочей концентрации раствора. Также стоит обратить внимание на то, что при введении данных добавок наблюдалось незначительное водоотделение смеси.

Полученные высокие результаты структурных и прочностных показателей бетона доказывает целесообразность совместного введения суперпластифицирующих добавок и высокодисперсных микронаполнителей, обеспечивающих синергетический эффект.

Библиографический список

1. Каприелов С.С. Модифицированные бетоны нового поколения: реальность и перспектива / С.С. Каприелов, В.Г. Батраков, А.В. Шейнфельд // Бетон и железобетон.1999. № 6.С.6-10.

2.Торопова М.В. Самоуплотняющийся бетон – эффективный инструмент в решении задач строительства // Бетонoved.ru:интернет-журнал.2009.URL:
http://www.betonoved.ru/news2.php?fn_mode=fullnews&fn_id=367 (дата обращения 22.09.2009).

3. Абайдуллина В.И. Подбор состава самоуплотняющейся бетонной смеси / В.И. Абайдуллина, В.А. Солонина // Международный студенческий научный вестник .2016.№3-1.С.167-168.

Научный руководитель: Солонина В.А., канд. техн. наук, доцент.

Применение ШХВО в дорожно-строительных материалах

Абайдуллина Т.Н., Зенкин И.Н.

Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень

Техногенные продукты и отходы промышленности в большинстве своем являются многокомпонентными и неоднородными по составу системами и применение их в строительном производстве может привести к изменчивости свойств изготовленных на их основе строительных материалов.

В связи с этим особое внимание следует уделять крупнотоннажным побочным продуктам и отходам стабильного химического и минералогического состава. Наибольший интерес представляют шламы химводоочистки (ШХВО) тепловых электростанций, хранящиеся в огромных количествах в шламонакопителях или на промышленных свалках.

Для большинства предприятий подобные отходы представляют и большую экологическую проблему, а потому утилизация шламов водоочистки является первоочередной задачей.

Таким образом, исследования возможности использования шламовых отходов в качестве сырьевой базы для получения строительных материалов становятся актуальными, поскольку позволяют комплексно решать проблему повышения эффективности и качества строительного производства и снижать экологический ущерб окружающей среде. Для генерирующих предприятий и компаний, в т.ч. Тюменской ТЭЦ-2 перевод ШХВО во вторичное сырьё, его утилизация способствуют снижению проблем и обременений, связанных с накоплением отходов производства. Рассматри-

вались следующие направления использования шлама: 1- для изготовления строительных растворов; 2- для получения асфальтобетонных смесей; 3- для укрепления грунтов.

Применение ШХВО для изготовления строительных растворов было рассмотрено ранее [1].

Для оценки возможности применения шлама в составе асфальтобетонной смеси было приготовлено 2 состава горячей мелкозернистой асфальтобетонной смеси типа А, I марки. В качестве сырьевых материалов использовали известняковый щебень карьера «Дружининский» (фр. 5-10 мм), известняковый отсев дробления (фр. 0-5 мм), известняковый минеральный порошок, шлам ХВО Тюменской ТЭЦ-2, битум нефтяной дорожной марки БНД 90/130.

Содержание битума в смеси составило 5,5%.

В процессе приготовления было установлено следующее. Смесь №1, приготовленная на традиционных материалах хорошо перемешивалась и формовалась. Смесь, приготовленную с использованием шлама, не представлялось возможным перемешать до однородного состояния. Шлам, обладая развитой удельной поверхностью, интенсивно структурировал битум, не переводя его в пленочное состояние, а образуя в массе асфальтобетонной смеси сгустки битума, наполненные шламом. Таким образом, на этапе приготовления асфальтобетонной смеси возникли трудности с ее перемешиванием. Физико-механические показатели асфальтобетона с ШХВО так же ниже, чем у стандартного асфальтобетона (прочность снижена на 15-20%).

Проанализировав состав и свойства асфальтобетонной смеси, нами был сделан вывод о том, что продолжение эксперимента с дальнейшим уменьшением содержания шлама не имеет смысла, так как невысокое его содержание в составе асфальтобетона не решает задачу утилизации последнего.

Таким образом, применение ШХВО Тюменской ТЭЦ-2 в асфальтобетоне не является целесообразным с технических и экономических позиций.

На следующем этапе авторами было принято решение использовать ШХВО при укреплении грунтов. В исследованиях применялись мелкие и пылеватые пески (по ГОСТ 25100-95) из штабеля гидронамыва карьера «Андреевский», с естественной влажностью 4-6%; портландцемент М-400 Сухоложского завода (ГОСТ 10178-85) и ШХВО (интегральная проба) из накопителя Тюменской ТЭЦ-2.

На первом этапе экспериментов для подтверждения возможности и эффективности применения ШХВО испытывались 2 серии композиций:

I - контрольная серия цементогрунта по [2], содержащая 12% цемента от веса песка;

II - композиция, содержащая грунт, 10% ШХВО (по сухому остатку) и тоже количество вяжущего.

III - композиция, содержащая грунт, 15% ШХВО (по сухому остатку) и 10 % вяжущего, а также добавку «Никофлок».

Из приготовленных при оптимальной влажности смесей формовались образцы-цилиндры $d=h=5$ см с использованием малого прибора Союздорнии и гидравлического пресса. Затем часть свежеприготовленных образцов отправлялась на эколого-токсикологические исследования, основное количество (24 штук) - помещались в эксикатор для набора прочности в воздушно-влажных условиях.

Испытания образцов производились через 14 и 28 суток твердения и в водонасыщенном в течение 48 часов состоянии (первые 6 часов - погружения на 1/3, затем - полностью) по [2] и [3].

Взвешенные до и после водонасыщения образцы испытывались на прочность при сжатии на гидравлическом прессе. Основные результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты испытаний цементогрунта

№ состава	Количество образцов	Результаты испытаний в возрасте					
		7 суток			28 суток		
		В, %	R _{сж} , МПа	Дов. интервал	В, %	R _{сж} , МПа	Дов. интервал
1	9+9	9,5	1,9	±0,19	7,4	3,2	±0,27
2	9+9	4,5	2,5	±0,24	3,3	4,0	±0,34
3	9+9	4,0	2,7	±0,21	2,9	4,3	±0,20

Примечание: В - водопоглощение по массе; R_{сж} - прочность при сжатии, МПа.

Результаты испытаний показали, при одинаковом количестве вяжущего прочность композиции (7 суток) с ШХВО увеличивается на 28%. Водопоглощение снизилось более чем в 2 раза.

Полученные данные подтверждают эффективность применения добавки «Никофлок» при утилизации ШХВО Тюменской ТЭЦ-2.

Эти данные свидетельствуют о возможности повышения технико-экономических показателей применения укрепленных грунтов в конструкциях одежд дорог и производственных площадок.

Испытания стандартных 28 суточных образцов позволили определить марку материала по [2]: 1 серия – М 20; II серия – М 40.

Выполненный на данном этапе работы поисковый эксперимент является первичным в серии запланированных опытов по подбору оптимальных составов композиций на основе грунтов, вяжущих, ШХВО ОАО «Фортум», которые в настоящее время продолжают и имеют целью:

- углубление исследований по применению ШХВ в композициях (укрепленных грунтах) для дорожного строительства, как основного пути утилизации, а также по другим направлениям;

- подбор составов материалов при минимизации расхода цемента и стоимости утилизации ШХВО, назначение марок укрепленных грунтов;
- выбор наиболее эффективных микродобавок («Никофлок» и др.) для повышения прочности, технико-экономических и экологических показателей;
- определение свойств композиций в длительных и сложных опытах (морозостойкость, водостойкость, коэффициент фильтрации, деформационные характеристики – модуль упругости, коэффициент Пуассона);
- дополнительно проводятся исследования по получению строительных грунтов без вяжущих, а так же рекультивационных почвенных смесей с ШХВО.

Библиографический список

1. Свинтицких Л.Е. Исследование возможности применения в строительных растворах шлама химводоочистки Тюменской ТЭЦ-2/ Л.Е. Свинтицких, Н.Г. Митрофанов, Т.Н. Шабанова //Труды Всероссийской конференции «Менделеевские чтения»- Тюмень, 2005. -С.385-393.
2. ГОСТ 23558-94. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия. Введ. 1995-01-01.-М.: Изд-во стандартов, 1995. – 21 с.
3. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Метод определения прочности по контрольным образцам. Введ. 2013-07-01.-М.: Изд-во стандартов, 2012. – 37 с.

Научный руководитель – Митрофанов Н.Г., доцент

Разработка состава керамического кирпича с применением шлаков ООО «УГМК-Сталь»

Алексеев В.С., Бурдукова А.А.

Тюменский Индустриальный Университет, г. Тюмень

Использование техногенного сырья – один из эффективных способов экономии природных материалов, при этом одновременно происходит утилизация побочных продуктов и вносится вклад в охрану окружающей среды [1].

Отходы металлургии в составе керамической массы способствуют улучшению качества готовой продукции. Металлургический шлак выступает в качестве отошающей добавки, уменьшая усадку и деформацию изделий при сушке и обжиге за счет меньшей потребности воды глиняного теста. А также увеличение его содержания приводит к сокращению продолжительности и стоимости сушки.

В данной исследовательской работе в качестве основного сырья использовались глины Кыштырлинского месторождения. Она характеризуется высоким числом пластичности, что отражается на низкой трещиностойкости и показателях внешнего вида керамического кирпича. Для повышения качества стеновой керамики в состав сырья необходимо вводить отошающие добавки. В качестве отошающих компонентов водились песок и металлургический шлак.

Таблица 1

Год- месяц	Кол-во проб, шт	Химический состав шлака ДСП						
		CaO	SiO ₂	CaO/SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	FeO	MnO
	шт	%	%	-	%	%	%	%
2016_1	383	25,4	13,4	1,9	6,5	3,7	28,5	5,1
2016_2	169	31,0	14,1	2,3	5,3	3,6	26,2	5,6
2016_3	166	30,3	12,2	2,5	4,4	3,3	25,2	5,0
2016_4	244	31,9	13,6	2,4	4,8	3,4	23,8	5,3
2016_5	453	29,1	14,5	2,0	5,5	3,8	23,5	5,2
2016_6	483	29,3	13,4	2,2	5,4	3,6	24,2	4,7
ИТОГ:	1898	29,1	13,7	2,2	5,5	3,6	25,1	5,1

Исследованию подвергались 5 составов сырьевой шихты, соотношения компонентов которой представлены в таблице 2.

Таблица 2

	Глина, %	Песок, %	Шлак, %
1	70	30	-
2	70	25	5
3	70	20	10
4	70	15	15
5	70	10	20

Осуществлялась формовка пластинок размером 50×50×8 мм. Параллельно определяется влажность формовочной шихты. После формовки, образцы были подвергнуты сушке. После, высушенные образцы были помещены в печь обжига, где подвергались воздействию разной температуры. Обожжённые образцы взвешивались, и впоследствии помещались в воду для определения водопоглощения. Результаты приведены в графике.

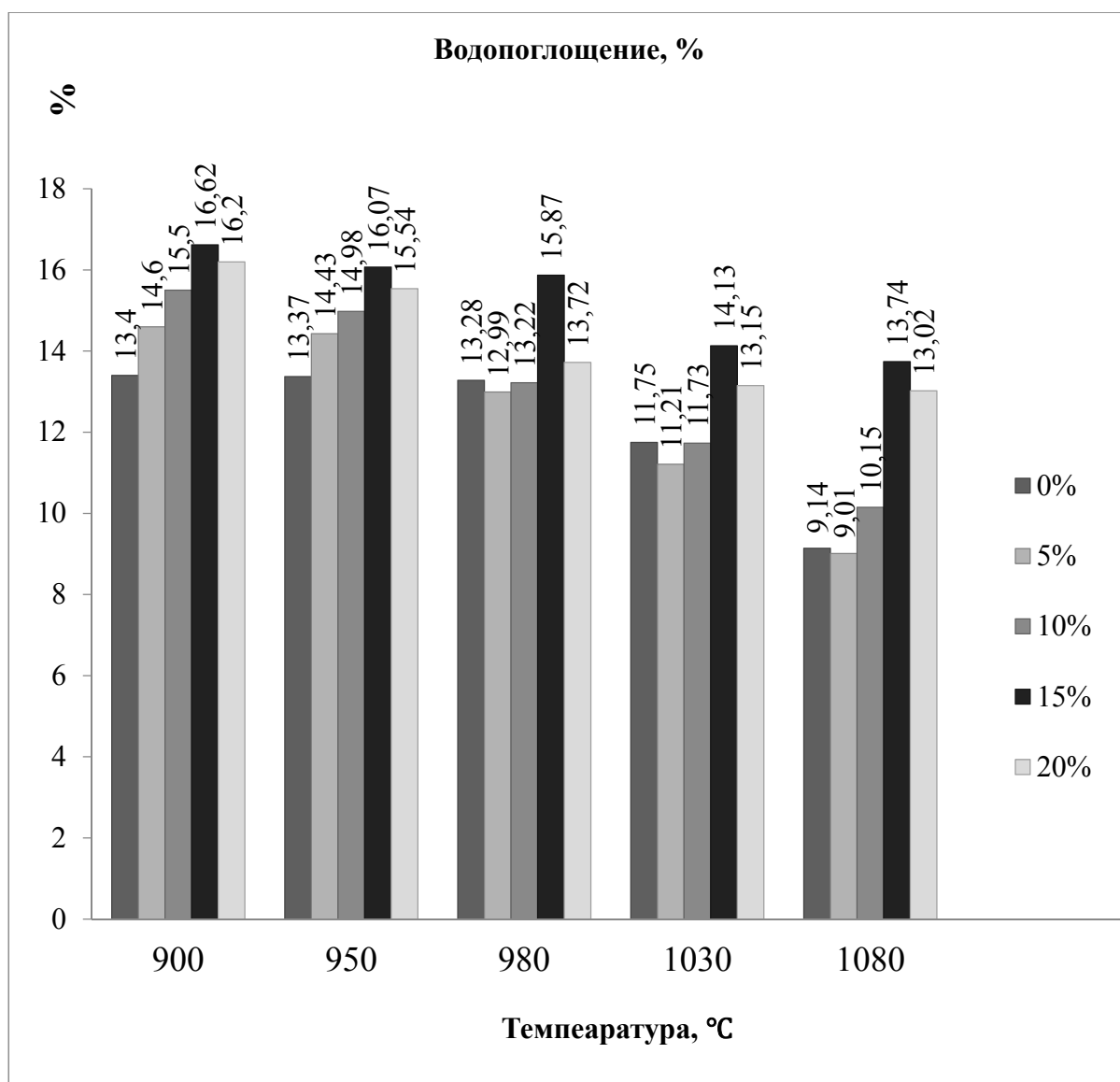


Рисунок 1. Влияние металлургического шлака на водопоглощение

Результаты, полученные в ходе исследований, доказывают возможность введения шлака в качестве отощающей добавки, с улучшением показателей по водопоглощению [2].

Библиографический список

1. Приказ Министерства регионального развития РФ от 30 мая 2011 г. № 262 «Стратегия развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения на период до 2020 года».
2. Довженко и.г. Эффективность применения сталеплавильных шлаков в грубозернистых массах для производства керамического кирпича

Научный руководитель: Солонина В.А., к.т.н, доцент

Исследование влияния модификаций на основе техногенных отходов нерудного производства на долговечность бетонов

Ахтямов В.Ф

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Разносторонние требования к эксплуатационным качествам, области применения и физико-техническим свойствам бетонов, требования долговечности, а также к работе предприятий строительной индустрии в рыночных условиях расширяют область экономического использования различных видов заполнителей [1.3]. Региональной особенностью изготовления бетона в Уральском федеральном округе является обусловленное географическим положением распространение в качестве мелкого заполнителя нерудных материалов из отсевов дробления. Такие пески характеризуются повышенной крупностью, но при этом неравномерностью гранулометрического состава. Так, в соответствии с ГОСТ 31424-2010 допустимое для использования в строительных работах содержание зерен крупностью менее 0,16 мм в отсевах не должно превышать 20% при наличии фракции 5 мм – не более 10%. Результат испытаний фактической пробы вполне способен составить 30% пылевидных частиц даже в крупном отсева. При этом очевидная низкая относительно природных песков цена и доступность материала обуславливают популярность отсева в качестве сырья для производства бетонов.

Бетонные смеси, изготовленные из отсевов дробления характеризуются повышенной водопотребностью. Это практически исключает возможность достижения высоких прочностных и других эксплуатационных показателей. Однако рядовые классы по прочности зависимы от водоцементного отношения не меньше. Другими словами, любой фактор, увеличивающий водопотребность, закономерно провоцирует повышение расхода цемента, а значит, себестоимости. Другой побочный эффект использования отсевов, связанный с поглощением пылевидными частицами заполнителя в процессе изготовления и транспортировки, проявляется в ускоренной потере подвижности бетонных смесей. Актуальное требование неизменности реологических свойств в течение двух часов становится затруднительным даже в условиях довольно умеренного уральского климата.

В свою очередь, крупный заполнитель, характерный для Уральского Федерального округа, представлен, как правило, интрузивными породами с маркой по дробимости выше 1200. Однако и здесь нередки отклонения от стандартного процента по содержанию пылевидных частиц [2].

Целью данного исследования является разработка эффективных бетонов для условий Западной Сибири на полифракционных заполнителях, состоящих из щебня и отсевов дробления в виде песка и пыли местных карьеров, а также химических добавок – регуляторов свойств бетонной смеси.

Авторами статьи были проведены экспериментальные исследования отсевов дробления щебня с гранитного карьера г. Реж (Свердловская область) и доломитового карьера г. Сатка (Челябинская область) в соответствии со стандартными методиками по ГОСТ 31424-2010, результаты представлены в таблицах 1,2.

Таблица 1

Физико-механические свойства отсевов

Показатели	Щебеночные заводы, карьеры	
	щебеночный завод, г. Реж	карьер г. Сатка
Горная порода	гранит	доломит
Модуль крупности	2,57	1,7
Фракция щебня 5-10 мм, %	5	3,8
ПГИ, %	2,9	2,0
Насыпная плотность, кг/м ³	1450	1380
Содержание глины в комках, %	0,3	0,1
Марка щебня по дробимости	1000	800

Таблица 2

Количественный химический анализ проб гранита и доломита

Лаб. проба №	Содержание основных оксидов, масс. %											
	SiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	Na ₂ O	K ₂ O	CO ₂	п.п.п
390 (гранит)	70,82	2,33	1,09	4,00	12,58	0,40	0,08	0,05	3,51	2,22	-	2,85
391 (доломит)	0,11	31,61	23,04	1,51	2,58	0,09	0,03	0,06	0,33	0,40	40,07	-

Было установлено, что, как и любой строительный материал, отсев от производства щебня обладает рядом недостатков:

- специфическая форма и качество поверхности зерен - преимущественно угловатые с шероховатой поверхностью;

-повышенное содержание слюды (отсев производства ООО «Режевской щебеночный завод»). Чешуйки слюды имеют низкую адгезию к цементу, что может в дальнейшем провоцировать образование трещин и соответственно снижать прочность бетона;

-запыленность отсева (проход через сито № 0,16 составляет 16,5 %) способствует повышению водопотребности бетонной смеси, что также негативно отражается на показателях прочности бетона;

-повышенное водопоглощение отсева (12-23 %) снижает морозостойкость готовых бетонных изделий.

Как было установлено, применение отсевов дробления может отрицательно влиять на морозостойкость бетона, т.к. вследствие возрастания водопотребности увеличивается объем открытых пор и степень заполнения их водой; введение отсевов дробления способствует снижению объема условно-замкнутой пористости, которая является одним из условий формирования долговечной структуры. Поэтому понижение показателя В/Ц и увеличение показателя вовлеченного воздуха является наиболее эффективным способом получения долговечных бетонов[4-5].

Было изучено влияние комплексной добавки, состоящей из эфиров поликарбоксилатов MC-PowerFlow (80 % от массы комплексной добавки) и воздухововлекающей добавки Centrament Air 202 (20 % от массы комплексной добавки) на свойства бетонов, содержащих отсева дробления щебня (таблица 3).

Таблица 3

Влияние комплексной добавки на свойства бетонов, содержащих отсева дробления щебня

№ состава	Комплексная добавка, % от массы Ц	В/Ц	Плотность, кг/м ³	Объем вовлеченного воздуха, %	Прочность при сжатии до испытаний на морозостойкость, МПа	Относительное изменение прочности при сжатии, %, после числа циклов замораживания и оттаивания				
						5	10	20	30	45
1-4	0%	0,41	2250	0,1	37,5	+0,4	+0,1	-8,4	-	-
1-5	0,4%	0,41	2310	1,4	41,5	+1,6	+0,9	-1,7	-	-
1-6	0,6%	0,41	2360	2,9	47,1	+1,8	0	-2,1	-1,5	-
1-7	0,8%	0,41	2390	5,3	53,2	+4,2	0	-2,5	-3,4	-8,5
2-4	0%	0,41	2230	0,4	29,5	+2,0	-1,3	-5,2	-	-
2-5	0,4%	0,41	2250	2,0	32,7	+1,3	+0,1	-1,4	-	-
2-6	0,6%	0,41	2310	3,6	34,8	0,0	-0,4	0	-	-
2-7	0,8%	0,41	2350	5,9	37,8	+2,5	+0,7	0	-6,8	-

Примечание: состав бетонной смеси: вода – 185 кг/м³, цемент – 450 кг/м³, щебень – 1040 кг/м³, отсев от дробления щебня – 750 кг/м³. В составах 1-4, 1-5, 1-6, 1-7 был применен гранитный отсев, в составах 2-4, 2-5, 2-6, 2-7 использовался доломитовый отсев. Испытания проводились по ГОСТ 10060-2012 «Бетоны. Методы определения морозостойкости» по второму ускоренному методу испытания.

Использование комплексной добавки способствовало созданию условно-замкнутых пор, что позволило получить бетоны с маркой по морозостойкости F 300.

Основные выводы по работе:

1. Проведенные физико-механические и химические исследования отходов производства щебня гранитного карьера г. Реж (Свердловская область) и доломитового карьера г. Сатка (Челябинская область) позволили

обосновать возможность и целесообразность применения отсевов дробления в составе тяжелого цементного бетона.

2. На основе проведенных исследований были разработаны составы эффективных тяжелых бетонов с использованием песка из отсевов дробления щебня в качестве мелкого заполнителя. Получены бетоны классов по прочности на сжатие В40 на гранитных отсевах.

3. Изучено влияние добавки MC-PowerFlow и Centrament Air 202 на свойства бетонной смеси, на кинетику набора прочности и морозостойкость бетонных образцов с применением отходов от дробления щебня в качестве мелкого заполнителя.

4. Проведены опытно-промышленные испытания результатов на строительстве транспортной развязки на пересечении ул. Пермякова с автомобильной дорогой «Тюмень-Боровский-Богандиский» производства АО «Мостострой-11»

Библиографический список

1. Леонович С.Н., Полейко Н.Л. Эксплуатационные характеристики бетона на заполнителе из осадочных горных пород // Строительные материалы, 2016. №8. С. 66-69

2. Шатов А.Н. Способ получения качественных товарных бетонов с учетом специфики материальной базы УрФО. // Технологии бетонов 2017, №1-2. с. 10-11

3. Ткачева Ю.Ю., Довбыш В.Е. Обоснование мероприятий по переработке отходов строительной деятельности и управление в области обращения с отходами. // К.: Казанский издательский дом, 2010. – 4 с..

4. Ахтямов В.Ф., Хафизова Э.Н., Елизаров И.А. Повышение долговечности тяжелых бетонов с применением отходов производства нерудных материалов и добавок нового поколения . // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы Международной научно- практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов. Т. 2 / отв. редактор А. Н. Халин. – Тюмень: ТИУ, 2016. с. 19-24

5. Ахтямов В.Ф., Э.Н. Хафизова Перспективы использования отсева от дробления щебня в производстве мелкоштучных изделий / В.Ф. Ахтямов, Э.Н. Хафизова // Сборник: Актуальные проблемы архитектуры, строительства, экологии и энергосбережения в условиях Западной Сибири: Сборник материалов международной научно-практической конференции: в 2 томах. Тюменский государственный архитектурно-строительный университет. 2015. С. 83-89.

Научный руководитель: Хафизова Э.Н., к.т.н, доцент

Шлакощелочной цемент

Ашуров М.А., Вахобов Б.Н.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В программе стратегического развития промышленности приведены данные по объемам накопленных отходов, это свидетельствует о потенциально низкой полезной утилизации техногенного сырья - не более 25%, в мировой практике процент утилизации золошлаковых отходов достигает 80%. Ежегодное складирование шлаковых отходов наносит существенный вред окружающей среде, остаются не востребованы материальные ресурсы с уже имеющейся долей затрат. Стратегия устойчивого развития промышленности строительных материалов, ориентирована на внедрение ресурсо-энергосберегающих технологий и повышение экологической безопасности. Производство вяжущих, получаемых путем щелочной активации техногенного сырья, представленного алюмосиликатами, алюмоферритами кальция является актуальным и требует развития экспериментальных и решения производственных вопросов с целью повышения объемов утилизации промышленных отходов, рационального использования местного природного минерального сырья.

Исследованиями [1,2,4] доказана возможность получения бетонов высокой прочности на основе основных и кислых доменных шлаков без применения традиционного цемента. Однако широкомасштабного внедрения данных технологий нет, что обусловлено целым спектром организационно-производственных и научных проблем. Разработанные решения в основном сведены к технологическим процессам приготовления раствора щелочного компонента, дозирования и введения его в состав бетонной смеси. Подобная технология не приспособлена к ряду исходных условий: техногенное сырье отличается непостоянством химического, минерального состава, степени его закристаллизованности и содержания стеклофазы, поэтому дозировка щелочного компонента сильно варьирует [4] в зависимости от модуля активности шлака и химического состава затворителя; бетоносмесительные узлы действующих заводов не имеют требуемого технического оснащения; технологическая подготовка шлака требует организации помольного комплекса, что из-за высокой энергоемкости экономически не выгодно.

Целью проведенных исследований являлась разработка экспериментальных основ получения шлакощелочного цемента и бетонов на его основе. Поэтапно изучены: реологические свойства, кинетика твердения, прочность и долговечность камня в зависимости от химического состава и модульных характеристик шлака, величины удельной поверхности в интервале от 320 до 600 м²/кг; влияние щелочных компонентов различного химического состава на физико-механические свойства камня, во взаимосвязи с синтезом новообразований.

Исследования выполнены с применением шлаков различного химического состава, который приведен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав шлаков

Предприятие поставщик шлака	Массовая доля, %							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MnO	MgO	FeO/ Fe ₂ O ₃	S	TiO ₂ , P ₂ O ₅
Доменный шлак								
Нижнетагильский МК	37,9	13,7	40,5	6,02	0,72	0,42	0,76	1,18
Челябинский МК	40,34	10,09	31,17	10,26	0,82	0,28	0,67	-
Сталеплавильный шлак								
Челябинский МК	15,6	4,7	34,2	5,4	9,2	/13,3	0,1	0,9
Ферросилиций								
Челябинский МК	42,1	20,3	28,2	0,33	-	0,6	0,6	-
Феррохромовый								
Челябинский МК	27,9	5,5	52,6	9,5	-	0,5	-	-

Приведенная на рисунке 1. диаграмма показывает, что химическая, следовательно, и гидравлическая активность шлаков ниже, чем у портландцемента, и их активация щелочным компонентом является обязательным условием.



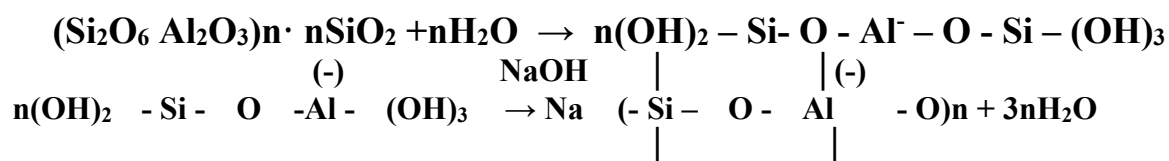
Рисунок 1. Диаграмма фазового состава CaO-Al₂O₃-SiO₂ по расчетным значениям, области традиционных вяжущих, приведены на основе данных Ранкина

Минеральный состав шлака, изучен в работах [2,3], представлен: двухкальциевым силикатом; двухкальциймагниевым ферритом окермани- том; магнетитом.

В процессе работы установлены закономерности способов совме- щения шлака и щелочного активизатора, изучены свойства затвердевшего камня и бетона в зависимости от химической основы [3] и процентного со- держания щелочного активатора в составе ШЩЦ. Получены шлакощелоч- ные цементы путем совместного помола шлака и щелочного активатора и исследованы бетоны и растворы на их основе, включающие заполнители из шлаковых отходов [4], достигнутые значения прочности бетона по ре- зультатам 28 суточного твердения 70-80 МПа, позволяют характеризовать их как высокопрочные.

Исследован состав продуктов гидратационного твердения методами рентгенофазового анализа, с помощью которого выявлено, что синтезиру- ется водостойкой каркас из новообразований в виде трех-, четырех- и пя- тикомпонентных систем типа $RO(R_2O) \cdot Al_2O_3 \cdot H_2O$, $R_2O \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot H_2O$ и $RO \cdot R_2O \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot H_2O$, где R_2O – это Na_2O , K_2O ; RO - CaO , BaO .

Как установлено гидратация не единственное условие гидравличе- ских вяжущих свойств. Вторым условием, определяющим эти свойства, являются реакции полимеризации алюмосиликатных соединений в силь- нощелочной среде по схеме:



На основе результатов исследований пороговые параметры дисперс- ности шлакощелочного цемента, количественное содержание шлака и ще- лочного активизатора, при которых бетоны имеют свойства высокопроч- ных композитов.

Библиографический список

1. Глуховский, В.Д. Шлакощелочные цементы и бетоны / В.Д. Глу- ховский, В.А. Пахомов. К.: Буд1вельник, 1978. - 184 с.
2. Панченко Д.А., Зимакова Г.А., Панченко Ю.Ф., Коршунов В.А., Федорик С.С. Влияние термической активации на состав и свойства до- менных гранулированных шлаков //Сборник материалов международной научно-практической конференции «Современные направления теоретиче- ских и прикладных исследований-2011». Том 30. Искусствоведение, архи- тектура и строительство. – Одесса: Черноморье, 2011. – с. 22-28
3. Панченко Д.А., Зимакова Г.А., Панченко Ю.Ф., Сухинин К.И. За- висимость свойств доменного гранулированного шлака от режима тепловой

обработки// Сборник материалов Всероссийской научной-практической конференции «Актуальные проблемы строительства, экологии и энергосбережения в условиях западной Сибири». – Тюмень, 2011. – 298 с.

4. Кудоманов М.В., Зимакова Г.А., Иванов Н.К. Использование доменного гранулированного шлака и полипропиленового волокна в производстве сухих строительных смесей. // Строительные материалы, №3, 2006, с. 20-21.

Научный руководитель: Зимакова Г.А., канд. техн. наук, доцент.

Эффективность решения оптимизации свойств ячеистых бетонов автоклавного твердения

Баянов Д.С., Шарко П.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Современная политика в строительной отрасли направлена в первую очередь на эффективное потребление энергии [1]. На сегодняшний день, рынок строительных материалов предлагает широкий ассортимент продукции с высокими прочностными показателями, но низкими энергосберегающими характеристиками. Способом повышения энергоэффективности зданий является возможность применения развитых конструктивных решений с использованием современных теплоизоляционных материалов.

Ячеистый бетон является наиболее актуальным материалом в данном направлении. За счет пористой структуры, которая равномерно распределена в материале, газобетон обеспечивает требуемое сопротивление теплопередаче. Учитывая современные тенденции возведения зданий в каркасно-монолитном исполнении, данный материал подходит в качестве элемента заполнения наружных стен.

В Западной Европе в последние годы увеличены инвестиции вкладываемые в развитие производства ячеистого бетона с низкими показателями плотности. Связано это с потребностью создания более высокоэффективных материалов с повышенными теплоизоляционными свойствами и эффективным использованием ресурсов как материальных так и энергетических на стадии производства[2].

Основным направлением исследований является снижение В/Т соотношения, с применением различных ПАВ. Передовиком в данном направлении является Республика Беларусь. Проводимые научные исследования позволили снизить плотность газобетона до марки D200 с одновременным повышением его прочностных характеристик. Для решения данной задачи в России развернута работа по развитию новых путей получения изделий

из ячеистых бетонов с плотностью ниже 400 кг/м^3 [3-5]. Однако использование ячеистого бетона низкой плотности в конструкции стены, влечет появление и последующее развитие усадочных деформаций. В связи с этим, важно увеличить прочностные характеристики материала с сохранением плотности.

Авторами был проведен эксперимент по увеличению показателя прочности газобетона, за счет использования метода гидромеханохимической активации. На начальном этапе проводился совместный помол извести и песчаного шлама в шаровой мельнице, с последующим анализом интенсивности помола контролируемого по удельной поверхности. Результаты испытаний дисперсности смеси приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты испытаний дисперсности смеси

Время помола, ч	Удельная поверхность, г/см^2	Размер частиц, мкм
1	10260	2,23
2	13480	1,70
3	12810	1,81

Самая высокая удельная поверхность смеси наблюдалась по истечении 2 часов помола.

На следующем этапе были произведены замесы с вариацией дисперсности смеси песчаного шлама и извести в присутствии активной добавки ТЭА. Результаты испытаний итоговых образцов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты испытаний итоговых образцов

Время помола, ч	Прочность, МПА		Сорбционная Влажность, %	Плотность кг/м^3
	при сжатии 28 суток	при изгибе 28 суток		
1	1,45	0,65	4,96	610
2	1,96	0,95	4,68	605
3	1,87	0,87	4,90	613

Наиболее целесообразным является время помола два часа, так как при этом времени достигается большой скачек показателей относительно одного часа механохимической активации. При трехчасовой механохимической активации показатели увеличиваются не значительно, а следова-

тельно это приведет к необоснованному перерасходу энергии на помол. Для оценки эффективности решения по повышению эксплуатационных свойств при тепловой обработке, газобетон с составом аналогичному второму замесу при совместной активации песчаного шлама и извести подвергался тепловой обработке в автоклаве. Результаты испытаний образцов прошедших автоклавную обработку приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты испытаний образцов
прошедших автоклавную обработку

Вид обработки	Прочность, МПА		Сорбционная Влажность, %	Плотность кг/м ³
	при сжатии	при изгибе		
Без обработки	0,95	1,96	4,68	605
Автоклавная обработка	1,16	2,27	4,90	600

Газобетон показал прочность при сжатии и изгибе выше на 15 -20% это подтверждает эффективность гидромеханохимической активации при автоклавной обработке.

Библиографический список

1. Баянов Д.С., Шарко П.В., Зимакова Г.А., Солонина В.А. Влияние состава и дисперсности кремнеземистого компонента на формирование структуры и свойств ячеистых бетонов низкой плотности//Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе Т.2, -Тюмень: ТИУ, 2016. С. 24-27.
2. Панченко Ю.Ф., Зимакова Г.А., Панченко Д.А. Повышение эффективности и долговечности ограждающих конструкций с применением новых теплоизолирующих материалов / Приволжский научный журнал. 2010. № 1. С. 34-39.
3. Патент РФ № 2205811 Способ активации молотого кварцевого песка для производства ячеистых бетонов / Макридов Г.В., Коренькова С.Ф. 2001.
4. Патент РФ № 2326097 Сырьевая смесь для изготовления газобетона с повышенными прочностными характеристиками / Косых А.В., Лужнова Е.В., Черномаз Д.Г. 2006.
5. Песцов В.И., Оцоков К.А., Вылегжанин В.П., Пинскер В.А. Эффективность применения ячеистых бетонов в строительстве России/ Строительные материалы. 2004. №3. С. 7-8.

Научный руководитель: Зимакова Г.А., канд. техн. наук, доцент, Солонина В.А., канд. техн. наук.

Разработка состава силикатного кирпича с применением отвальных шлаков ООО «УГМК-Сталь»

Бурдукова А.А., Алексеенко В.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время развитие различных видов производств по переработке и использованию сырья влечет к образованию многотоннажных, невостребованных отходов. Одной из основных мировых тенденций в развитии стройиндустрии в последние годы является вовлечение отходов в производство строительных материалов [1]. Использование побочных продуктов в строительной промышленности является эффективным способом ресурсосбережения и снижения экологической нагрузки на окружающую среду.

В данной исследовательской работе представлена разработка оптимального состава силикатной сырьевой смеси с добавлением металлургического шлака для производства силикатного кирпича. В качестве основного сырья использовалось известково-кремнеземистое вяжущее ООО «Инвест-силикат-стройсервис», песок карьера оз. «Грязное», а также самораспадающийся шлак ООО «УГМК-Сталь». Помол шлака производился в лабораторной шаровой мельнице в течение 4 часов до удельной поверхности 3500-4000 см²/г. Для исследования изготавливался контрольный состав с соотношением ИКВ и песка в составе сырьевой смеси 20:80, в пересчете на активность извести 51,6%. Дозирование шлака в составы №2, №3, №4 осуществлялось в количестве 6%, 9%, 12% от общей массы соответственно. После увлажнения изготавливались цилиндры Ø 5 см. Образцы имели четкие грани. После формования образцы подвергались автоклавной обработке.

Результаты испытаний физико-механических свойств представлены в таблице 1.

Таблица 1

№ состава	R _{сж} ^{пл} , МПа	R _{сж} , МПа	W, %	ρ, г/см ³
1	2,3	27,75	7,7	1,88
2	2,2	33,7	8,3	1,92
3	1,1	31,63	8,9	1,91
4	1,0	28,5	10,6	1,91

По результатам таблицы 1, с увеличением количества шлака, прослеживается снижение пластической прочности силикатных образцов, что обусловлено высокой удельной поверхностью шлака и, как следствие, большим количеством адсорбционно-связанной воды [2].

При использовании шлака в составе сырьевой смеси наблюдается увеличение прочности при сжатии. Прирост прочности образцов состава №2, по сравнению с контрольным, составил – 21,4%, образцов состава №3 – 14% и образцов состава №4 – 6,3% (рисунок 1).

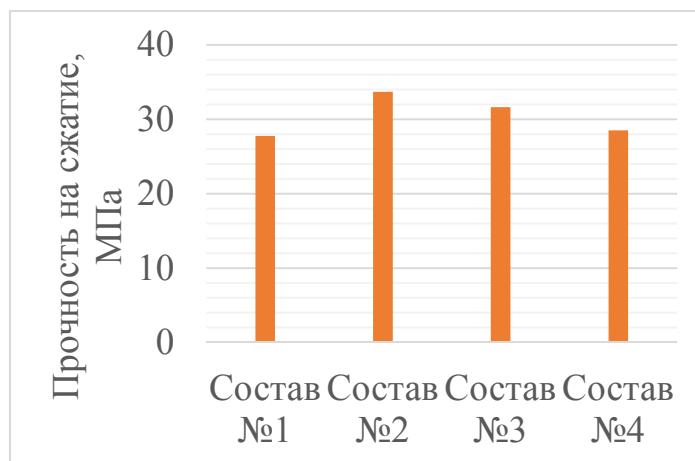


Рисунок 1. Влияние процентного содержания шлака на прочность образца

При насыщении водой прочность силикатного кирпича снижается по сравнению с его прочностью в воздушно-сухом состоянии, поэтому водопоглощение является важной характеристикой материала. Результаты по испытанию на водопоглощение приведены в таблице 2.

Таблица 2

№ состава	1	2	3	4
Водопоглощение, %	15,4	13,8	14,5	15,1

По результатам испытаний следует сделать вывод, что оптимальным содержанием шлака в составе силикатной массы является 6%. Исследование доказывает возможность применение самораспадающегося шлака в составе смеси для силикатного кирпича.

Библиографический список

1. Приказ Министерства регионального развития РФ от 30 мая 2011 г. № 262 «Стратегия развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения на период до 2020 года».
2. М.И. Зейфман. Изготовление силикатного кирпича и силикатных ячеистых материалов / Зейфман М.И. – М.: Строиздат 1990 г. – 184 с.

Научный руководитель: Солонина В.А. к.т.н., доцент

Двутавровые деревянные балки

Волынец С.И.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Применение дерева в строительстве имеет ряд как положительных, так и отрицательных качеств. Если про положительные свойства древесины, такие как аэрация, приятный внешний вид, малая теплопроводность, и долговечность знают все, то про отрицательные качества знают не многие.

Разумеется, человек, твердо решивший применять этот материал для возведения дома, будет изучать вопрос намного качественнее, но и это не всегда может помочь. На данный момент многие производители пиломатериала стараются внушить людям, что пороки – это не страшно. Сучки обыгрываются «уникальным дизайном», а явные нарушения правил хранения – умением дерева впитывать и отдавать влагу.

Выбор бруса и досок для возведения домов всегда связан с пристальным выбором материала без пороков, просушенного, и удовлетворяющего нужным геометрическим размерам и сечениям. Поиск такого материала – не менее трудоемкий процесс, чем его обработка, и последующее применение.

Однако наука о строительстве не стоит на месте, и на основе древесины придумано великое множество композитных материалов – смесь дерева с клеящим составом. Такой материал лишился недостатков дерева, ведь он является уже полимерной конструкцией, но сохранил его преимущества. Хорошим примером конструкций из таких материалов является двутавовая деревянная балка. Сама по себе, являясь композитной конструкцией, балка так же состоит из двух различных композитных материалов: LVL – клееный брус, и ориентировано стружечная плита (ОСП).

Рассматривая свойства такой конструкции, стоит заметить, что стенка, сделанная из ОСП, работает на сжатие и скалывание, т.е. на «сильные» стороны материала. Полки же выполнены из LVL бруса, сильной стороной которого является, помимо прочих, работа на местное смятие.

На данный момент применение двутавра из дерева в России очень ограничено. На это влияет большой выбор «натурального» пиломатериала, непонимание людей свойств материалов, и стереотипное мышление. Примеры привлечения двутавовых балок не самые обнадеживающие: конструкции опалубки, поддоны, и различные «расходные» конструкции. В меньшей степени некоторыми предприимчивыми людьми такая балка применялась для возведения перекрытий.

Фактический расчет по приведенному сечению показал, что такая балка обладает полуторной несущей способностью, по сравнению с доской аналогичного сечения. Экономически данная конструкция так же выгоднее – почти в два раза.

Минусом двутавровой деревянной балки является человеческий фактор. На данный момент производством занимаются не существенное количество организаций. Само производство не является автоматизированным, что в свою очередь означает, что вероятность ошибки очень велика. К примеру, не проклеенный шов выводит балку из работы, а человеческая рука не всегда способна распределить клеевой состав правильно.

Таким образом, хотелось бы обратить внимание на перспективность подобного решения. Так же, не стоит забывать, что хоть такая конструкция и обладает большей несущей способностью и меньшей ценой, выбирать следует не менее тщательно, чем любой другой пиломатериал.

Библиографический список

1. А. В. Иванов и Р. В. Войковский Применение клеевых соединений древесины / А. В. Иванов, Р. В. Войковский // Научный вестник Воронежский государственный архитектурно-строительный университет -2011.
2. ГОСТ 8486-86 Пиломатериалы хвойных пород. Москва.
3. Деревянная двутавровая балка БДК-1 [Электронный ресурс]. — <http://basys.su/catalog/opalubka/derevyannaya-balka-bdk1.htmlyclid=1846557979516343174>
4. Гидроизоляция зданий и сооружений [Электронный ресурс]. — <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-95-gidroizolyacia/3.htm>
5. Использование композитных материалов в строительстве [Электронный ресурс]. — <http://vadi.com.ua/index.phpsiteid5>
6. Классификация композитов. [Электронный ресурс]. — <http://vadi.com.ua/index.phpsiteid=6>

Научный руководитель: Филисюк В. Г., канд. техн. наук, доцент.

Армирование как способ обеспечения долговечности деревянной балки

Воробьев Я.В., Сальный И.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Обеспечение долговечности конструкции одна из главных задач современного строительства. Обусловлено это тем, что долговечность кон-

струкции напрямую связана с безопасностью людей, задействованных в эксплуатации строительного объекта.

В качестве достоинств древесины как строительного материала выступают [1],[2]:

- экологичность
- эстетичность
- наличие возобновляемой сырьевой базы

При более детальном рассмотрении положительных сторон древесины необходимо отметить ее относительную легкость и несложную обработку.

С другой стороны древесина имеет ряд недостатков, из-за которых мы не наблюдаем повсеместного применения древесины в современном российском строительстве.

В качестве основных недостатков принято называть:

- подверженность биологическому разрушению
- значительное влияние температуры и влажности на характеристики материала

- подверженность горению
- Борьба с данными недостатками производится в основном с применением химикатов:

- антисептиков, препятствующих гниению и поражению жучками
- антипиренов, повышающие стойкость древесины к горению
- гидрофобизаторов, защищающих древесину от излишней влаги.

При довольно широком спектре мер борьбы с недостатками древесины при помощи химикатов из виду упускаются не менее важные аспекты работы древесины как материала, существенно снижающие долговечность конструкции.

Речь идет о таких недостатках древесины как:

- наличие пороков [3]
- анизотропность
- ползучесть

Влияние пороков древесины заключается в снижении однородности материала и значительном снижении прочностных характеристик древесины.

Что в свою очередь влияет долговечность конструкции путем снижения обеспеченной несущей способности.

Анизотропность обусловлена значительным отличием прочностных и деформационных характеристик древесины в зависимости от угла приложения нагрузки к волокнам материала (рисунок 1).

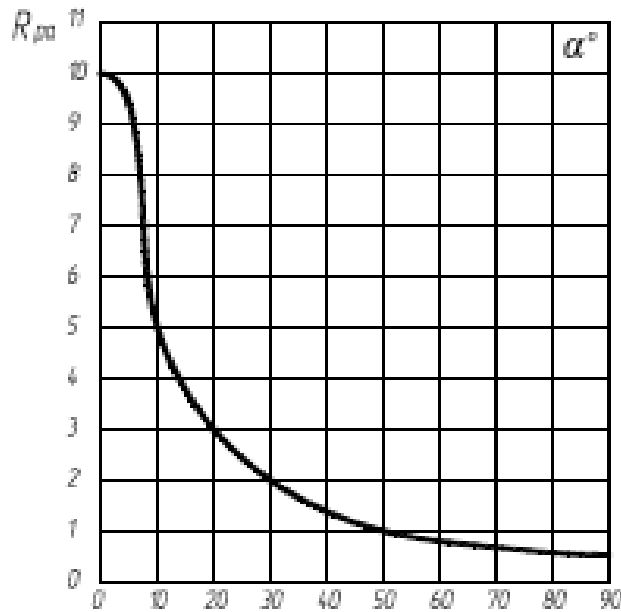


Рисунок 1. Расчетное сопротивление древесины в зависимости от угла приложения нагрузки

Ползучесть древесины выражена ростом деформаций при постоянном уровне напряжений в рамках длительного приложения нагрузки [4] (рисунок 2).

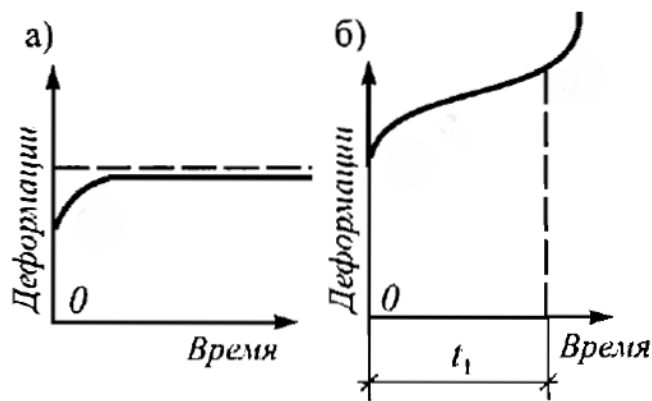


Рисунок 2. а) развитие деформаций при постоянной нагрузке, б) явление ползучести

Армирование сечения деревянной балки позволяет не только увеличить несущую способность конструкции за счет внедрения более прочного и однородного материала, но и нивелировать недостатки древесины [5].

Известно, что влиянию пороков больше подвержены растянутые волокна древесины. Таким образом, армирование растянутых волокон балки позволяет сместить нейтральную линию в сторону растянутых волокон. Вследствие чего происходит увеличение сжатой зоны сечения балки и числа сжатых волокон, задействованных в работе балки.

Благодаря этому происходит снижение влияния пороков древесины на несущую способность балки.

Армирование балки можно осуществлять как вдоль, так и поперек волокон. Также есть возможность реализовывать сложные конфигурации армирования позволяющие обеспечить заданную прочность сечения под любым углом приложения нагрузки к волокнам древесины.

Таким образом, влияние анизотропности древесины на работу деревянной балки существенно снижается.

Явление ползучести древесины под длительной нагрузкой существенно повышает деформативность балки. Это может привести как к потере эстетических качеств конструкции, так и к потере устойчивости.

Однако в армированной балке явление ползучести приводит лишь к перераспределению напряжений в сторону увеличения загруженности арматуры [6].

Особенно ярко это проявляется при двойном армировании деревянной балки. Рост деформаций деревянной балки происходит совместно с ростом деформаций арматуры.

Вследствие чего происходит рост напряжений в арматуре при постоянном уровне деформаций в основном материале. Проще говоря, армирование деревянной балки приводит к снижению ее деформативности, благодаря повышению несущей способности и нивелированию явления ползучести древесины.

Также следует отметить, что при росте деформаций до такого уровня, при котором арматура достигнет предела текучести, не означает выключение арматуры из работы.

Резюмируя вышесказанное, необходимо отметить, что современные методы борьбы с недостатками древесины как строительного материала с применением армирования сечения деревянных конструкций призваны обеспечить надежность и долговечность деревянных конструкций.

Библиографический список

1. Калугин А.В. Деревянные конструкции / А.В. Калугин. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2003. - 225 с.
2. Гаппоев М.М. Конструкции из дерева и пластмасс / М.М. Гаппоев, И.М. Гуськов, Л.К. Ермоленко, В.И. Линьков, Е.Т. Серова, Б.А. Степанов, Э.В. Филимонов. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. - 426 с.
3. ГОСТ 2140-81 Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения. - М., 1990. - 154 с.
4. Квасников Е.Н. Вопросы длительного сопротивления древесины / Е.Н. Квасников. - Лен.: Стройиздат, 1972. - 96 с.

5. Щуко В. Ю. Клееные армированные деревянные конструкции: учебное пособие / В.Ю. Щуко, С.И. Рощина. - Владимирский государственный университет, 2007. - 68 с.

6. Рощина С.И. Армированные деревянные конструкции / С.И. Рощина, М.С. Сергеев, А.В. Лукина // Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, 2014. - С. 56 – 58

Научный руководитель: Зелиг М.П., старший преподаватель

Интенсификация процессов приготовления строительных смесей

Гаевой С.Ю.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В строительстве используются различного рода смеси которые представляют собой гетерогенные полидисперсные системы, состоящие из ряда компонентов. Например в состав бетонной смеси входят щебень, песок, цемент, вода в качестве основных составляющих, а также различные добавки в качестве вспомогательных.

Процесс приготовления обеспечивается за счет использования различного рода смесителей. На практике наиболее широко применяются гравитационные смесители и смесители принудительного действия.

Гравитационные смесители являются самыми простыми в исполнении и изготовлении. Перемешивание в них происходит за счет многократного попеременного поднятия компонентов лопастями корпуса и их свободного падения. К преимуществам этих смесителей необходимо отнести простоту конструкции, незначительный износ рабочих органов, низкую энергоемкость и стоимость. Однако они используются, как правило, только для приготовления пластичных бетонных смесей. По сравнению с гравитационными смесителями принудительного действия позволяют производить более жесткие смеси, а также обладают большей производительностью.

Процесс смесеобразования достаточно подробно изучен и доказано, что виды смешивания подразделяются на конвективное (группы частиц перемещаются за счет механического движения рабочих органов) и диффузионное (частицы различных компонентов постепенно перераспределяются через границу раздела фаз) [1, 2].

Для того чтобы наметить возможные пути повышения интенсивности перемешивания, необходимо рассмотреть кинетику этого процесса (рис. 1).

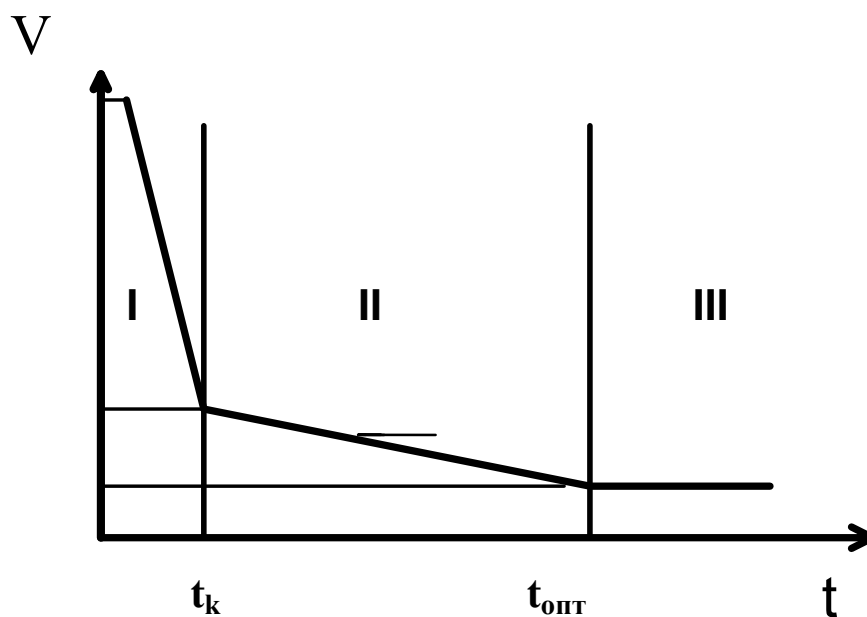


Рисунок 1. Кинетика процесса смесеобразования

На первом этапе работы смесителей (I участок кривой) качество смешивания (V - однородность распределения компонентов), повышается (в течение времени – t) в основном за счет конвективных процессов, т.е. на уровне макрообъемов. В этот период доля диффузионного смешивания (на уровне микрообъемов) не велика, т.к. не велик поверхностный раздел фаз между компонентами. На следующем этапе (II участок кривой) процессы конвективного и диффузионного смешивания постепенно становятся сопоставимыми. Крупные частицы уже перераспределены, а дальнейшее перераспределение минеральных компонентов и вяжущего идет уже на уровне микрообъемов. Причем постепенно диффузионный процесс становится преобладающим. В определенный момент времени ($t_{\text{опт}}$), конвективное смешивание начинает уравниваться противоположным процессом – сепарацией (разделением). После этого воздействие гравитационными или принудительными смесителями практически не имеет смысла (III участок кривой). В этот период протекает только диффузионный процесс который зависит не столько от характера движения материала, сколько от его структурно-реологических свойств.

В результате реологических исследований ранее доказано, что интенсификация диффузионных процессов может быть достигнута за счет использования эффекта тиксотропии [3, 4]. Проявление эффекта тиксотропии (обратимого снижения вязкости) наиболее выражено в вибрационных смесителях. Известны различные предложения по созданию конструкций вибрационных смесителей (рис. 2).

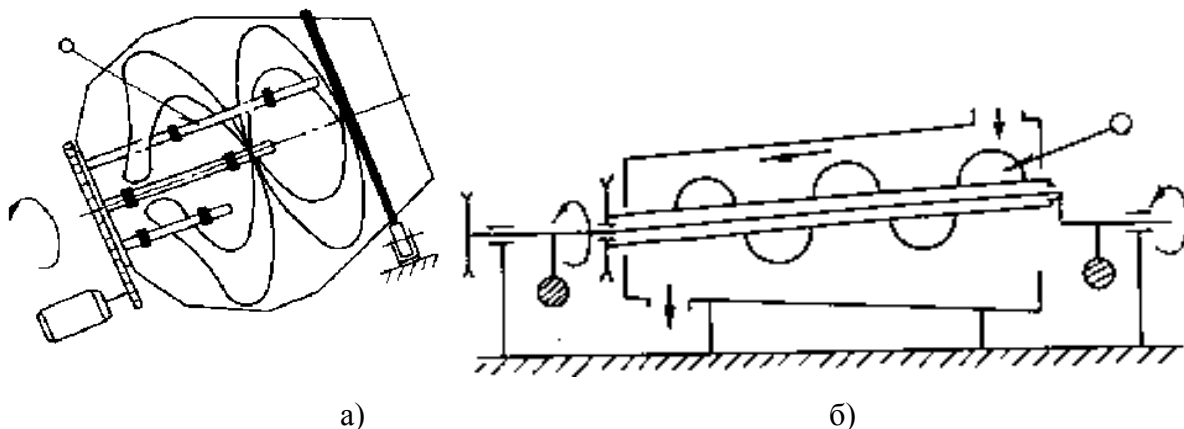


Рисунок 2. Типовые схемы вибрационных смесителей
 а) гравитационного действия; б) принудительного действия

Проведенный ряд научных исследований и испытаний вибрационных смесителей показал, что в зависимости от конструктивного решения достигаются различные результаты, но в целом можно констатировать, что «вибрационное смешивание по сравнению с традиционными методами обеспечивает:

- ✓ повышение интенсивности процесса и сокращение времени смешивания в 1,5...2 раза;
- ✓ повышение качества смесей, характеризуемое увеличением прочности образцов на 15...20 процентов и плотности на 1...2 процента, эталонная прочность среднезернистого цементобетона составила 23 МПа, раствора 10 МПа;
- ✓ высокое качество смешивания сухих смесей на основе песка и цемента, характеризуемое коэффициентом неоднородности распределения цемента 2...4 процента;
- ✓ повышению средней интенсивности вибрации за счет увеличения амплитуды колебаний приводит к сокращению времени смешивания;
- ✓ возможность приготовления высоковязких смесей, например, дисперсно-армированных растворов» [5, 6, 7].

Библиографический список

1. Серебренников, А.А. Основы системного подхода к созданию смесительных машин повышенной интенсивности и эффективности / А.А. Серебренников, Строительные и дорожные машины. – 2000. - №8. – С. 18-20.
2. Kusmichev V. A. Vibrational mixing / Operation efficiency increase of wheel and track machines under severe operating conditions V. A. Kusmichev, A. A. Serebrennikov // Proceedings of the international scientific and technical conference. - 1996. - P. 58-61.

3. Серебренников А.А. Патентный анализ вибрационных смесителей / Проблемы адаптации техники к суровым условиям : сб. тр. межд. науч.-практ. конф. . – Тюмень, 1999. - С. 218-222.

4. Серебренников А. А. Анализ конструктивной эволюции смесителей / А. А. Серебренников, Д. С. Ляпоров // Нефть и газ. Новые технологии в системах транспорта : материалы регион. науч.-практ. конф. – Тюмень, 2004. - С. 79-84.

5. Серебренников, А.А. Рабочие процессы и методы проектирования смесительных машин с эксцентриковыми уравновешенными вибровозбудителями дис. докт. Техн. наук: 05.05.04/ Серебренников Анатолий Александрович. – Санкт-Петербург, 2001. – 298 с.

6. Серебренников А. А. Вибрационные смесители (конструкции, исследования, расчеты) / А. А. Серебренников, В. А. Кузьмичев. – Москва : «Недра», 1999. - 148 с.

7. Серебренников А. А., Кузьмичев В. А. Основы конструирования и проектирования вибрационных смесителей / А. А. Серебренников, В. А. Кузьмичев. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2012. – 174 с.

Научный руководитель: Серебренников А.А., докт. техн. наук, профессор.

Исследование по оптимизации гранулометрического состава цемента

Гринчишин М.В., Улихина А.В., Орлов В.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Для развития промышленного и гражданского строительства в Тюменской области необходимо ежегодное увеличение поставок общестроительных, тампонажных и других специальных видов портландцемента. Отсутствие производств по выпуску цемента предопределяет высокую зависимость строительного комплекса от поставок из других регионов России, в ряде случаев осуществляется поставка цемента зарубежными фирмами Турции или Китая. Для разработки проектного решения линии по производству высокопрочных смешанных цементов, с неполным технологическим циклом на базе привозного клинкера, изучен ряд вопросов по оптимизации процесса помола клинкера.

Повышение потенциала цемента и увеличение его марочной прочности обеспечивается оптимальным гранулометрическим составом цемента. Общеизвестно, что зерна размером 5 и менее микрон обеспечивают высокую прочность в ранние сроки твердения, зерна размером 60-80 мкм влияют на формирование «поздней» прочности и, как правило, при высоком

содержании таких зерен ресурс цемента оказывается не использован нацело [1, 2].

В работе исследовалось влияние гранулометрического состава цемента на кинетику роста прочности цементного камня. На первом этапе исследований установлено, что размалывающая способность клинкера не является постоянной величиной и определяется значениями силикатного модуля, величиной коэффициента насыщения, содержанием Al_2O_3 и рядом других характеристик [3]. Характеристики рассмотренного клинкера представлены в таблице 1.

Обобщая полученные на первом этапе результаты исследования, был сделан следующий вывод: содержание Al_2O_3 и величина SM предопределяет высокую размалывающую способность Невьянского клинкера. На рисунке 1 приведены графические зависимости, отражающие связь коэффициента размалываемости.

Таблица 1

Химический и силикатный модуль клинкера разных предприятий

	Новотроицк	Невьянск	Сухой лог	Липецк	Китай «Ган-Юань»
SiO_2	22,9	22,3	21,5	22,7	21,61
Al_2O_3	5,37	6,3	5,0	3,76	4,72
Fe_2O_3	4,2	4,5	4,7	4,14	3,02
CaO	62,9	59,2	64,5	66,7	64,86
Силикатный модуль	2,39	2,2	2,2	2,87	2,79

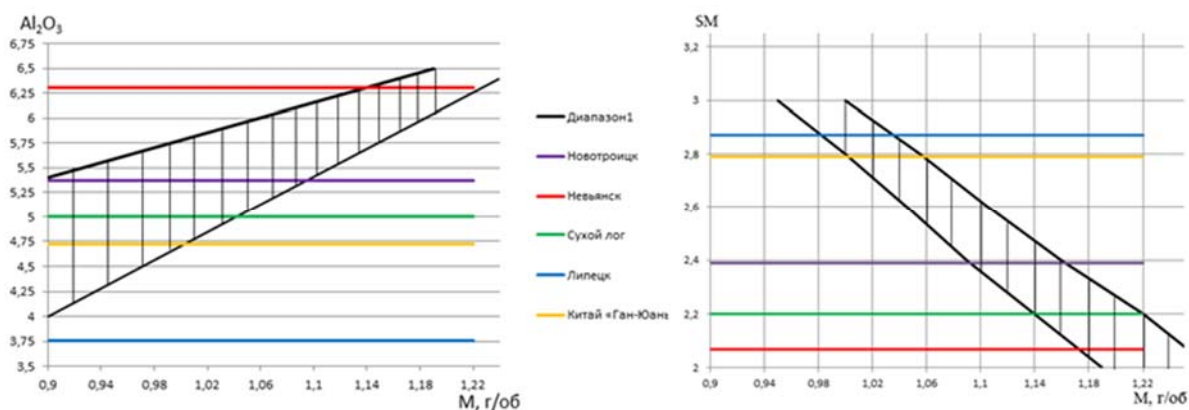


Рисунок 1. Зависимость размалывающей способности от содержания Al_2O_3 и силикатного модуля

Следующим этапом эксперимента являлось получение опытных образцов цемента путем помола Невьянского клинкера в лабораторных условиях в шаровой мельнице. Каждый вариант помола осуществлялся в течение 4,5 часов.

I состав: клинкер – 92%, гипсовый камень – 8%, ТЭА – 0,02% от массы клинкера;

II состав: клинкер – 72%, гипсовый камень – 8%; кварцевый песок – 20%, ТЭА – 0,02% от массы клинкера;

III состав: клинкер – 72 %, гипсовый камень – 8%; цеолитовая порода – 20%, ТЭА – 0,02% от массы клинкера;

IV состав: клинкер – 42 %, гипсовый камень – 8%; кварцевый песок – 50%, ТЭА – 0,02% от массы клинкера.

Гранулометрический состав полученных цементов определялся на лазерном дифракционном анализаторе размера частиц ANALYSETTE 22 NanoТес с диапазоном измерений диаметра частиц 0,01–2100 мкм. На рисунке 2 приведены гранулометрические кривые для I, II, III, IV составов соответственно.

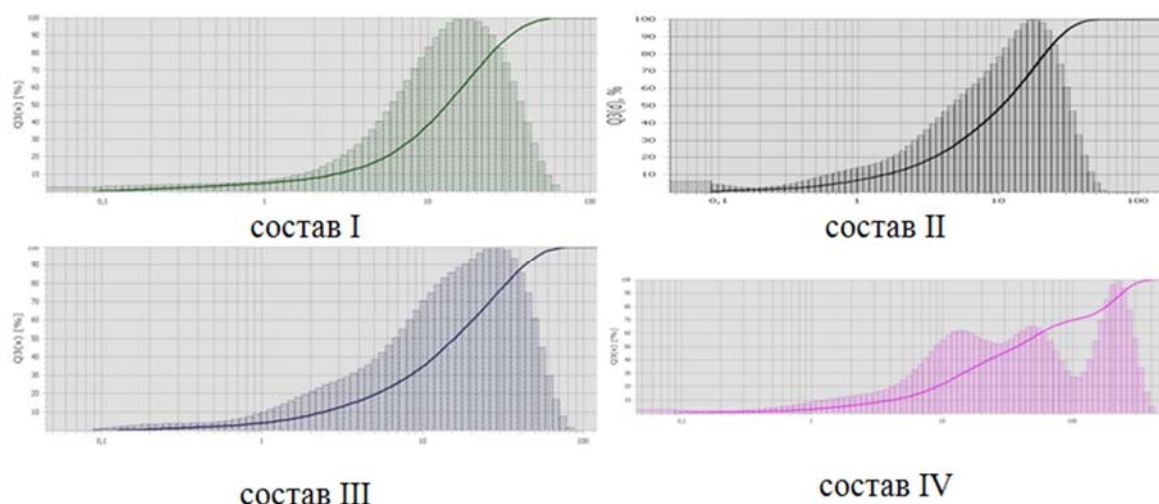


Рисунок 2. Кривые гранулометрического состава образцов

Проанализировав полученные данные по результатам эксперимента, был сделан вывод: использование триэтаноламина позволяет получить оптимальный гранулометрический состав и высокие прочностные характеристики состава I, достигнута марка цемента М700 (78 МПа). При прочих равных условиях добавление кварцевого песка или цеолитовой породы снижает марку цемента до М400 (41 МПа) – составы II и III. Гранулометрические кривые этих составов подтверждают положительный эффект добавления триэтаноламина: размер зерен не превышает 55 мкм, содержание частиц нанометрического диапазона достигает 10 %.

Состав IV показал, что существует зависимость от процента добавления кварцевого песка при помоле. В данном составе его было добавлено 50%, что оказалось свыше требуемого, так на кривой гранулометрического состава появилась зона частиц с размерами свыше 100 мкм. В то время как состав II с 20% кварцевого песка, показал оптимальный гранулометрический состав.

Так же, следует учесть, что состав I состоит из клинкера на 92%, и имеет сходный гранулометрический состав с теми, где применялось до 20% песка или цеолитовой породы. Это говорит о том, что, заменяя часть клинкера при помоле песком или цеолитовой породой, можно достичь экономии клинкера, сохраняя свойства конечного продукта.

Применение триэтаноламина позволило нам оптимизировать гранулометрический состав и использовать весь потенциал Невьянского клинкера в получении высокомарочных цементов. Одновременно с этим была выявлена возможность снижения стоимости цементной продукции за счет замены части клинкера менее дорогостоящими компонентами.

Библиографический список

1. Ключов, А.А. Ресурсосберегающая технология производства тампонажных смесей в условиях Заполярья / А.А. Ключов, Г.А. Зимакова, М.П. Колбычева // Журнал Газовая промышленность. - 1995. - №5, - С. 17-18.

2. Зимакова Г.А. Разработка и исследование влияния полифункциональной добавки на основе хингидрона на свойства портландцемента и композиций на его основе: дис. ... канд. техн. наук: 05.17.11 / Зимакова, Галина Александровна. – Тюмень., 1999. – 162 с.

3. Дуда, В.Г. Цемент/ В.Г. Дуда. - Перевод с немецкого Е. Ш. Фельдмана. Под редакцией Б. Э. Юдовича. М.: Стройиздат, 1981г. - 464 с.

Научный руководитель: Зимакова Г.А., канд. техн. наук, доцент.

Жароупорный бетон с применением опаловых пород

Гуляев Н.О.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Жаростойкий бетон - бетон, способный при длительном воздействии на него высоких температур сохранять в заданных пределах физико-механические свойства. В зависимости от степени огнеупорности

различают жаростойкие бетоны: высокоогнеупорные — с огнеупорностью выше 1770°C, огнеупорные — от 1580°C до 1770°C, жароупорные — до 1580°C.

Практика показала, что при применении жаростойких бетонов сокращаются сроки строительства и капитального ремонта тепловых агрегатов, снижается их стоимость и уменьшаются затраты труда.

Жаростойкие бетоны в соответствии с ГОСТ 20910-90 в зависимости от степени огнеупорности подразделяются:

- по назначению — на конструкционные, теплоизоляционные;
- по структуре — на плотные, тяжелые и легкие, ячеистые;
- по виду вяжущего — на портландцементе и его разновидностях, на силикатных вяжущих;
- по виду тонкомолотой добавки — сшамотной, корднеритовой, золошлаковой, керамзитовой, аглопоритовой, и др.;
- по виду заполнителя — с шамотным, муллитокорундовым, корундовым, магнезиальным, карборундовым, кордиеритовым, кордиеритомуллитовым, шлаковым, золошлаковым, базальтовым, диабазовым, андезитовым, диоритовым, керамзитовым, аглопоритовым, перлитовым, вермикулитовым, из боя бетона.

На сегодняшний день в Тюменской области нет предприятия по производству жаростойких бетонов и огнеупоров.

В данной статье рассматривается состав жаростойкого бетона на основе отходов кирпичного производства (кирпичный бой) и жидкого стекла, извлеченного из диатомита.

Диатомит (кизельгур, инфузорная земля) — осадочная горная порода, состоящая преимущественно из остатков диатомовых водорослей. Обычно рыхлая или слабо сцементированная, светло-серого или желтоватого цвета. В различных количествах в диатомите встречаются шарики (глобулы) опала, а также обломочные и глинистые минералы. Абсолютно сухой кизельгур содержит от 80 до 90% кремнезема, от 2 до 4% глинозема (обусловлен преимущественно глинистыми минералами) и от 0,5 до 2% оксида железа. В Тюменской области имеются огромные запасы этого сырья.

На основании Пособия к СНиП 3.09.01-85 "Технология изготовления жаростойких бетонов" были определены три состава бетона: контрольный на основе чистого жидкого стекла и два состава на суспензии жидкого стекла полученной путем взаимодействия диатомита с едким натрием.

В работе были использованы бой кирпича Винзилинского завода керамических стеновых материалов и диатомит Камышловского месторождения. Химический состав диатомита представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав диатомита Камышловского месторождения

Состав	SiO ₂ общ.	SiO ₂ аморф	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	П.п.п.
Содержание, %	72,12	39,0	7,7	3,38	0,35	1,13	0,31	1,25	11,29

В качестве вяжущего использовалось жидкое стекло, полученное путем взаимодействия диатомита с едким натрием, крупный заполнитель бой керамического кирпича фракции 5 - 10 мм, песок, полученный в результате дробления кирпичного боя, отвердитель кремнефтористый натрий (15% от количества вяжущего).

Суспензия жидкого стекла и нерастворенного остатка диатомита получалась методом гидротермального выщелачивания. Для этого молотый обожженный диатомит смешивался с едким натром в пропорциях 10:4 и выдерживался в сушильном шкафу при температуре 90°C в течении 4 часов. Кирпичный бой идет на дробление в щековую дробилку, после чего отсеивается фракция 5 - 10 мм. При приготовлении бетонной смеси отмеренные компоненты тщательно перемешиваются и укладываются в форму с уплотнением. Затвердевшие образцы подвергаются обжигу при 800°C в течении 4 часов. После остывания образцы подвергались испытаниям.

В результате испытаний была установлена возможность получения жароупорного бетона с применением суспензии жидкого стекла, извлеченного из опаловых пород. Данный бетон имеет прочностные показатели в 2 раза меньшие, чем при использовании чистого жидкого стекла, что связано с низкой концентрацией силиката натрия в суспензии. Но, этот материал может быть получен с применением простых технологий, не требующих больших энергозатрат и с использованием местных сырьевых материалов.

Библиографический список

1. ГОСТ 20910-90 Бетоны жаростойкие. Технические условия. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 19 с.
2. СНиП 3.09.01-85 "Технология изготовления жаростойких бетонов". – М.: Стройиздат, 1991. – 49 с.

Научный руководитель: Радаев С.С., канд. техн. наук, доцент.

Инновационные 3D технологии в строительстве

Демиденко О.В.

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет,
г. Омск*

Современная 3D печать стала одной из самых впечатляющих технологий в нашей жизни. За последние пятнадцать лет со своим быстрым темпом развития, 3D технология нашла применение во многих отраслях деятельности человека: в медицине, в машиностроении, в электронике и даже в военных целях, а именно создании оружия. В области строительства 3D печать не стала исключением.

Эта технология дает возможность строить по-настоящему недорогое массовое жилье, которое предлагает возможность снять остроту нехватки жилья в больших городах. Например, в 2014 году архитектурная компания Winsun (г.Сучжоу) начала возводить небольшие жилые дома в окрестностях Шанхая. Также в этом же году на выставке в Китае был представлен самый крупный 3D принтер в мире. Благодаря этому в конце 2014 года специалисты компании Winsun напечатали пятиэтажное жилое здание и особняк площадью 1100 м². Исходным материалом для строительства стал строительный мусор и цемент, усиленный стекловолокном. В результате эксперимента экономия строительных материалов составила 60%.

3D принтер - это разновидность промышленного робота. Он представляет собой устройство с рабочим соплом под названием экструдер. С помощью него посредством послойного нанесения быстротвердеющего материала происходит создание объекта из цифровой модели, которая получается при помощи виртуального 3D моделирования в системе автоматизированного проектирования (САПР). Существуют два вида конструкций 3D принтера - в виде козлового крана и в виде стрелы манипулятора.

На сегодня известно о трех методах создания трехмерной конструкции.

Метод наплавления (FDM). Данный метод впервые был опубликован профессором Южно-Калифорнийского Университета Барухом Кошневицем в августе 2012 года. Метод наплавления является самым простым и представляет собой выдавливание материала из экструдера, который перемещается вдоль трех осей. После выдавливания происходит моментальное затвердение материала.

Селективное спекание (SLS). При данном методе происходит расплавление слоя материала, в частности песка, за счет лазеров высокой мощности. После чего происходит опускание рабочей зоны и добавляется новый слой материала. Каждый созданный слой, имеет толщину приблизительно равной 100 мкм (эквивалент 0,1 мм). Процесс повторяется до тех пор, пока деталь не будет полностью готова. Нерасплавленный материал в

этом методе используется для поддержки нависающих частей и тонких стенок изготавливаемой детали, уменьшая тем самым необходимость создания временных поддерживающих структур.

Компонентная склейка. При этом методе из экструдера выдавливается струя песка, которая одновременно смешивается с клеящим составом, образуя быстротвердеющий состав в заданной точке.

Из всех перечисленных способов формирования объема наиболее привлекательным является метод наплавления благодаря созданию больших несущих конструкций и домов. Но многих серия простых и грубовато выглядящих домов китайской фирмы привела в разочарование. Поэтому необходима проработка архитектурных решений объекта возведения. Печать двухэтажного арочного дома позволит сделать строительство домов быстрым, массовым, красивым и недорогим.

Разработаны технологические решения по обеспечению прочности конструкции:

- применение фибробетона;
- соединение арматуры на штифтах и свинчиванием;
- применение двух роботов одновременно, когда один монтирует арматуру, другой укладывает смесь.

Монтаж инженерных систем решается намного проще: 3D принтеры – это роботы с достаточно точной повторяемостью операций и состыковка элементов труб в заданной последовательности вполне осуществима. [1].

Несмотря на присущие любой инновационной технологии технические проблемы основными преимуществами использования 3D печати в строительной отрасли являются:

- быстрое и точное строительство - 3D-принтер переводит цифровую модель в физический формат;
- снижение затрат труда - 3D-принтер делает большую часть работы с минимальными затратами труда;
- снижение образования отходов - компоненты могут быть напечатаны на заказ во время строительства;
- экологически чистые переработанные продукты могут быть использованы для производства строительных материалов, используемых в 3D-принтерах.

Тем не менее, есть и ряд недостатков, которые связаны с 3D-печатью:

- принтер не может заменить производственное предприятие, так как не рассчитан на массив материалов;
- повышенные риски – любая ошибка в цифровой модели способна передаться на объект строительства;
- малые предприятия не конкурентоспособны с таким видом производства, в последствии это приведёт к их смещению с рынка.

В заключении можно сказать, что применение 3D технологии в будущем позволит строить здания и сооружения простой и сложной архитектурной конфигурации из надежных материалов, без отходов, обеспечить потребителей доступным жильем.

Библиографический список

1. Крайников, Д. Обзорная статья по 3D строительным технологиям [Электронный ресурс] / Д.Крайников, 2014. - Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/224299>.

2. Демиденко, О.В. Модель функционирования строительных потоков / О.В. Демиденко, В.А. Казаков, С.М. Кузнецов, Н.Е. Алексеев // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2016. №2(48). С.89-95.

3. Кузнецов, С.М. Обоснование стоимости строительства детских садов / С.М. Кузнецов, О.В. Соболева, А.А. Немчикова, Н.А. Шипилова // Вестник СамГУПС - 2016.- №3(33).- С. 53-62.

4. Демиденко, О.В. Планирование объема поставок материальных ресурсов в строительстве / О.В. Демиденко, В.А. Н.Е. Алексеев // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2016. №6(52). С.61-66.

5. Кузнецов, С.М. Моделирование организационно-технологических решений в строительстве: уч. пособие / С.М. Кузнецов, А.И. Круглов, О.А. Легостаева, К.С. Кузнецова.- Москва-Берлин: Директ-медиа, 2016. – 95с.

6. Демиденко, О.В. Особенности инвестиционного строительного проекта. В сборнике: Наука и общество: проблемы современных исследований. Сборник научных статей. Омск, 2015. с.19-25.

Научный руководитель: Краснощеков Ю.В., д.-р техн. наук, профессор.

Исследование влияния стальных фибр на механические свойства бетона

Жукова В.В., Бочкарева О.С., Каспер Е.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В современном мировом строительстве основным конструктивным материалом является железобетон. В настоящее время основной проблемой современной науки о бетонах является разработка принципиально новых бетонов с уникальными свойствами, а именно: повышенная прочность при сжатии, ускоренный набор прочности, высокая долговечность, трещиностойкость.

В современных технологиях производства работ требуется применять бетонные смеси с низким воздухововлечением, с повышенной растекаемостью, хорошей транспортабельностью.

В данной работе рассматривается и подтверждается, что для улучшения строительно-технических свойств бетона следует использовать многофакторные направления. Исследование по применению стальных волокон и химических добавок позволяет получить композит - сталефибробетон, обладающий рядом исключительных свойств и обеспечивающий решение вопроса по трещиностойкости бетонов и одновременное повышение прочности при сжатии и долговечность. [1]

В эксперименте использовалась фибра фрезерованная из стального листа. Конструкция арматурного элемента представляет собой узкую металлическую полосу, имеющую прямолинейную среднюю часть и специальной конструкции анкеры на концах. Длина фибры – 36-38 мм, условный диаметр – 0,63 мм. (рисунок 1).



Рисунок 1. Фибра фрезерованная из стального листа

В качестве модификатора цементного камня применялась добавка MC-PowerFlow 3100 – гиперпластификатор для бетона и железобетона.

Составы бетона для испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1

Составы бетона для испытаний

№ состава	Состав бетона, кг/м ³					
	Цемент	Вода	Щебень	Песок	Фибра	Добавка
1	400	222	1180	580	-	-
2	400	149	1180	580	-	4
3	400	226	1180	580	50	-
4	400	152	1180	580	50	4

Образцы испытывались в 28-суточном возрасте, твердение происходило в нормально-влажностных условиях.

Изменение прочностных параметров при введении стальных фибр и пластифицирующей добавки представлено на рисунке 2.

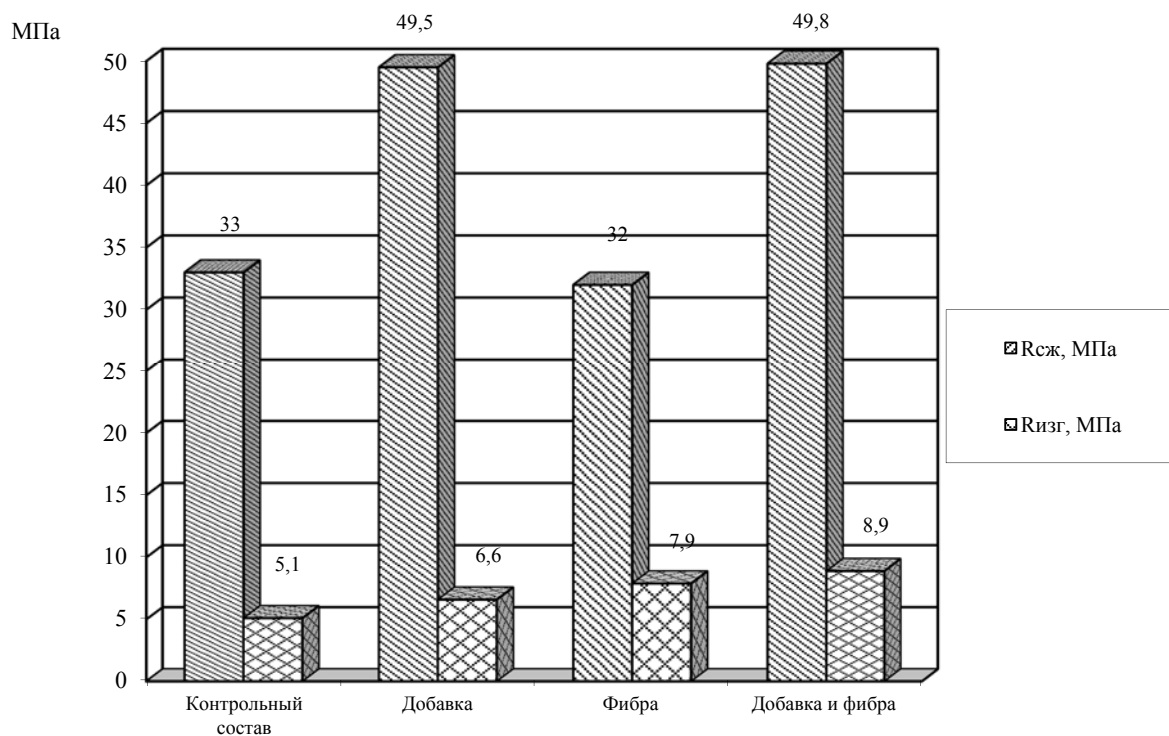


Рисунок 2. Диаграмма показателей предела прочности при сжатии и при изгибе

Прирост прочности при сжатии при введении добавки PowerFlow 3100 составил 50%, при совместном действии добавки и стальной фибры - 51%. Прирост прочности на растяжение при изгибе при введении добавки составил 29%, что объясняется образованием гидросиликатов кальция волокнистой структуры, при введении фибры – 55%, при совместном действии добавки и стальной фибры – 75%.

Недостаточно высокая трещиностойкость – одна из основных причин, понижающих долговечность бетона. Фибровое армирование придает бетонной матрице пластический характер разрушения и повышенную трещиностойкость. [2]

Трещиностойкость была получена расчетным способом - делением $R_{изг}$ на $R_{сж}$. О повышении трещиностойкости свидетельствуют полученные прочностные характеристики сталефибробетона модифицированного добавкой. Результаты представлены на рисунке 3.

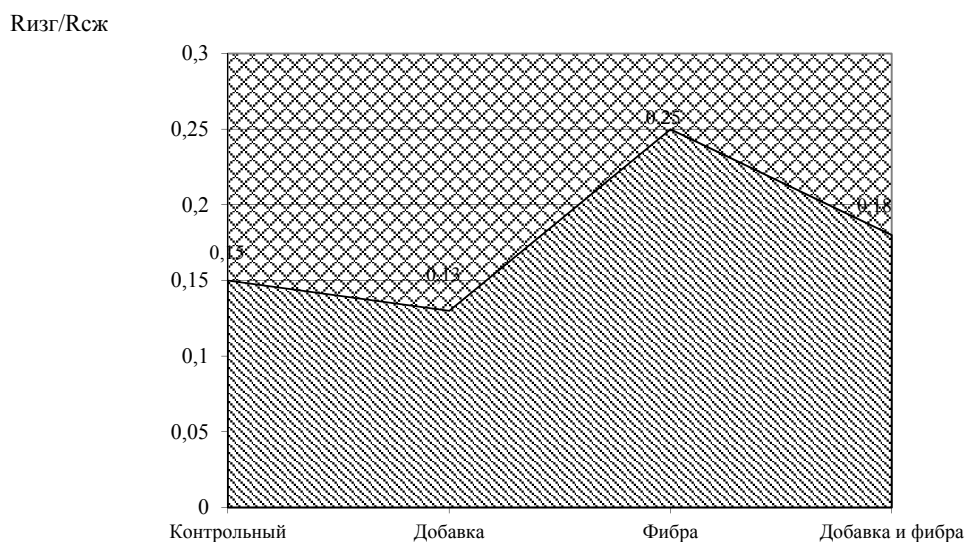


Рисунок 3. Трещиностойкость

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности дисперсного армирования и большой перспективности данного материала.

Библиографический список

1. Бочкарева, О.С. Эффективность фиброармированного бетона/ О.С. Бочкарева, Г.А. Зимакова, Е.А. Каспер// Актуальные проблемы строительства, экологии и энергосбережения в условиях Западной Сибири: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Тюмень: РИО ТюмГАСУ, 2009. – С.173-177.

2. Модифицированные высококачественные бетоны. Научное издание. Ю.М. Баженов [и др.]. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. - 368 с.

Научный руководитель: Бочкарева О.С., ассистент кафедры строительных материалов.

Преобразование отпора грунта R_z в нагрузку на грунтовое основание P_z при моделировании фундаментной плиты

Захарченко Ю.С., Епифанцева Л.Р.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Для оценки эксплуатационной надежности объекта культурного наследия была создана полноразмерная модель здания в ПК Лира 10.6 (Рис.1). По результатам анализа данной модели были выявлены конструк-

ции, несущая способность которых не обеспечивает надежность здания [1]. Современное приспособление здания-памятника приводит к увеличению высоты подземного этажа, поэтому в здании одновременно с усилением грунтового основания планируется устройство фундаментной плиты под всей площадью застройки [2].

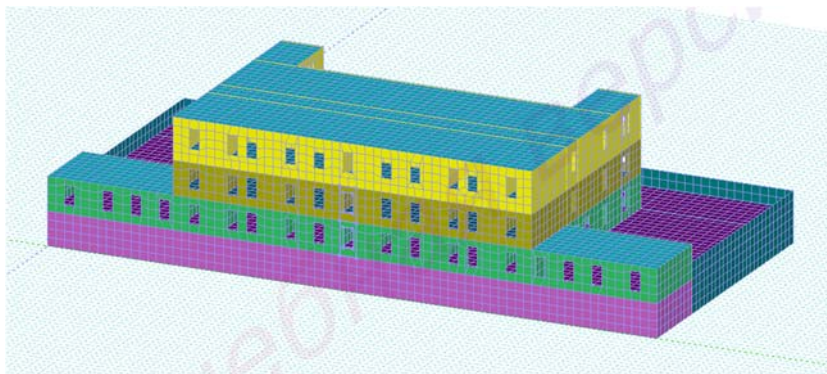


Рисунок 1. Модель здания госпиталя в ПК Лира 10.6

В качестве исходных данных для фундаментной плиты принят материал – бетон тяжелый, класса В25; сечение – пластина, толщиной 30 см (рис.2).

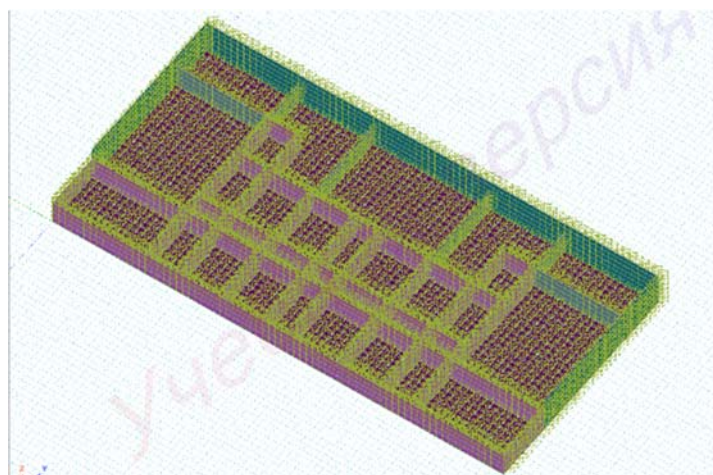


Рисунок 2. Модель фундаментной плиты с нагрузками от вышележащих конструкций в ПК Лира 10.6

За основу расчетного взаимодействия плитного фундамента с грунтовым основанием принята модель Винклера. Методика расчета основана на определении начальных значений коэффициентов постели C_1 .

Общая нагрузка на основание под подошвой фундамента составляет:
 $N^H = 44750$ кН, $N^P = 49223$ кН

Среднее давление под подошвой плитного фундамента площадью $S = 1243 \text{ м}^2$ от нормативной нагрузки составляет: $P_{\text{cp}} = 36 \text{ кПа}$;

от расчетной нагрузки: $P_{\text{cp}} = 39,6 \text{ кПа}$

Расчетное сопротивление грунта под плитой : $R = 57,6 \text{ кПа}$.

Интенсивность давления на основание под всей площадью фундамента не превышает расчетного сопротивления грунта.

Первоначальным этапом при моделировании в ПК Лира является задание начального коэффициента постели $C1$. Для его определения в ПК можно использовать параметр уточнения коэффициента постели $C1$ по модели грунта. Зная среднее давление под фундаментной плитой P_z , определенное в соответствии с СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений», можно получить начальное значение коэффициента постели под всем зданием.

Полученные результаты отпора грунта R_z являются приблизительным значением при первом приближении. Точное значение можно получить путем итерационных расчетов, учитывая модель грунта (рис. 3).

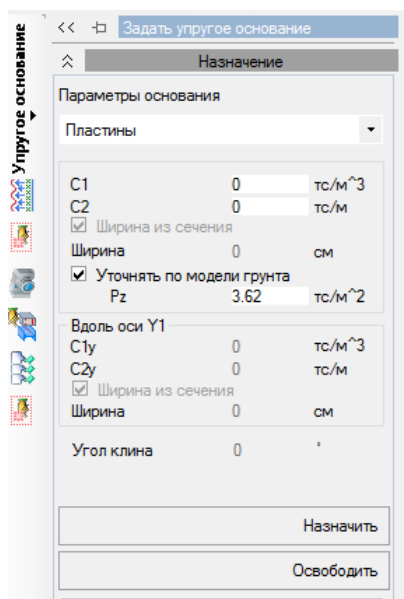


Рисунок 3. Параметры упругого основания в ПК Лира 10.6

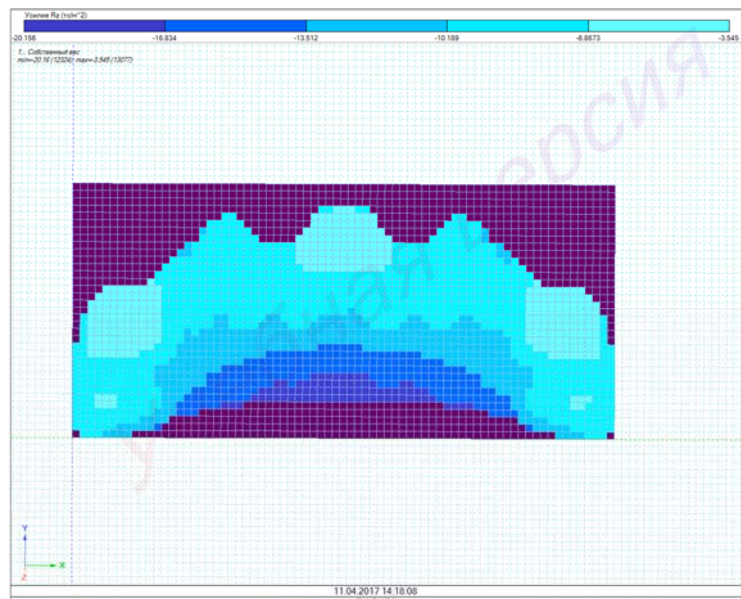


Рисунок 4. Результаты расчета. Эпюра R_z фундаментной плиты в ПК Лира 10.6

Эпюра отпора грунта R_z после 1-ой итерации представлена на рисунке 4. После преобразования отпора грунта R_z в исходные данные в виде среднего давления P_z меняется процент передачи нагрузок на фундаментную плиту. Чем он меньше, тем точнее будут результаты расчёта коэффициентов постели. Обычно требуется не больше 2-х итераций для получения точных значений (рис 5).

Расчет окончен на 2-ой итерации, где выполнялось условие приближительной сходимости предыдущих и последующих расчетных коэффициентов постели. Получены реактивные давления под плитой, распределение которых соответствует приближительному равенству осадков под всеми зонами нагружения (аналогично итерации 1).

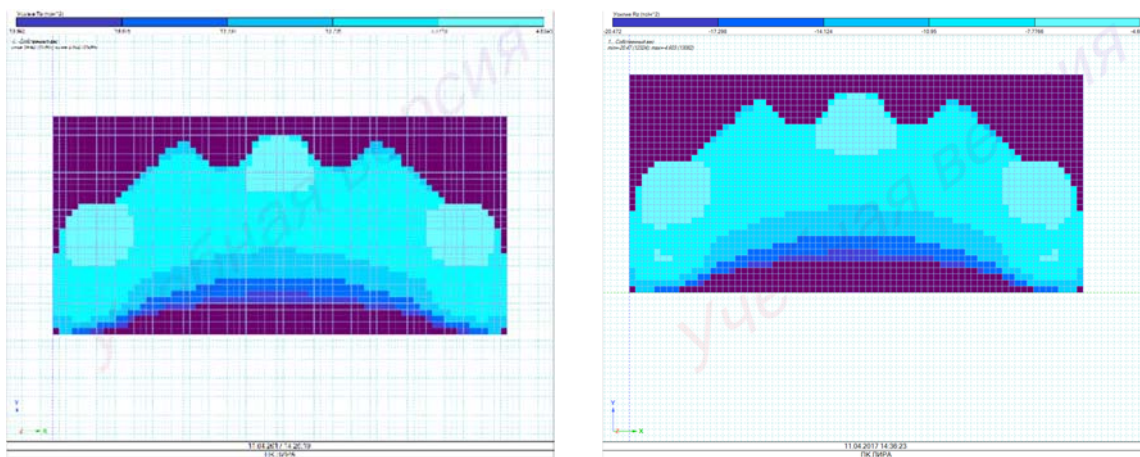


Рисунок 5. Результаты расчета. Эпюра R_z фундаментной плиты после 1-ой и 2-ой итерации в ПК Лири 10.6

Далее ведется расчет по деформациям в соответствии СП при давлениях, полученных в ходе последней итерации. Определялись окончательные начальные коэффициенты постели для дальнейшего конструктивного расчета, т.е. подбора значений параметра фундамента $EJ(x)$ в программе Лири. При расчетах в программе Лири использовалось варьирование активным параметром фундамента - изгибной жесткостью. Получены оптимальные параметры фундаментной плиты ($t=30\text{см}$), при которых обеспечиваются требования по осадкам и их неравномерности (рис. 6).

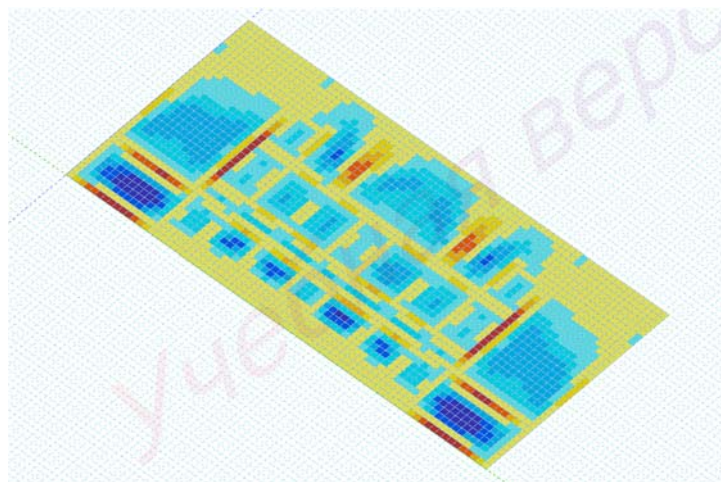


Рисунок 6. Результаты расчета. Эпюра перемещений фундаментной плиты по оси Z в ПК Лири 10.6

Библиографический список

1. Епифанцева Л.Р. Современный подход к сохранению объектов культурного наследия / Л.Р. Епифанцева, Ю.С. Захарченко // Сборник материалов XV научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, соискателей и магистрантов ТюмГАСУ в двух томах – Тюмень: РИО ТюмГАСУ, 2015. – С.29-36.

2. Захарченко Ю.С. Оценка эксплуатационной надежности объекта культурного наследия/ Ю.С. Захарченко, Л.Р. Епифанцева // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов – Т. I. – Тюмень: ТИУ, 2016. – С. 160-164.

Научный руководитель: Епифанцева Л.Р., канд. техн. наук, доцент.

Повышение пуццолановой активности техногенного сырья и создание на его основе реакционно-порошковой комплексной добавки (РПКД)

Зелиг М.П., Старцева Н.Н.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Потребление угля в качестве твердого топлива на тепловых электростанциях неизбежно приводит к накоплению большого количества продуктов сгорания. По данным Всероссийского теплотехнического научно-исследовательского института, при сжигании твердых видов топлива ежегодно образуется около 50 млн. т золошлаковых материалов. Так на Рефтинской ГРЭС ежегодно образуется около 5 млн. т техногенных отходов, из них более 4,5 млн. т. попадает в золоотвалы, что способствует загрязнению воздушного и водного бассейнов и изменению химико-минерального состава почвы.

В данной работе поставлена задача утилизации зольных отходов путем их использования в бетонах в качестве минерального сырья, заменяющего часть цементного вяжущего. Для исследования была использована Рефтинская зола, эта зола имеет стабильные характеристики.

Химический состав Рефтинской золы:

SiO_2 – 60.0÷62.0%, Al_2O_3 – 29.0÷31.0%, Fe_2O_3 – 4.0÷5.0%, $\text{CaO}+\text{MgO}$ – 1.5÷2.5%, в основном представлена стеклянными частицами практически идеальной сферической формы [1].

На первом этапе выполнения исследовательской работы по замене части цемента техногенным отходом был осуществлен помол исследуемой золы с продолжительностью 1, 2 и 3 часа. Величина удельной поверхности частиц в полученных пробах представлена на рисунке 1.



Рисунок 1. Величина удельной поверхности проб молотой золы с различной продолжительностью помола

Активность молотой золы оценивали по результатам испытания цементного камня на прочность при сжатии с вариацией содержания золы.

Образцы готовились на тесте нормальной плотности, молотая зола вводилась с заменой части цементного вяжущего. Испытания на прочность при сжатии образцов-кубов размером 20x20x20 мм проводились в возрасте твердения 2, 7 и 28 суток. Полученные при испытаниях результаты сравнивались с данными контрольного состава на портландцементе ЦЕМ II/A-Ш 32.5

По результатам полученных значений прочности было выявлено оптимальное время помола, которое составило 2 часа, представлено на рисунке 2.

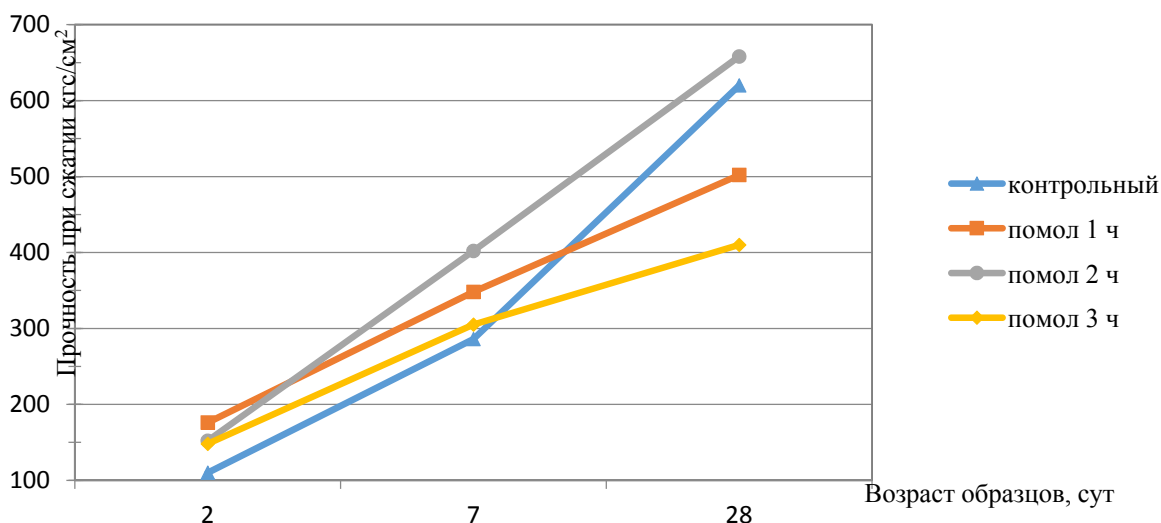


Рисунок 2. Прочность образцов при сжатии с содержанием золы 15%

В возрасте 28 суток прирост прочности цементного композита с содержанием молотой золы с удельной поверхностью 3200 см²/гр в количестве 15% от массы цемента составляет 6%.

На втором этапе исследовали влияния добавок зарубежных фирм Sika и BetonProfit Ruredil на свойства бетонов при постоянной величине удобоукладываемости бетонной смеси. изготовили образцы-балочки (V=256 см³).

Материалы:

- ЦЕМ II/A-III 32.5;

- $\rho_{ц} = 3100 \text{ кг/м}^3 = 3,1 \text{ г/см}^3$;

- Мелкий заполнитель песок, $\rho_{п} = 2,65 \text{ г/см}^3 = 2,65 \text{ г/см}^3$.

На основании предварительного исследования выявлено, что стабильным результатом при испытании на предел прочности при растяжении при изгибе ($R_{изг}$) и предела прочности при сжатии ($R_{сж}$) обладают добавки VC5-600 и VC5New. Это добавки на основе поликарбоксилатов. Повышающие подвижность бетонной смеси с марки П1 до П5. А водоредуцирующий эффект проявляют до 30%. Не содержат компонентов, вызывающих коррозию. Улучшают удобоукладываемость и однородность бетонных смесей. Обеспечивают получение высокомарочных и высокопрочных бетонов. Снижают деформации усадки и ползучести.

Для дальнейшего исследования влияния добавок на свойства бетона, изготавливаются бетонные образцы-кубики ($V = 1000 \text{ см}^3$) из смеси с подвижностью 4-5 см.

Таблица 1

Составы бетонных смесей на 1 м³

№ состава	Зола (2 часа помола), %	Д, %	Гидротекс, %	В/Ц
1) Контрольный	-	-	-	0,43
2) Гидротекс	-	-	5	0,43
3) Зола	15	-	-	0,52
4) VC5New	-	1	-	0,31
6) VC5-600	-	1	-	0,29
7) Гидротекс + зола + VC5New	15	1	5	0,38
8) Зола + активатор помола	15	-	-	0,5

С целью установления влияния добавок на реологические свойства цементных паст и бетонных смесей, изучен характер изменения водопотребности и В/Ц фактора.

Твердение цементного камня осуществлялось при температуре +15-20°C, пробы отбирались в 2, 7 и 28-ми суточном возрасте.

На основе полученных результатов разработана реакционно-порошковая комплексная добавка (РПКД). Содержащая механоактивированную Рефтенскую золу, пластификатор, активатор помола. Показатели,

достигаемые за счет применения РПКД: высокая прочность 48 МПа; высокая морозостойкость (F400 и выше); водонепроницаемость (W18); регулируемые показатели деформативности [2].

Применение данной добавки позволит:

- Без увеличения цемента с применением традиционных сырьевых материалов увеличить водонепроницаемость бетона на 2 марки, а прочность бетона повысить на 1 класс;
- При постоянстве свойств бетона позволит сэкономить до 15-18% цементного вяжущего, что отвечает требованиям ресурсосберегающим технологиям;
- Поменять кинетику физико-химических процессов коррозии, обеспечивая эксплуатационно-технические свойства конструкциям, работающим в особо агрессивных средах и суровых климатических условиях;
- Снизить экологическую нагрузку на окружающую среду, так как один из компонентов добавки является технологическим отходом;
- Повысить марку по морозостойкости бетона;
- сократить стоимость 1 м³ бетона примерно на 10-15%.

Библиографический список

1. Зимакова Г.А., Солонина В.А., Зелиг М.П. Зольные механоактивированные микросферы – компонент высокоэффективных бетонов // Международный научно-исследовательский журнал. –2016. –№12-3(54). –С.90-94.
2. Zimakova G.A., Solonina V.A., Zelig M.P. Research of the influence of reftinskii SDPP`S ash on the processes of cement stone`s structure forming // IOP conf. series: Earth and Environmental Science 50(2017).

Научный руководитель: Зимакова Г.А., канд. техн. наук, доцент.

Исследование влияния гранулометрического состава заполнителя из техногенного сырья на прочность бетонов

Илясова С.В., Хайретдинов И.З.

Тюменский индустриальный университет, Тюмень

Структура современного бетона характеризуется высокой структурной неоднородностью, в представленной иерархии «цементный камень – раствор - бетон» каждый участник отличается количеством компонентов, гранулометрическим составом и при формировании микро- и макроструктуры растет количество влияющих на свойства композита факторов. Заполнители занимают 55-65 % объема материалов, при разработке оптимальной структуры

бетонного композита на первом этапе рассчитывают общее количество заполнителей, затем долю мелкого заполнителя в крупном с позиции рациональной пустотности и максимально возможного снижения водопотребности для обеспечения заданной подвижности [1]. Следующий этап исследований необходимо посвятить изучению переходной поверхности раздела между крупным заполнителем и цементно-песчаной матрицей (ЦПМ), свойства которой существенно отличаются от физико-механических характеристик контактирующих компонентов [2]. Прочность цементно-песчаной матрицы бетонов плотной структуры меньше чем у крупного заполнителя, но прочность на поверхности раздела между матрицей и крупным заполнителем еще ниже и является обычно слабейшим звеном бетонного камня [2].

Исследование поверхностей раздела связывают в первую очередь с характером протекающих процессов, выделяя физико-химическую природу формирования переходного слоя между матрицей и заполнителем. За счет повышения адгезионной прочности на поверхности раздела, возможно увеличить прочность бетона.

Работа выполнена с использованием гранитного и шлакового щебня [3], с крупностью 20мм и 15мм. Ранее выявлено, что снижение тангенциальных напряжений, вызывающих трещинообразование в контактной зоне, связано с определенными исходными условиями, поэтому на стадии проектирования состава бетона назначается рациональная непрерывная гранулометрия заполнителя, форма зерен приближена к кубовидной [3]. В исследованиях по подбору гранулометрического состава заполнителей исходили из условия, что рациональной является зерновой состав, позволяющий при минимальной водопотребности смеси обеспечить получение бетона с наибольшей прочностью.

При сравнении смеси песка и щебня с разной крупностью, на основании проведенных теоретических расчетов определена пиковая минимальная пустотность для различных фракций заполнителя и песка, пустотность смеси (d 15мм) меньше на 30% пустотности смеси с размером зерен 20мм. Вследствие более плотной упаковки, прочность бетона увеличивается на 48%, что подтверждают экспериментальные данные в таблице 2.

Таблица 1

Экспериментальные данные проведенных опытов

№	Состав с максимальной крупностью гранита 20мм		Состав с максимальной крупностью гранита 15мм		Состав с максимальной крупностью шлака 15мм	
	плотность, кг/м ³	прочность, МПа	плотность, кг/м ³	прочность, МПа	плотность, кг/м ³	прочность, МПа
1	2	3	4	5	6	7
Испытание через 7 суток						
1	2355	12	2360	28,5	2832	29,1
2	2345	10,5	2330	23	2796	23,5
3	2310	15,5	2345	30,5	2810	31

Испытание через 28 суток						
4	2380	21,5	2370	37,5	2844	43
5	2360	24,5	2345	34,2	2814	39,3
6	2350	22,5	2365	39	2838	44,8

В связи с этим, одним из эффективных способов повышения прочности бетонов является использование активных заполнителей, которые взаимодействуют с цементной матрицей по тем или иным механизмам [4], что сопровождается срастанием заполнителей и цементной матрицы и полной ликвидацией зазоров между ними.

Таблица 2

Экспериментальные данные проведенных опытов добавки
Sika ViscoCrete-5- 600 и ViscoCrete-5-NEU

№	С добавкой Sika ViscoCrete-5- 600				С добавкой ViscoCrete-5-NEU			
	Состав с максимальной крупностью 20мм		Состав с максимальной крупностью 15мм		Состав с максимальной крупностью 20мм		Состав с максимальной крупностью 15мм	
	плотность, кг/м3	Прочность, МПа	Плотность, кг/м3	Прочность, МПа	Плотность, кг/м3	Прочность, МПа	Плотность, кг/м3	Прочность, МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Испытание через 7 суток								
1	2315	38,0	2380	36,0	2350	25,0	2310	35,5
2	2325	30,0	2343	42,0	2305	32,5	2370	30,5
3	2375	36,3	2380	38,0	2310	23,5	2315	29,0
Испытание через 28 суток								
4	2330	42,5	2355	51,0	2363	41,0	2330	42,5
5	2340	44,0	2385	55,0	2314	39,5	2390	44,0
6	2380	35,4	2390	52,5	2315	40,0	2320	42,0

Минеральные компоненты и стекловидная составляющая шлака при взаимодействии с гидроксидом кальция, входящим в состав жидкой фазы бетона, образуют гидросиликаты и гидроалюминаты кальция, которые формируют прочные контакты срастания, на границе раздела повышая прочность бетонного конгломерата на 10-15% [6,7].

Для сравнения было изучено влияние двух добавок Sika ViscoCrete-5-600 и Sika ViscoCrete-5-NEU при постоянных дозировках 0,5% и В/Ц. При использовании добавок В/Ц снизилась с 0,66 до 0,39 по сравнению с составом без добавки.

По результатам испытаний наибольшую прочность в 7 суточном возрасте показал состав с применением добавки Sika ViscoCrete-5-600 с использованием щебня максимальной крупности 15мм

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать следующие выводы:

- При рационально подобранном гранулометрическом составе активного заполнителя получили бетон с наибольшей прочностью
- использование добавки позволило уменьшить водопотребление бетонной смеси и расход цемента.
- снижается себестоимость бетона.

Библиографический список

1. Ахвердов, И.Н. Основы физики бетона/И.Н. Ахвердов. – М.: Стройиздат, 1981. - С. 464.
2. Рахимбаев, Ш.М. Регулирование прочности межфазовых связей в искусственных строительных конгломератах/ Ш.М. Рахимбаев// Проблемы материаловедения и совершенствование технологии производства строительных изделий: сб. науч. тр.-Белгород: БТИСМ, 1990. - С. 51-60.
3. Панченко Д.А., Влияние тепловой обработки на состав и свойства доменных шлаков /Панченко Д.А., Панченко Ю.Ф., Зимакова Г.А.// Сборник статей международной научно-технической конференции «Перспективы развития строительного материаловедения». Челябинск: изд-во «Пирс», 2013.-С 73-75.
4. Рамчандран В. Наука о бетоне: Физ.-хим. Бетоноведение/пер. с англ./ В. Рамачандран, Р. Фельдман, Дж. Бодуэн.-М.: Стройиздан, 1986.- С 288.
5. Баженов, Ю.М. Модифицированные высококачественные бетоны/ Ю.М. баженов, В.С. Демьянова, В.И. Калашников. – М.: АСВ, 2006. – С.368
6. Саградян А.А., Зимакова Г.А. ЗМС – комплексная модифицирующая добавка в цементные бетоны различного назначения // Материалы международной научно-практической конференции «Строительство – формирование среды жизнедеятельности» - Москва, МГСУ, 04.2012.
7. Севастьянова Т., Кузь В.С.Зимакова Г.А. Анализ влияния составов и режимов твердения на структуру бетона с применением модели Пауэрса // Материалы научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и соискателей ТюмГАСУ, 2012.

Научный руководитель: Зимакова Г. А., канд. техн. наук, доцент

Оптимизация структуры бетона, твердеющего в условиях тепловой обработки

Каспер Е.А., Селезнёва А.И., Каспер Е.И.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Применение тонкомолотого гранулированного шлака при производстве бетона позволяет сократить расход цемента без потери прочности.

Введение шлака как пуццоланового наполнителя в значительной степени снижает капиллярную пористость за счет резкого уменьшения общего содержания $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Одной из особенностей шлака является проявление скрытых вяжущих свойств. Активизаторами данного процесса являются продукты гидратации цемента – гидроксид кальция накапливающийся при гидратации трехкальциевого и двухкальциевого силиката. Т.е. сначала происходит гидратация и твердение клинкерной части цемента, а затем начинаются реакции шлакового стекла и шлаковых минералов. В результате образуются гелеобразные массы на поверхности зерен шлака, которые затем переходят в кристаллическую форму, обеспечивая увеличение прочности цементного конгломерата. Скорость процесса зависит от минералогического состава цемента и гидравлической активности шлака.

Комплексное воздействие суперпластификаторов и тонкомолотого гранулированного шлака на цементную систему выражается в том, что на ранней стадии структурообразования, в пластичном состоянии, система обретает повышенную вязкость и связность и характеризуется ярко выраженной тиксотропностью, а на поздней стадии цементный камень характеризуется особым качественным составом и особой геометрией структуры. Первое проявляется в повышенном содержании мелкозернистых кристаллогидратов, реакционная способность которых значительно ниже, чем у первичных гидратов. Второе – в повышенном содержании гелевых пор и, соответственно, в сокращенном объеме капиллярных.

Таким образом, модифицированные с помощью тонкомолотого шлака и суперпластификатора на основе поликарбоксилатов цементные системы соответствуют теоретическим представлениям о бетонах высокой и сверхвысокой прочности, низкой проницаемости, повышенной коррозионной стойкости и долговечности. [1]

Целью научной работы является оптимизация структуры бетона за счёт применения микронаполнителя в виде гранулированного доменного шлака и пластифицирующей добавки на основе поликарбоксилатов, а также изучение влияния дозировок добавок на кинетику набора прочности бетона при тепловой обработке.

Совместное действие суперпластификаторов и микронаполнителей способствует повышению подвижности и пластичности бетонной смеси, снижению водоцементного отношения, воздухоовлечения и расхода цемента, получению более плотной структуры бетона и быстрому набору прочности, что позволяет снизить время тепловой обработки и повысить оборачиваемость оборудования. Изделия получаются с высоким качеством поверхности и, таким образом, снижаются затраты на отделочные работы [2].

В качестве микронаполнителя была выбрана активная минеральная добавка – тонкомолотый гранулированный шлак, который обладает гидравлической (пуццоланической) активностью.

В качестве контрольного принят состав №2.2 с добавкой Glenium ACE 430 дозировкой 0,7% от расхода цемента [3].

Расход микронаполнителя варьировался от 5 до 20% от расхода Ц.

Характеристики поровой структуры бетона определялись в соответствии с ГОСТ 12730.3 «Бетон. Методы определения водопоглощения».

В исследовательской работе были использованы следующие материалы:

- цемент – Суходожского цементного завода марки ЦЕМ I 32,5;
- мелкий заполнитель - кварцевый песок с модулем крупности 2,2;
- крупный заполнитель – щебень фракции 5÷20 мм. Первоуральского карьера Свердловской области маркой по прочности 1400 и маркой по морозостойкости F300;

Состав бетона, кг/м³: Ц = 375; П = 630; Ш₅₋₁₀ = 380; Ш₁₀₋₂₀ = 880.

Удобоукладываемость бетонной смеси: ОК = 15 см (ПЗ).

Режим тепловлажностной обработки: τ=16ч при t=80°С.

Результаты экспериментов приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1

Влияние микронаполнителя
на физико-механические свойства бетона

№ состава	Дозировка шлака, %	В/Ц	Плотность бетона кг/м ³	Водопоглощение, %		Предел прочности на сжатие, МПа		Прирост прочности на сжатие, %	
				По массе	По объёму	После ТВО	Через 28 сут	После ТВО	Через 28 сут
1	-	0,55	2410	5,4	13,5	17,6	24,3	-	-
2.2	-	0,44	2480	2,6	6,5	33,8	38,7	92,0	59,3
3.1	5,0	0,45	2485	2,0	5,1	35,2	40,1	100,0	65,0
3.2	10,0	0,46	2490	1,6	4,1	38,6	48,2	119,3	98,4
3.3	15,0	0,46	2485	1,6	4,3	35,6	45,5	102,3	87,2
3.4	20,0	0,48	2470	1,7	4,6	34,3	39,4	94,9	62,1

Расход тонкоизмельчённого гранулированного доменного шлака в объёме 10% от массы цемента является наиболее эффективным, при этом полностью исключается водоотделение бетонной смеси и улучшается её связность.

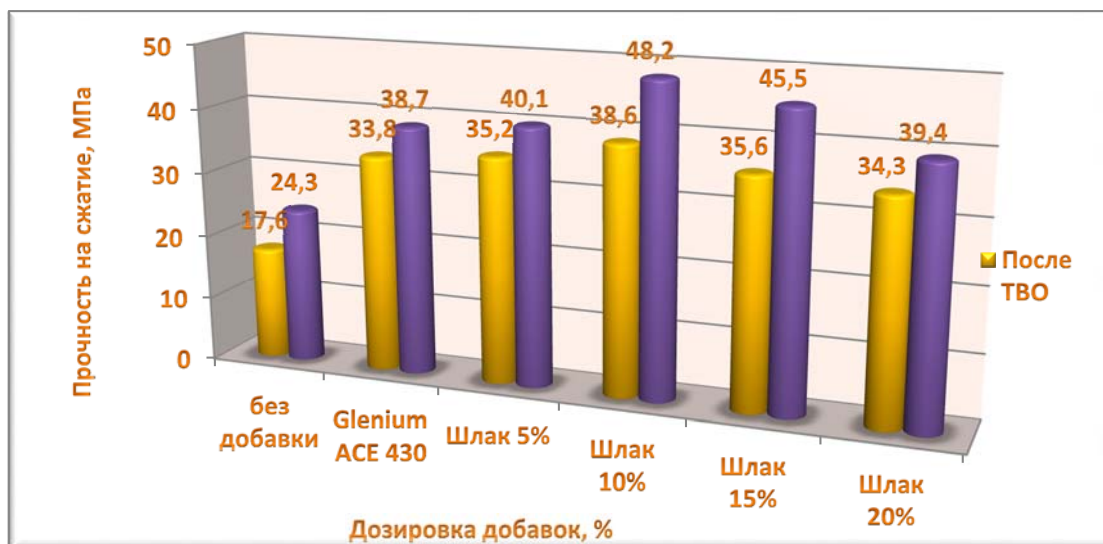


Рисунок 1. Влияние дозировки микрополннителя на прочность бетона на сжатие

Признаком уменьшения капиллярной пористости является снижение показателей водопоглощения: по массе до – 1,6%, по объёму – до 4,1%.

Прочность бетона на сжатие через 28 суток при этом составила 48,2 МПа, что на 24,5% превышает результаты контрольного образца с добавкой Glenium ACE 430 и на 119,3% - контрольного образца без добавки.

Использование добавки Glenium ACE 430 (0,7%) и тонкомолотого гранулированного шлака (10%) позволяет снизить время тепловой обработки,

что позволит снизить затраты на теплоноситель, повысить оборачиваемость кассет и съём продукции с 1 м² производственной площади.

Библиографический список

1. Батраков В. Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. М., Технопроект. 1998, с.768.

2. Каспер Е.А. Даценко Р.И. Повышение эффективности кассетного способа производства ЖБИ/ Сборник научных трудов ТюмГАСУ за 2014 год, РИО ТюмГАСУ, 2014.- С. 53-57.

3. Каспер Е.А.Селезнёва А.И., Каспер Е.И. Влияние гиперпластифицирующих добавок на кинетику твердения бетона при тепловой обработке. Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов. Т. 2 – Тюмень: ТИУ, 2016.– С.29-31.

Научный руководитель: Каспер Е.А., доцент.

Энергоэффективные стеновые материалы для малоэтажного строительства

Каспер Е.И., Тарасов Р.А., Каспер Е.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На сегодняшний день в России одним из главных вопросов остается жилищная проблема. Государство активно решает эту проблему путем принятия новых законов, указов и постановлений. Так поручением Президента Российской Федерации от 24 июля 2009 г. № Пр-180 ориентир структуры жилищной политики был изменен в пользу малоэтажного жилищного строительства. Затем постановлением Правительства Российской Федерации № 1050 от 17 декабря 2010 г. принята «Федеральная целевая программа «Жилище» на 2015-2020 годы», главными задачами которой являются формирование сегмента жилья экономкласса, включая малоэтажное строительство, а также создание условий для развития массового строительства такого жилья.

Также для большинства российских регионов с суровым климатом особо острой является проблема сохранения тепла в здании. На сегодняшний день Правительством Российской Федерации утверждена государственная программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года». Исходя из выше сказанного, выбор энергоэффективных и экономически выгодных ограждающих конструкций для малоэтажного строительства является актуальным вопросом.

Целью работы является исследование современного стенового материала – sip-панели и сопоставление его с такими классическими вариантами ограждающих конструкций, как профилированный деревянный брус и керамзитобетонные блоки.

Sip-панель состоит из двух плит ОСП по краям с внутренним слоем из пенополистирола. Этот материал используется при строительстве каркасно-щитовых зданий. Если сравнивать с домами, выполненными из кирпича или дерева, «канадский дом» очень легкий. К примеру, 1м² стены из Sip-панели весит 18-20 кг, а кирпичной – около тонны. Это дает возможность сэкономить на фундаменте и сделать его мелкозаглубленным. Такой вариант дома является идеальным при наличии на участке сложных грунтов. Кроме того сокращается время строительства – сдать объект «под ключ» реально возможно за 3-4 месяца. К недостаткам Sip-панелей нужно отнести - низкий класс по пожаробезопасности; в случае повреждения плиты, ее целостность невозможно восстановить; кроме того, конструкция плохо выносит наличие дополнительных нагрузок.

Профилированный брус представляет собой высокотехнологичный конструкционный материал — форма его сечения обеспечивает наилучшее уплотнение стыков между венцами. К его достоинствам можно отнести

экологичность и оптимальные показатели микроклимата в помещении, так как древесина самостоятельно поддерживает их в рамках благоприятных значений. Но существуют и недостатки, присущие домам из древесины, такие как горючесть, склонность к гниению и долгие осадки стен недавно построенного дома.

Керамзитоблоки представляют собой легкобетонные блоки с крупным заполнителем в виде керамзита. Плюсами данного материала является отличное сочетание прочности, теплопроводности и паропроницаемости, а также низкая стоимость относительно кирпича. Но керамзитобетонные блоки имеют не совсем презентабельный внешний вид.

Для сравнения была взята модель двухэтажного жилого дома из sip-панелей с жилой площадью 153,6 м². На ее основе были произведены теплотехнические расчеты и составлены энергетические паспорта для выбранных вариантов ограждающих конструкций. По результатам расчетов строению из sip-панелей был присвоен класс энергосбережения «А++», а зданиям из деревянного бруса и керамзитобетона – класс «А». Величина отклонения расчетного значения удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания составили соответственно -64% (А++), -50% (А) и -41% (А) от нормируемого [1].

Затем, были проведены экспериментальные исследования плотности теплового потока, для трех видов ограждающих конструкций, чтобы сравнить расчетное и фактическое термическое сопротивление. Для проведения испытаний использовался поверенный измеритель плотности теплового потока и температуры ИТП-МГ4.03/Х(III) «Поток» [2].

Для установления экономической эффективности была рассчитана сметная стоимость возведения ограждающих конструкций базисно-индексным методом. Так же для определения скорости строительства были определены трудозатраты [3-5].

Полученные технико-экономические показатели сведены в таблицу 1.

Исходя из проведенного анализа материалов для малоэтажного строительства, видно, что дома из sip-панелей являются весьма привлекательными для наших климатических условий. Для того чтобы иметь полное представление о таких зданиях, были проведены исследования параметров микроклимата в помещении дома из данного материала. Их изучение позволяет понять, насколько комфортным является строение для проживания в нем. Испытания проводились в трех плоскостях помещения: первый уровень – 0,1 м от пола, второй – 1,5 м, а третий – 2,4 м. Были получены следующие значения: средняя температура воздуха в помещении – 20,1 °С, а влажность воздуха – 38,9%, что удовлетворяет оптимальным параметрам микроклимата.

Технико-экономические показатели

Вариант ограждающей конструкции	Энергетическая эффективность		Значение термического сопротивления, $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$		Стоимость возведения стен для выбранного проекта, тыс.руб.	Трудозатраты, чел-час
	%	Класс	Расчетное	Фактическое		
Сip-панель	-64	A++	3,95	6,6	476,0	617,7
Деревянный брус с минераловатным утеплителем (50мм) и внутренней отделкой из евровагонки	-50	A	2,68	3,3	753,7	1824,7
Керамзитобетонные блоки с минераловатным утеплителем (50мм) и внутренней отделкой - «Имитация бруса»	-41	A	2,25	3,03	796,5	1465,7

В результате исследовательской работы получены следующие выводы: здания выполненные из sip-панелей, более энергоэффективны, стоимость их строительства ниже, а скорость возведения в разы превышает аналогичные варианты из классических материалов. Также микроклимат в таких домах соответствует оптимальным показателям.

Библиографический список

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. – Москва, 2012;
2. СНиП II-3-79* Строительная теплотехника
3. ТЕР-08-2001 Конструкции из кирпича и блоков. – Тюмень, 2014;
4. ТЕР-10-2001 Деревянные конструкции. – Тюмень, 2014;
5. ТЕР-15-2001 Отделочные работы. – Тюмень, 2014.

Научный руководитель: Белявская О.Ш., ст. преподаватель

Технология дробления и тонкого измельчения резиновых отходов

Кодиров В.М.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Производство шин и других резиновых изделий предусматривает процесс вулканизации, т. е. необратимую реакцию между эластомером, серой и другими химическими соединениями, при которой образуются поперечные связи между молекулярными цепями и происходит формирование трехмерной химической сетки. Вулканизованный эластомер представляет собой нерастворимый термоустойчивый материал, что делает невозможной его прямую переработку и повторное использование шин и других резинотехнических изделий. Поэтому, проблемы окружающей среды, вызванные накоплением изношенных шин и других резиновых изделий стали серьезными в последние годы.

Использование отработанных шин часто требует предварительного измельчения. Для уменьшения размеров частиц резиновых отходов используется метод дробления. Существует три метода дробления резиновых отходов: дробление при положительной температуре, криогенное дробление и гидравлический размол. Для первичного дробления целых шин используют гильотину, крекер-валцы, молотковую дробилку и фрезерование с использованием широкооувального станка. Процесс первоначально предусматривает уменьшение кусков до 2,5-5 см², при этом магнитный сепаратор и сепаратор волокна удаляют металл и фрагменты текстильного корда. Дальнейшее измельчение отходов может быть осуществлено с использованием криогенного размола [1].

Для получения тонко измельченной крошки куски резины охлаждают в жидком азоте ниже их температуры стеклования и затем измельчают в молотковой дробилке. В результате получают резиновый порошок с размерами частицы от 0,5 до 0,14 мм. Однако, криогенное измельчение шинной резины считается экономически не эффективным из-за большого количества жидкого азота или других криогенных жидкостей, необходимых, чтобы заморозить резину. Процесс может быть экономически оправданным для отходов на основе дорогого фторкаучука. Вместе с тем криогенное измельчение обеспечивает высокое качество крошки вследствие меньшей деструкции каучукового вещества и высокой степени очистки крошки от металла и текстильного корда [2].

Из-за высокой стоимости криогенного дробления чаще используется механическое дробление и измельчение при положительной температуре с использованием набора мощного оборудования. Используя этот относительно недорогой метод, можно получать как крошку с размером частиц до 0,5 мм, так и относительно крупную крошку. Кроме того, многократный размол может использоваться, чтобы далее уменьшить размер частиц. При использо-

вании валкового оборудования частицы имеют развитую поверхность и хорошо совмещаются с исходной резиновой матрицей. Минимальный размер частиц, который может быть получен этим методом 0,40 мм. Процесс, однако, сопровождается существенным теплообразованием. Высокая температура может вызвать деструкцию каучукового вещества. При отсутствии должного охлаждения при хранении может произойти возгорание [3].

Другие процессы рециркуляции включают механические и термохимические методы, которые только дробят резину и не девулканизируют ее. Процесс, использующий влажный метод размола позволяет достигать размера частиц крошки приблизительно 0,07 мм. Резиновая крошка с таким размером частиц имеет высокую удельную поверхность и может быть девулканизована без использования химикатов только при минимальном нагревании и механической обработке. Процесс влажного размола обеспечивает получение самых маленьких частицы, в пределах от 0,031 до 0,037 мм. Преимущество маленьких частиц состоит в том, что они позволяют получать хорошую обработку и гладкую поверхность при дальнейшей экструзии и каландровании.

Методы тонкого измельчения с применением червячного экструдера были первоначально предложены для пластмасс. Процесс получения порошка полимера в одночервячном экструдере основан на использовании одновременного сжатия и сдвига при определенных температурах, которые зависят от типа полимера. Основанный на этом методе, способ измельчения резиновых отходов был также предложен в работе Никонова [4]. Полученные резиновые частицы имели развитую поверхность и уникальную удлиненную форму.

Недавно, этот процесс был усовершенствован для измельчения резин в червячном экструдере для получения частиц размером от 40 до 1700 мкм. Схема процесса измельчения в одно червячном экструдере показана на рисунке 1 а, б.

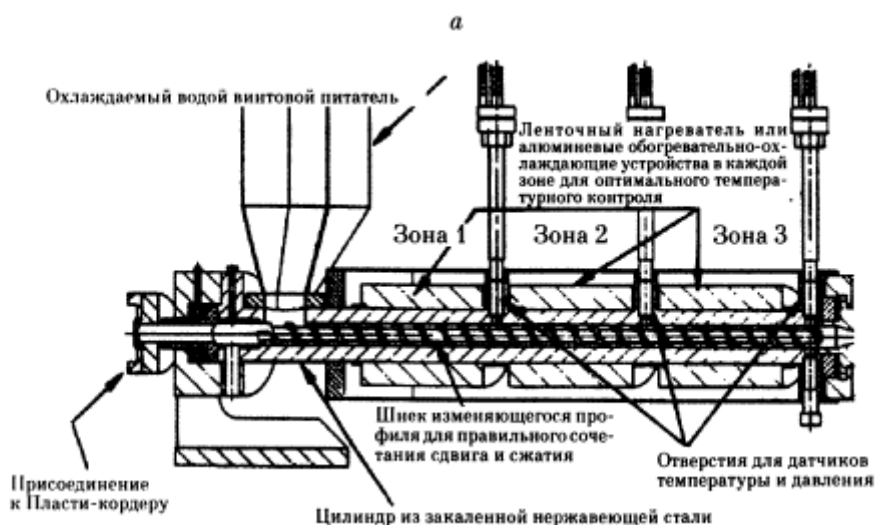




Рисунок 1. Схема одношнекового экструдера для измельчения резины (а); геометрия фрагмента канала шнека с переменной глубиной нарезки (б)

Как показано на рисунке 1 а, экструдер состоит из трех зон: подачи (зона загрузки 1), сжатия (зона 2) и измельчения (зона 3). Зона сжатия постепенно сужается, чтобы создать степень сжатия. Экструдер оснащен системой водного охлаждения для снижения температуры выделяющейся при измельчении резины. Экспериментальные исследования показали, что при измельчении вулканизатов в экструдере в результате трения существенно повышается температура, что приводит к частичной деструкции каучукового вещества [1, 4]. Резиновая крошка подается в зону загрузки экструдера и поступает в зону сжатия, где она подвергается высокому сжимающему усилию и сдвигу. При одновременном действии сжатия и сдвига из-за вращения винта, происходит измельчение и образуется резиновый порошок, имеющий меньший размер частиц. Одновременно происходит поверхностное окисление резиновых частиц и увеличение доли мелких частиц. Полученные частицы имеют шероховатую, грубую поверхность и пористую структуру. Это указывает на частичную девулканизацию. Полученную таким образом резиновую крошку можно формовать в изделия при высокой температуре и давлении в течение 1 часа.

Таким образом, в результате анализа выявлено современное состояние и проблемы переработки старых шин и отходов резинового производства, включая существующие методы и новые технологии измельчения, восстановления и девулканизации, и также возможности использования в изделия продуктов переработки. Девулканизация - процесс превращения вулканизированных отходов с использованием механической, тепловой, или химической энергии, в состояние, в котором они могут быть смешаны, обработаны и вулканизованы снова. Строго говоря, девулканизация может быть определена как процесс разрушения полностью или частично, поли-, ди-, и моносульфидных поперечных связей сформированных при вулканизации. Девулканизацию перекисного и смоляного вулканизатов можно рассматривать как процесс разрушения углерод-углеродных или других, более сильных межмолекулярных связей. Однако, в существующей кон-

цепции, девулканизация определена как процесс разрушения химической сетки по макромолекулярным цепям.

Библиографический список

1. Каучук и резина. Наука и технология. Монография. Пер. с англ.: Научное издание / Дж. Марк, Б. Эрман, Ф. Эйрич (ред.) - Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011.
2. Руденский А.В. Применение резиновой крошки для повышения качества дорожных битумов и асфальтобетонов / А.В. Руденский, А.С. Хромов, В.А. Марьев // Дороги России XXI века. – 2004.
3. Веселов В.И. Переработка использованных шин. Международный опыт / В.И. Веселов, Ж.В. Перлина, В.А. Марьев, Ю.А. Шувалов // Твердые бытовые отходы. 2012. – №12. – С. Руденская И.М.. Органические вяжущие для дорожного строительства / И.М. Руденская, А.В. Руденский. – М.: «Инфра-М», 2010. – 258 с
4. Никонова О.Н. Резинобитумные вяжущие. Различные варианты технологии приготовления/ О.Н. Никонова, А.В. Руденский // Дороги и Мосты. -2008.
5. E. Bilgili, H. Arastoorpour, and B. Bernstein, Rubber Chem. Technol. 73, 340 (200).

Научный руководитель – Хафизова Э.Н., канд. техн. наук, доцент.

Разработка эффективного теплоизоляционного материала на основе сырьевых ресурсов тюменского региона

Ли Д. Л., Старцева Н.Н.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Суровые климатические условия на большей части территории Тюменской области, определяют высокие расходы тепловой энергии и ее неизбежные потери, программа стратегического развития предусматривает кардинальное решение вопроса по экономии топливно-энергетических ресурсов.

Разработано и апробировано практикой большое разнообразие конструктивных и других технических решений по улучшению теплотехнических параметров ограждающих конструкций зданий в основном за счет применения многослойных конструкций со слоем эффективного теплоизоляционного материала (ТИМ), применения бетонов низкой теплопроводности [1], высокопористых ячеистых бетонных материалов и изделий.

Введение жестких норм теплоизоляции зданий, возросшие требования к комфортности и соблюдению экологической безопасности жилья стимулирует появление новых технологий защиты здания за счет применения высокоэффективных и экологически безопасных ТИМ, так для повышения термического сопротивления конструкций может применяться метод нанесения эффективных теплоотражающих покрытий [2].

Наиболее востребованными в мировой практике эффективных ТИМ (до 85% общего объема производства) являются материалы и изделия на основе минеральных и стеклянных волокон, этому способствует наличие сырьевых ресурсов для их получения, отработанные технологии производства и обеспеченность современным оборудованием [3].

Целью работы являлась разработка эффективного теплоизоляционного материала на основе сырьевых ресурсов Тюменского региона. Для достижения поставленной цели были сформулированы и решены следующие задачи: выполнен анализ базы минерального сырья Тюменской области; проведено исследование минералогического, химического состава кислых вулканических пород приполярного Урала; на основе экспериментальных данных установлена пригодность вулканогенных пород для использования в качестве сырья в производстве минеральной ваты, разработана рецептура составов и определены технологические параметры процесса производства минеральных волокнистых материалов.

Среди природных сырьевых материалов Тюменской области выделены, в качестве основного сырьевого ресурса, залежи кислых вулканических пород приполярного Урала. Структура породы представлена кислым серитизированным эффузивом с трещинами, выполненными кальцитом и цеолитом с прожилками кварца, сульфидами. Минеральный состав породы представлен кварцем, полевыми шпатами, серицитом, хлоритами, карбонатами, цеолитами.

Химический состав пород имеет следующий элементарный состав (%): SiO_2 –55-65; Al_2O_3 –11.3-16; Fe_2O_3 –1.22-3.84; FeO –2.82-4.04; CaO –5.8-2.36; MgO –0.86-3.2; Na_2O –2.2-3.7; K_2O –0.4-1.4; SO_3 –0.44-0.1.

Технология минеральной ваты связана с образованием метастабильного стеклообразного состояния готового волокна, отличного от кристаллического и аморфного состояния. Метастабильное состояние связано с избыточной потенциальной энергией, скрытой в стекле как в переохлажденной жидкости, что при соответствующих условиях может привести к переходу из стекловидного состояния в кристаллическое, данный процесс сопровождается потерей прочности и эластичности, т. е. разрушения волокон. Причиной рекристаллизации является длительное воздействие повышенных температур, например, при изоляции минеральным волокном горячих поверхностей. Кристаллизационная способность минерального волокна [4,5] зависит от химического состава, с увеличением модуля кислотности усиливается.

На известных моделях взаимосвязи физико-реологических свойств расплавов с минеральным и химическим составом шихты [3], установлены граничные значения параметров, являющихся оптимальными для выработки минеральных волокон. Основными параметрами, являются поверхностное натяжение, кристаллизуемость, оказывающая влияние на температурный интервал выработки, вязкость и ее температурная зависимость, что проектируют (табл.1) на основе модульных характеристик кислотности (M_k) и вязкости (M_v).

Модуль кислотности породы достаточно высок 7.23, вулканическая порода по химическому составу относится к кислому сырью, обедненному щелочными элементами.

Таблица 1

Основные характеристики расплавов

Наименование породы	Модуль		Поверхностное натяжение σ , Н/м	Вязкость η , Па·с, при t, °С		$t_{впк}$, °С	$t_{лив}$, °С
	M_k	M_v		1400	1450		
Базальт	5,67	2,13	0,370	19,8	12,4	1300	1390...1440
Диабаз	4,88	1,99	0,380	9,6	7,4	1310	1420...1450
Диабаз	3,34	1,64	0,386	7,4	5,0	1300	1370...1395
Габбро	4,27	1,82	0,386	7,6	4,8	1310	1410...1450
Амфиболит	3,37	1,60	0,384	5,6	3,8	1330	отсутствует

Вязкость расплава породы, на основании используемых эмпирических зависимостей, рассчитана по уравнению

$$\lg \eta = 0.785M - 0.00356T + 5.11,$$

В температурном интервале 1350 - 1450°С вязкость расплава составит 3.1- 3.5 Па·с и отвечает истинно-жидкому состоянию, однако полученное волокно не отвечает целому ряду требований.

Анализ данных табл. 1 и результатов исследований позволил сделать ряд выводов, что кислые вулканические породы являются ценным сырьевым ресурсом и для приведения показателей качества к уровню современных стандартов необходимо применить как минимум два вида сырья. Для выбора корректирующей добавки выполнен анализ влияния отдельных оксидов, так установлено, что введение СаО обеспечит требуемые свойства расплава [6], но отмечена склонность волокон к слеживанию и отщеплению органического связующего от волокон, эффективным вариантом является введение в состав шихты магнезита, дозировка которого в пересчете на MgO 5-8%.

В последние годы существенно изменилась минерально-сырьевая база Урала, которая являлась основой его перерабатывающей промышленности, многие месторождения в хорошо освоенных районах в значительной степени истощены или отработаны полностью. В связи с этим возрастает значе-

ние полярно уральского региона как нового центра горнодобывающей промышленности [7], потенциал которого представлен крупными прогнозными ресурсами дефицитных руд в том числе сырьевыми ресурсами для производства минераловатных теплоизоляционных материалов и изделий.

Библиографический список

1. Ю.М. Баженов, Е.А. Король, В.Т. Ерофеев, Е. А. Митина Ограждающие конструкции с использованием бетонов низкой теплопроводности (основы теории, методики расчета и технологическое проектирование): Научное знание.- М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008.-320 с
2. Панченко Ю.Ф., Зимакова Г.А., Степанов О.А. Теплоизолирующее покрытие на основе жидкой фольги и полых микросфер // Журнал «Строительные материалы» №8.2012, 83-85 с
3. Земцов А.Н., Гаврилов-Кремичев Н.Л., Николаева И.Л. Минеральная вата на основе горных пород: перспективы развития производства и применения // Проектирование и строительство в Сибири. 2002. -№ 1 (7). - С. 27-28
4. Татаринова О.С. Физико-химические и технологические основы переработки минерального сырья в базальтоволокнистые материалы различного назначения дисс. док. тех. наук / Барнаул.: АлтГТУ. 2005- с 245
5. Махова М.Ф., Сергеев В.П., Зайдлин Е.Б., Хан Б.Х. Взаимосвязь вязкости расплавов и состава горных пород при получении стеклянных волокон // Стекло и керамика.- 1990.-№ 10.-С. 19-21.
6. Горлов Ю. П. и др. Технология теплоизоляционных материалов: Учебник для вузов / Ю. П. Горлов, А. П. Меркин, А. А. Устенко. — М.: Стройиздат, 1980. — 399 с, ил.
7. Стратегия социально-экономического развития Ямало-Ненецкого автономного округа до 2020 года.

Ремонт и восстановление железобетонных конструкций

Лотов А.А., Сохоян М.О.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Ремонт – это строительно-монтажные работы, обеспечивающие восстановление эксплуатационных свойств изношенных конструкций [1].

Начиная с конца девятнадцатого века, железобетон стал популярным строительным материалом (чаще стали его применять), он внес огромный вклад в глобальное экономическое развитие. Технологии нашего времени позволяют инженерам проектировать конструкции с большими функциональными возможностями, эстетической привлекательностью и долговечностью, благодаря добавкам к бетону. Но даже бетон наивысшего качества подвергается широкому спектру воздействий окружающей среды и атмо-

сферных воздействий, и также требует периодической защиты и ремонта с целью гарантии проектного срока службы конструкции [2].

Причины и природа дефектов, а также сочетания причин, должны идентифицироваться и регистрироваться. Многие дефекты происходят из-за неадекватности проекта, исполнения и материалов, а также спецификации. Общие причины дефектов представлены на рисунке 1 и рисунке 2 [3].

Повреждение бетона		
Механическое	Химическое	Физическое
Удар, перегрузка, перемещение (осадка), взрыв, вибрация.	Реакция щёлочь-заполнитель, агрессивные реагенты (сульфаты, соли, мягкая вода), биологическая активность.	Замораживание / оттаивание, термические воздействия, кристаллизация соли, усадка, эрозия, износ

Рисунок 1. Причины повреждения бетона

Повреждения из-за коррозии арматуры		
Карбонизация	Воздействие хлоридов	Блуждающие токи
	Подмешанные хлориды; соли, предотвращающие обледенение, другие загрязняющие примеси	

Рисунок 2. Причины повреждения арматуры из-за коррозии

I группа	II группа	III группа
повреждения, которые практически не снижают прочность и долговечность конструкции (пустоты, поверхностные раковины; трещины, в том числе учтенные расчетом и усадочные, шириной раскрытия не более 0,2 мм, а также те, у которых под воздействием температуры и временной нагрузки раскрытие увеличивается не более чем на 0,1 мм; сколы бетона без оголения арматуры и т.п.)	повреждения, которые снижают долговечность конструкций (коррозионно-опасные трещины шириной раскрытия более 0,2 мм и трещины шириной раскрытия более 0,1 мм, в зоне рабочей арматуры предварительно напряженных пролетных строений, в том числе и вдоль пучков под постоянной нагрузкой; трещины шириной раскрытия более 0,3 мм под временной нагрузкой; раковины, пустоты и сколы с оголением арматуры; глубинная и поверхностная коррозия бетона и т.п.)	повреждения, которые снижают несущую способность конструкций (трещины, которые не предусмотрены расчетом ни по выносливости, ни по прочности; наклонные трещины в стенках балок; горизонтальные трещины в сопряжениях плиты и пролетных строений; большие раковины и пустоты в бетоне сжатой зоны и т.п.)

Рисунок 3

Для того, чтобы обеспечить эффективность ремонта железобетонных и эксплуатируемых бетонных конструкций следует иметь определенную концепцию, такую, которая четко устанавливает последовательность выполнения различных работ. Работу рекомендуется выполнять поэтапно [2].

- оценка состояний сооружения;
- идентификация причин повреждения;
- определение целей защиты и ремонта совместно с владельцами сооружения;
- выбор соответствующего правила(ил) защиты и ремонта;
- выбор методов;
- определение свойств материалов и систем;
- определение требований к техническому обслуживанию после защиты и ремонта.

По характеру влияния на несущую способность в эксплуатируемых конструкциях сооружений повреждения разделяют на три группы, которые представлены на рисунке 3 и рисунке 4 [2].

Требования к ремонту		
не требуют принятия срочных мер, их можно устранить нанесением покрытий при текущем содержании в профилактических целях. Ключевое назначение покрытий при повреждениях I группы – это предотвратить образование новых трещин, остановить развитие имеющихся мелких трещин, а также улучшить защитные свойства бетона и предохранить конструкции от атмосферной и химической коррозии.	ремонт обеспечивает повышение долговечности сооружения. Поэтому и применяемые материалы должны иметь достаточную долговечность. Обязательной заделке подлежат трещины в зоне расположения пучков преднапряженной арматуры, трещины вдоль арматуры.	следует восстанавливать несущую способность конструкций по конкретному признаку. Применяемые технологии и материалы должны обеспечивать прочностные характеристики и долговечность конструкции. Ремонтировать конструкции следует с использованием материалов, подобных материалу ремонтируемой конструкции. При выборе материала необходимо не просто соблюдать это правило, но и обеспечивать четко требования по совместимости материалов, так как одинаковые материалы по ряду признаков могут быть несовместимыми.

Рисунок 4

Совместимость – это соотношение между физическими, химическими и электрохимическими характеристиками и размерами составляющих ремонтной и существующей систем. Это соотношение является обязатель-

ным, если ремонтная система должна выдерживать все усилия и напряжения, вызываемые эксплуатационными нагрузками и при этом не терять своих свойств и не разрушаться в конкретных условиях окружающей среды и в течение заданного временного промежутка. Именно несовместимость материалов является главной причиной плохого ремонта [1].

Особенно широкое распространение получили ремонтные составы на основе цемента [2]:

- тяжелый бетон по ГОСТ 26633-91 или раствор по ГОСТ 4233-86 и 28013-89 (в случае замены массива конструкции или ее части);
- бетоны на основе цемента, приготовленные из сухих смесей;
- бетон и раствор на основе напрягающих цементов по ТУ 21-26-13-90;
- замоноличивающий пластичный бетон или раствор на основе цемента для работы в стесненных условиях;
- тиксотропный бетон или раствор на основе цемента для работы на потолочных и вертикальных поверхностях;
- фибробетоны, приготовленные из сухих смесей.

Выбор материалов для ремонта следует осуществлять, основываясь на правилах и методах, приведенных в *EN 1504 «Products and system for the protection and repair of concrete structures»*.

Библиографический список

1. Руководство по ремонту бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений с учетом обеспечения совместимости материалов (Второе издание, переработанное и дополненное) – М., ЦНИИС, 2010, с. 182.

2. СТО 77921756-001-2011 Ремонт монолитных и сборных бетонных и железобетонных конструкций. М.: ЗАО «Группа компаний «Пенетрон-Россия»», 2011, с. 39.

3. *EN 1504 «Products and system for the protection and repair of concrete structures»*.

Научный руководитель: Зелиг М.П., старший преподаватель.

Прогнозирование просадок одиночных вдавливаемых свай с учетом их совместной работы

ЛюшакOVA O.B.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Эксперименты показали, что расчет основных просадок одиночных вдавленных свай без расширения, прорезающих слой грунта с модулем сдвига G_1 коэффициентом Пуассона ν_1 и опирающихся на грунт, рассмат-

риваемый как линейно-деформированное полупространство, характеризуемое модулем сдвига G_2 и коэффициентом Пуассона ν_2 , целесообразно выполнять в соответствии с рекомендациями приложения 4 [1] к ранее действующему при $N < F_d/\gamma_k$ и при условии $L/d > 5$, $G_1 \cdot L/G_2 \cdot d > 1$ (где L - длина свай, м; d - диаметр или размер боковой поверхности свай, м) по формуле:

$$S = \beta \cdot N \cdot \gamma_{cs} / G_1 \cdot L \cdot K_s, \quad (1)$$

где N - вертикальная нагрузка, передаваемая на сваю;

β - коэффициент, который определяется по формуле указанного приложения к [1].

Формула (1) отличается от формулы (1) приложения 4 [1] наличием коэффициентов K_s и γ_{cs} .

Коэффициент K_s , который учитывает влияние способа погружения свай, то есть отношение просадок забивных к просадкам вдавленных свай, принимается равным 1 для забивных свай, а для вдавленных его предложено определять по эмпирической зависимости (2), полученной из соответствующей математической модели путем замены закодированных переменных на натуральные значения факторов [2]:

$$K_s = 18,65 - 9,20 \cdot D \cdot (1 - 0,60 \cdot p_d - 0,14 \cdot D) - 21,08 - p_d \cdot (1 - 0,30 \cdot p_d) - 10,57 \cdot W \cdot (1 - 10,04 \cdot W), \quad (2)$$

где D - средняя крупность песчинок в почве изменяется в пределах $D=0,1...0,9$ мм (от пылеватых до крупных);

p_d - плотность грунта в сухом состоянии со значениями $p_d=1,23...1,68$ т/м³ (от рыхлых до плотных);

W - влажность почвы, которая изменяется в пределах $W=0...0,11$ (от сухого до такого, что содержит в себе такое количество воды, которая способна удержаться на поверхности песка).

В зависимости от соотношения исследуемых факторов коэффициент K_s изменяется в пределах 0,85...1,61.

γ_{cs} - коэффициент условий работы только что вдавленной свай в грунте при наличии рядом расположенной и нагруженной ($\gamma_k = 1,2$) вертикальной статической вдавливающей нагрузкой «существующей» висячей свай. Он принимается равным $\gamma_{cs} = 1$ при расстоянии между этими сваями $L \geq 8,5 \cdot d$. А при $L < 8,5 \cdot d$ коэффициент γ_{cs} предложено определять по зависимости:

$$\gamma_{cs} = 2,02 - 0,12 \cdot L, \quad (3)$$

полученной также из соответствующей математической модели [2] путем замены кодированной переменной (x_l) на натуральное выражение этого фактора. Из этой зависимости видно (Рисунок 1), что при увеличе-

нии L от 3,75 до 8,25 d (с учетом допустимой экстраполяции) коэффициент γ_{cs} уменьшается с 1,57 до 1,03.

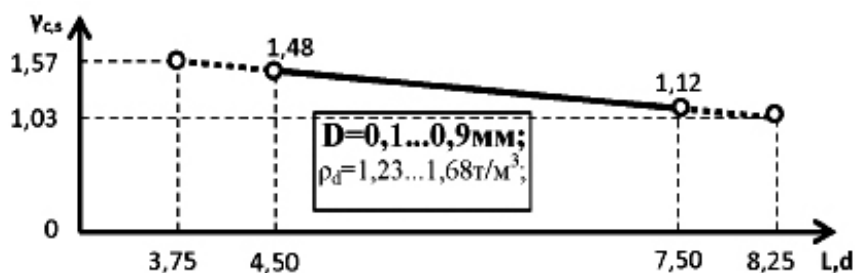


Рисунок 1. Зависимость коэффициента γ_{cs} от расстояния между двумя соседними сваями

Действующие нормы, начиная с нормативного документа [3] рекомендуют определять осадку свайного фундамента как заглубленного условного фундамента на природной основе. Очевидно, что при проектировании фундамента из вдавленных свай при расчете целесообразно использовать более двух характеристических (нормативных) значений просадок. Тогда формула (1) преобразуется в выражение

$$S = \max \cdot S \cdot \gamma_{cs} / K_s \quad (4)$$

С увеличением количества свай при любых расстояниях между ними оседания увеличиваются прямо пропорционально их количеству. Но с увеличением расстояния между ними интенсивность нарастания оседаний уменьшается. Исследование работы одиночных коротких висячих свай и группы при их количестве, которое не превышает 16 шт., показали, что осадка одиночной сваи при одинаковых удельных нагрузках, как правило, в 4 – 9 раз меньше осадок группы свай. При одинаковых просадках (~5мм) сопротивление одиночной сваи в 1,5 – 3,0 раза больше, чем сопротивление сваи в свайном фундаменте. Дополнительное оседание «существующего» нагруженного фундамента в виде одиночной короткой висячей призматической сваи, обусловленное вдавливанием и нагрузкой соседней такой же сваи, можно определить с помощью следующей зависимости:

$$S_{12} = S \cdot K_{S,12} \cdot K_{\gamma k} \quad (5)$$

где S - осадка фундамента, которая рассматривается, под действием расчетной нагрузки, измеренное или определенное по формуле (4);

K_{S12} - коэффициент, характеризующий отношение дополнительных просадок «существующей» сваи S_{12} к основным просадкам S , обусловленных действием расчетной нагрузки N , в различных грунтовых условиях, который определяется по зависимости (5), полученной путем преобразования соответствующей математической модели.

K - коэффициент, который учитывает уровень нагрузки на «существующую» сваю, в виде коэффициента надежности по нагрузке γ_k , предложено определять по формуле (7).

$$K_{s,12} = 26,43 \cdot p_d \cdot (1 - 0,32 \cdot D - 0,26 \cdot p_d) + 9,07 \cdot (1 + 0,18 \cdot D) - 0,58 \cdot L - 16,93, \quad (6)$$

$$K_{\gamma} = 12,64 - 15,34/K_{\gamma k} + 4,70 \cdot \gamma_k \quad (7)$$

В зависимости от соотношения исследовательских факторов коэффициенты K_{s12} и $K_{\gamma k}$ изменяются соответственно в пределах 0,93...4,26 и 0,15...1,00 (Рисунок 2).

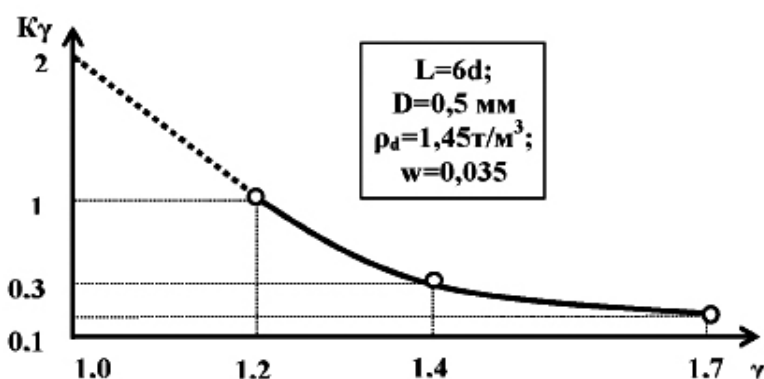


Рисунок 2. Зависимость коэффициента K_{γ} от уровня нагрузки на «существующую» сваю

Сравнение опытных и расчетных значений оседаний двух поочередно вдавленных свай, определенных по рекомендациям действующих отечественных норм проектирования, показал в целом удовлетворительную их качественную сходимость с коэффициентом вариации $v \leq 40\%$.

Выводы из данного исследования и перспективы дальнейших изысканий в этом направлении:

1. Характерной особенностью уточненной авторами методики определения основных просадок коротких висячих призматических свай в песчаных или близких к ним почвах по формулам (1), (4) является учет влияния способа их заглубления вдавливанием с помощью коэффициента K_S , который изменяется в пределах 0,9...1,6, а также условий работы заново вдавленной сваи в грунте при наличии рядом расположенной и нагруженной вертикальной статической вдавливаемой нагрузкой ранее заглубленной такой же сваи путем использования коэффициента $\gamma_{cs}=1,0...1,6$ в зависимости от расстояния между ними.

2. Дополнительные осадки существующей короткой висячей призматической сваи, которые не достаточно учитываются действующими нормативными документами, при вдавливании и нагрузке соседней такой же сваи можно вычислить по известным измеренным или определенным расчетам основных осадок существующей сваи с учетом расстояния между ними, характеристик песчаного грунта ($K_{s12}=0,93...4,3$) и уровня нагрузки на существующую сваю (коэффициент $K_{\gamma k}=0,15...1,00$ и более).

Библиографический список

1. Свайные фундаменты / Госстрой СССР // ЦИТП Госстроя СССР. – 1986. – 36 с.
2. Карпюк И.А. Особенности взаимодействия свай, погруженных вдавливанием / И.А. Карпюк // Диссертация – 2003. – С 227.
3. Основания зданий и сооружений / Госстрой СССР // Стройиздат, 1985. – С 40.

Научный руководитель: Краев А.Н., к.т.н., доцент.

Создание критериев эффективности внедрения техногенного и некондиционного сырья в качестве дополнительного источника сырьевой базы для производства строительных материалов в условиях Западной Сибири и Дальнего Востока

Максимов Л.И., Пожидаев Д.А., Слобожанина М.И., Иозефатова А.И.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток

Строительная отрасль Российской Федерации, как и любая другая ресурсоёмкая промышленность, имеет значительные объёмы получаемого вторичного, некондиционного сырья и брака при производстве. Помимо этого, существует проблема недостаточного уровня использования вторичного, некондиционного и альтернативного сырья в данной отрасли ввиду значимо меньшей наукоёмкости производственных процессов по сравнению со странами, лидирующими в этом секторе экономики по качеству продукции. С учётом общемировой ориентированности на следование концепции Устойчивого развития ООН до 2030 года, НТИ в РФ и целесобразности экономии невозобновляемых ресурсов, актуальной задачей является не столько точечная и выборочная оптимизация производственных процессов, сколько создание обобщённого набора критериев, позволяющих оценить уровень эффективности внедрения тех или иных технологических решений, направленных на ресурсосбережение, на каждом этапе развития научно-технического прогресса (далее – НТП).

Основываясь на собственном опыте [1, 2, 3, 4, 5, 6] и опыте коллег из России и СНГ [7], можно выявить определённую закономерность между показателями, которые чаще всего подвергаются оптимизации.

Результаты, которые будут получены по завершению 1-го этапа планируемого исследования призваны сформировать критерии эффективности использования вторичного, некондиционного и альтернативного сырья источника сырьевой базы для таких сегментов строительной отрасли как производство керамических (керамический кирпич, керам-

зитовой гравий, керамдор), древесных (ЦСП, ЦВП, арболит) строительных материалов и материалов, основой которых выступают различного рода вяжущие.

Основными критериями, выбранными нами с учётом концепции Устойчивого развития и которыми стоит оперировать в процессе оценки, являются:

- Возобновляемость источника сырьевой базы;
- Уровень негативного влияния на биосферу;
- Логистические затраты на доставку исходного материала;
- Человеко-часы (высвобожденные за счёт оптимизации производственных процессов).

На примере керамических строительных материалов, производимых на территории Западной Сибири и Дальнего Востока с применением цеолитов, нами была выявлена прямая закономерность и рациональность внедрения местных сырьевых компонентов даже при необходимости модернизации производственных процессов [8, 9]. Данный факт обусловлен, в первую очередь, рациональностью бережного использования невозобновляемых ресурсов. Данный подход широко представлен в концепции Lean-производства или по-другому «бережливого производства».

Успешность внедрения подобных технологий в реальную практику напрямую зависит от химического и физико-химического составов рассматриваемого альтернативного сырья, которое может значительно различаться от региона к региону, что требует создания системы оценки, базирующейся на разрабатываемых критериях, по их применению в каждом отдельном случае. Конечные результаты данного исследования могут быть применены для решения аналогичных проблем во всех регионах РФ, а также за её пределами.

В качестве вывода стоит ещё раз подчеркнуть необходимость дальнейшего продолжения данного исследования ввиду его постоянно возрастающей актуальности и значимости.

Библиографический список

1. Максимов, Л.И. Использование осадков станций обезжелезивания при производстве строительных керамических изделий / Максимов Л.И., Максимова С.В., Кутрунова З.С. // Строительный вестник № 2. – 2014. – С. 57-59.

2. Максимов, Л.И. Исследование прочностных свойств строительных керамических материалов, полученных с применением осадков станций обезжелезивания / Максимов Л.И., Максимова С.В., Кутрунова З.С. // В сб. докладов международной научно-практ. конф. «Земля, вода, климат Сибири и Арктики в XXI веке: проблемы и решения». – Тюмень, 2014. – С.143 – 146.

3. Максимов, Л.И. Использование осадков водопроводных и канализационных очистных сооружений в зеленом строительстве / Макси-

мов Л.И., Косаурова Д.В., Коева А.Ю. // В сб. докладов международной научно-практ. конф. «Земля, вода, климат Сибири и Арктики в XXI веке: проблемы и решения». – Тюмень, 2014. – С.123 – 126.

4. Максимов, Л.И. Использование шламов станций обезжелезивания в качестве альтернативного источника ресурсно-сырьевой базы для производства строительных керамических изделий / Максимов Л.И., Пешева А.В., Максимова С.В., Иозефатова А.И. // В сб. докладов XV международной научно-практ. конф. Молодых учёных, аспирантов, соискателей и магистрантов ТюмГАСУ. – Тюмень, 2015. – С.64 – 69.

5. Максимов, Л.И. Применение донных отложений в городском хозяйстве / Максимов Л.И., Пешева А.В., Максимова С.В., Скаржинец С.Н., Лебедева В.В. // В сб. докладов XV международной научно-практ. конф. Молодых учёных, аспирантов, соискателей и магистрантов ТюмГАСУ. – Тюмень, 2015. – С.100 – 104.

6. Максимов, Л.И. Исследование свойств строительных керамических материалов, полученных с применением осадков станций водоподготовки / Л.И. Максимов, А.В. Пешева, Г.А. Горгодзе, А.Е. Дубровских// Сб. материалов XIII конф. молодых ученых, аспирантов и соискателей ТюмГАСУ. – РИО ФГБОУ ВПО «ТюмГАСУ», 2013. – С.153-155.

7. Баринаова, Л.С. Критерии оценки эффективности применения строительных материалов / Баринаова, Л.С. // Строительные материалы. 2005. № 6. С. 1 – 11

8. Dmitry Pozhidaev Obtaining the Zeolite Glaze on Ceramic Products / Dmitry Pozhidaev, Vladimir Gulyaev, Lev Maksimov // International Journal of Applied Engineering Research (IJAER) Volume 11, Number 20 (2016) pp. 10252-10256.

9. Пожидаев Д.А. Исследование влияния добавок на свойства цеолита при обжиге / Пожидаев Д.А., Гуляев В.Т., Максимов Л.И. // Интернет-журнал «Науковедение» Том 8, №6 (2016).

Научный руководитель: Радаев С.С., канд. техн. наук, доцент.

Анализ схем каркасного строительства многоэтажных зданий

Матвеева М.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Возведение многоэтажных зданий является неотъемлемой частью городской индустрии. При этом важную роль играет жесткость всей конструкции. Благодаря этому свойству они удерживаются в равновесии даже в сильные ветра. Примером прочности таких сооружений могут служить высотные здания в Японии. Даже при сильных землетрясениях они оста-

ются почти без повреждений. Этот результат достигается за счет применения особых строительных технологий. В том числе – использования каркасов при строительстве.

Применение каркаса дает возможность значительно уменьшить вес всего здания с сохранением высокой прочности и жесткости. При высокой точности сборки повышается качество и долговечность всего сооружения. Преимуществом такого метода строительства является возможность принятия различных объемно-планировочных решений внутреннего пространства здания, что позволяет эффективно и экономично использовать материалы.[1]

Ниже рассмотрена сравнительная характеристика трех наиболее популярных схем каркасного строительства.

На рисунке 1 представлена система «КУБ-2,5» (Каркас унифицированный безригельный).

Расход железобетона - $0,179 \text{ м}^3/\text{м}^2$.

Технология возведения несущего каркаса:

1. Колонны устанавливаются в фундаменты стаканного типа, заливаются мелкозернистым бетоном;
2. Плита-перекрытие устанавливается в специальные стойки;
3. Закладные детали крепятся сваркой, швы бетонируются;
4. Укладываются арматурные стержни при стыковке плит, швы замоноличиваются без установления специальной опалубки.

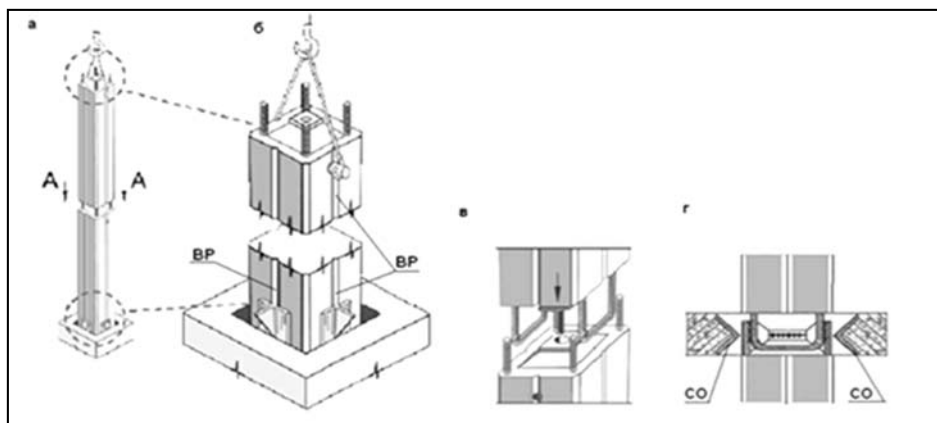


Рисунок 1. Колонны и стыки колонн

Верхняя колонна имеет в нижнем торце стержень, который входит в патрубок верхнего торца нижней колонны. Колонны вставляются друг в друга. Между колоннами устанавливаются диафрагмы жесткости.

Преимущества:

- Свобода планировочных решений;
- Пониженный показатель расхода бетона, и, как следствие, снижение стоимости строительства на 5-7%;

- Монтаж несущего каркаса круглогодично и с высокой скоростью;
- Строительство зданий любой этажности.

Недостатки:

Так как происходит выход перекрытия на фасад здания, то увеличивается толщина стены из-за мостика холода.

На рисунке 2 представлена схема технологии «Сарэт» (Сборно-монолитная).

Расход железобетона - 0,185 м³/м².

Технология возведения несущего каркаса:

1. Устанавливают секционные колонны: нижние, средние, верхние. Секции колонн стыкуются между собой специальным разъемом «штепсельного типа» без применения сварки;

2. Устанавливают ригели ригелей: сопряжение с колонной без применения сварочных работ. В месте соединения отсутствует бетон, что позволяет в процессе сборки каркаса пропускать арматуру сквозь колонну по выступающим хомутам ригеля;

3. Монтаж предварительно-напряженных плит перекрытий;

4. Возведение перегородок.

Преимущества:

- Высокая скорость возведения зданий;
- Отсутствие сварочных работ на строительной площадке;
- Применение облегченных материалов для стен;
- Возможность создавать любую высоту потолка;
- Прочные монолитные узлы каркаса.

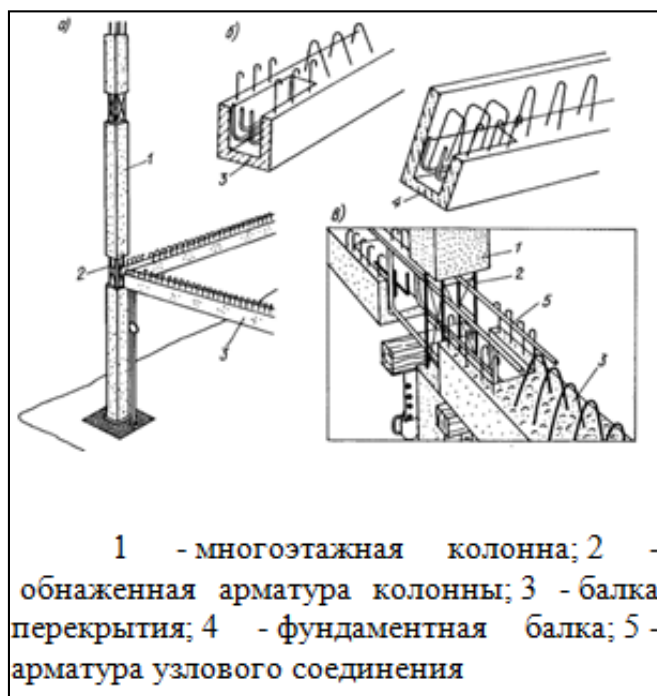


Рисунок 2. Колонны и стыки колонн

Недостатки:

Использование дополнительной арматуры в верхней части ригеля в процессе строительства.[2] Так как ригель выступает в нижней части потолка здания, необходимо возводить перегородки в этом месте, что сужает возможности архитекторов.

На рисунке 3 - третий метод возведения каркаса «Серии 1.020- 1/87».

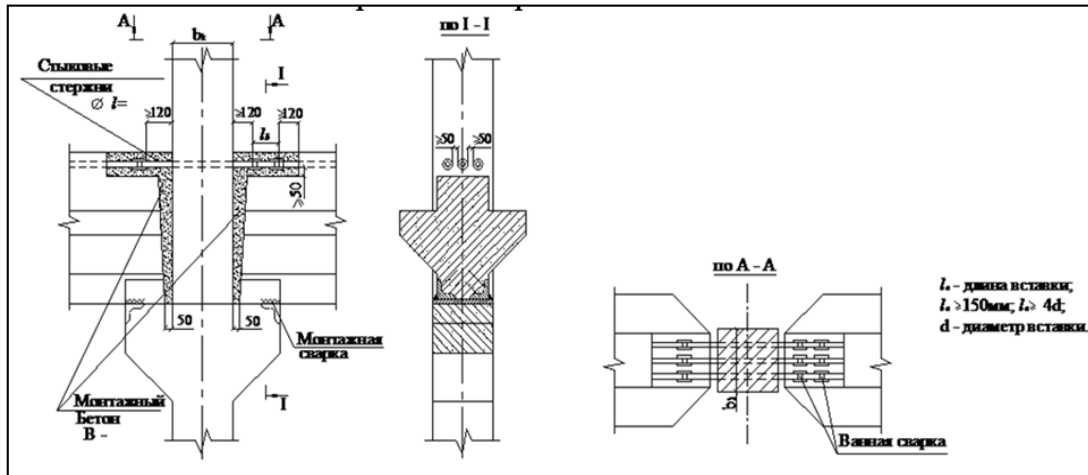


Рисунок 3. Стык колонна-плита

Расход железобетона - $0,280 \text{ м}^3/\text{м}^2$.

Технология возведения несущего каркаса:

1. Устанавливают колонны в стаканы фундаментов;
2. На верхние торцы колонн надевают капители;
3. На края капителей с четырех сторон укладывают перпендикулярные одна к другой плиты-балки;
4. Монтируют средние квадратные плиты, которые опираются на боковые стороны плит-балок и прочно скрепляются с ними в углах посредством сварки стальных закладных деталей или выпусков арматуры.

Преимущества:

- Монтаж без использования опорных стоек позволяет ускорить процесс возведения здания;
- Отсутствие монолитного бетона снижает трудоемкость.
- Типовая схема и серийное изготовление упрощает и проектирование, и производство.

Недостатки:

Большой вес конструкции. Консоль в помещении.

Таким образом, каждый метод имеет свои преимущества и недостатки. Наименьший расход бетона у системы «КУБ-2,5», а, следовательно, и стоимость строительства. Однако нельзя при выборе способа возведения основываться только на экономичность проекта, необходимо более детально изучить различные аспекты и условия строительства.

Библиографический список

1. Теличенко В.И. Технология возведения зданий и сооружений. Издание второе, переработанное и дополненное / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лapidус. – Москва: «Высшая школа» 2004, - С. 164-167
2. Торкатюк, В. И. Строительство многоэтажных каркасных зданий: производственно-практическое издание / В. И. Торкатюк, С. Н. Соколовский, Л. Н. Покрасенко. - М. : Стройиздат, 1989. - 368 с.

Научный руководитель: Солонина В.А. к.т.н., доцент

Исследование влияния добавки серы на свойства битума и асфальтобетона

Мухаметова Л.С., Юмина В.А., Ястремский Д.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Основная причина разрушения асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог – низкая долговечность, обусловленная рядом причин, к числу которых можно отнести недостаточную деформативность и теплоустойчивость битумного вяжущего, интенсивное старение битума в тонких пленках в процессе эксплуатации и др. Часть этих недостатков можно устранить путем модификации битумных вяжущих. Одним из актуальных направлений модифицирования органических вяжущих является введение серы в состав битума [1,2].

Целью данного исследования являлось исследование свойств битума, модифицированного добавкой технической серы, и оценка механических свойств асфальтобетона, изготовленного с применением модифицированного вяжущего.

Исследовали вязкий нефтяной битум марки БНД 90/130. Добавку серы вводили в нагретый битум в количестве 10,20 и 30% от массы битума. Для полученных модифицированных битумов определяли вязкость, температуру размягчения и растяжимость. Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1

Свойства битума, модифицированного серой

№ п/п	Содержание серы, %	Вязкость при 25 °С, усл.град.	Температура размягчения, °С	Растяжимость, см
1	-	98	45,1	94
2	10	112	44,2	100
3	20	119	44,0	104
4	30	128	43,8	118

Как видно из приведенных данных, с увеличением содержания серы в битуме вязкость его уменьшается, температура размягчения снижается, растяжимость увеличивается. Вероятно, это объясняется тем, что сера, пластифицирует битум, одновременно встраивается в его структуру, формирует в нем пространственную решетку.

Для оценки влияния сернобитумного вяжущего на свойства асфальтобетона были приготовлены асфальтобетонные смеси типа А I марки на модифицированном битуме.

Из полученных смесей изготавливали образцы для определения физико-механических свойств асфальтобетона. Были определены средняя плотность, водонасыщение, прочность при сжатии, водостойкость. Результаты испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2

Свойства асфальтобетона на сернобитумном вяжущем

№ состава	Содержание серы, %	Средняя плотность, г/см ³	Водонасыщение, %	Прочность при сжатии при 20 °С, МПа	Прочность при сжатии при 50 °С, МПа	Водостойкость
1	-	2,41	2,2	3,1	1,3	0,92
2	10	2,40	2,5	3,4	1,5	0,91
3	20	2,42	2,8	3,8	1,6	0,90
4	30	2,41	2,6	4,1	1,7	0,94

Результаты испытаний показали, что при увеличении содержания серы в составе асфальтобетона водонасыщение его увеличивается, прочностные характеристики и водостойкость повышаются.

На данном этапе исследований можно сделать следующие выводы: сера оказывает пластифицирующий и структурирующий эффект на битум и асфальтобетон; оптимальной дозировкой можно принять содержание серы 30% от массы битума. Именно для этого состава характерны максимальные значения физико-механических характеристик асфальтобетона в исследуемом диапазоне содержания серного модификатора. Для более полного изучения влияния серы на свойства битума и асфальтобетона исследования необходимо продолжить с увеличенным и промежуточным содержанием битума и оценкой свойств асфальтобетона при отрицательных температурах. Кроме того представляет практический интерес изучение свойств асфальтобетона, приготовленного на чистой сере.

Библиографический список

1. В.А. Гладких Технико-экономическая эффективность применения сероасфальтобетонов / В.А. Гладких, Е.В. Королев // Вестник МГСУ. 2013, №4. – С.76-83.

2. Алехина М.Н. Сероасфальтобетонные смеси / М.Н. Алехина, Ю.Э. Васильев, Н.В. Мотин, И.Ю. Сарычев // Строительные материалы. 2011. № 10.- С. 12—13.

Научный руководитель – Абайдуллина Т.Н., к.т.н.

Многоярусная система песчаных подушек с замкнутым армированием в качестве фундаментов для малоэтажных зданий

Лузин А.Ю.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Строительство малоэтажных индивидуальных жилых домов достигает до 40% в городах и 100% в сельской местности. Стоимость обычных железобетонных фундаментов в таких зданиях может составлять 15-25% стоимости всего строительства.

Как известно, в обычных плоских фундаментах вертикальные нормальные напряжения в грунте концентрируются непосредственно под подошвой, и особенно по краям фундамента. Горизонтальные нормальные, а также касательные напряжения распространяются в стороны от углов фундамента и рассеиваются на расстоянии половины ширины фундамента. Отсюда следует, что если в пределах области ожидаемых значительных уплотнений и сдвигов заменить слабый грунт на прочный и малосжимаемый, то деформации основания существенно уменьшатся. Такое конструктивное мероприятие носит название грунтовой подушки из малодеформированного грунта.

Более эффективным способом увеличения прочностных и деформационных свойств слабых грунтов является применение армированного грунта, который представляет собой комбинацию грунта и армирующих элементов. В грунте, как известно, возникает поле исключительно сжимающих напряжений, при этом частицы грунта смещаются вниз и в стороны. При устройстве упрочняющих элементов по направлению смещения частиц (зоны деформаций растяжения) упрочняющие элементы будут воспринимать растягивающие усилия, при условии, что между грунтом и арматурой существует сцепление. Таким образом происходит стеснение поперечных деформаций, и, следовательно, увеличение несущей способности слабого грунта.

При размещении арматуры по направлению в пределах сектора растягивающих деформаций (зона в грунте, при размещении в которую армирующего элемента, в нем возникают растягивающие усилия) происходит

переориентация поля деформаций, что приводит к улучшению свойств жесткости и несущей способности. Джоунс в своей работе [1] показывает для направления главных деформаций растяжения идеальное распределение армирования, при этом под фундаментом арматура располагается горизонтально, а вне подошвы резко изменяет направление на вертикальное (рис.1). Объяснить такое расположение арматуры можно тем, что при нагрузке на фундамент частицы грунта под самой подошвой стремятся вниз и в стороны от центра, а за пределами этого сектора частицы грунта при дальнейшем увеличении нагрузки меняют свою траекторию и возникает так называемый выпор грунта.

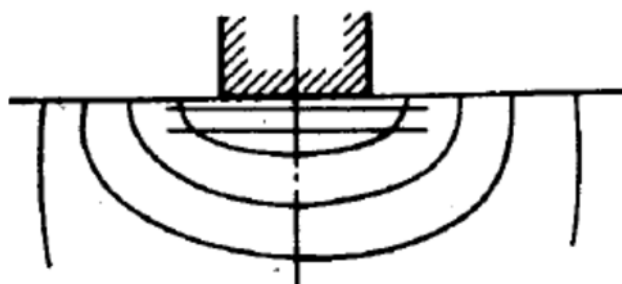


Рисунок 1. Идеальная схема армирования по Джоунсу

Минусом такого расположения арматуры является возможность выдавливания грунта между рядами арматуры, исключить данный эффект возможно применяя замкнутый контур армирования.

Пример замкнутого армирования предлагает в своей работе Краев Ан.Н [2]. Песчаная подушка в данном случае армируется по контуру замкнуто, при этом контур получается криволинейным (рис.2).

Внедрение армирующего элемента по контуру песчаной подушки стесняет её поперечные деформации и, соответственно деформации сжатия песчаного грунта, что уменьшает осадку фундамента. Контурное армирование песчаной подушки позволяет увеличить нагрузку на фундамент, при которой происходит «раздавливание» подушки.

При устройстве такой подушки подошва опирания представляет собой кривую поверхность. В своей работе автор доказывает экспериментально, что криволинейное очертание опорной подошвы песчаной подушки обеспечивает более равномерное распределение напряжений в основании, что приводит к исключению или уменьшению пластических зон подстилающего основания, поэтому криволинейная опорная поверхность песчаной подушки позволила увеличить диапазон линейной работы основания, за счёт включения в работу грунта, расположенного по всей криволинейной поверхности (рис.4).

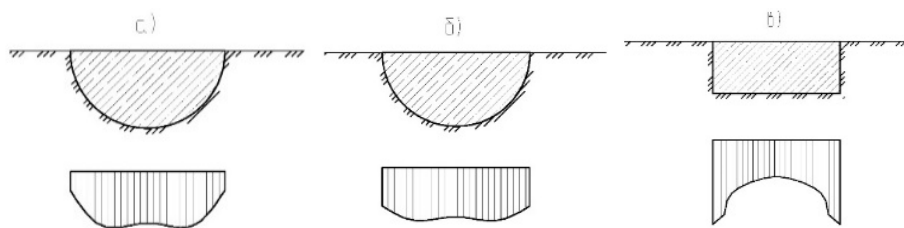


Рисунок 2. Эпюры напряжений под подошвой фундаментов:

- а) радиальные нормальные напряжения под криволинейным фундаментом по Краеву;
- б) вертикальные нормальные напряжения под криволинейным фундаментом по Краеву.
- в) вертикальные нормальные напряжения под плоским жестким фундаментом

Исходя из всех вышеприведенных предпосылок для устройства фундаментов зданий и сооружений в слабых грунтах, предлагается применять многоярусную систему криволинейных песчаных подушек с замкнутым армированием (рис.3), которая сочетает в себе следующие достоинства:

- криволинейная подошва опирания на слабый грунт обеспечивает наиболее равномерно распределение контактных напряжений и, следовательно, увеличивает линейную работу слабого основания, что увеличивает несущую способность за счет включения в работу грунта, расположенного по всей криволинейной поверхности;

- замкнутое армирование обеспечивает ограничение деформаций грунта, что соответственно увеличивает несущую способность песчаной подушки и уменьшает деформативность. Также замкнутое армирование уменьшает развитие областей предельного состояния в зонах сдвига, в связи с чем увеличивается линейная работа грунта;

- глубина заложения обеспечивается набором по высоте криволинейных песчаных подушек с замкнутым армированием, что позволяет экономить на материалах, таких как железобетон, а также получить строительный процесс устройства фундамента без «мокрых» процессов;

- замена слабого грунта более прочным песчаным грунтом, который к тому же является непучинистым материалом;

Количество ярусов подушки зависит от глубины промерзания грунта и может варьироваться.

Очень часто возникают ситуации, когда под фундаментами здания в разных осях залегают грунты с различными деформационными характеристиками, следовательно, возникает вероятность неравномерных осадок здания в целом. Согласно результатам исследований многих авторов, осадки и особенно их неравномерность зависят от характера распределения давлений на грунтовое основание. Таким образом для выравнивания осадок по осям здания эффективным является применение фундаментов с регулированием характера распределения контактных давлений для получения требуемого напряженно-деформированного состояния грунтового ос-

нования и обеспечения нормируемых параметров. В нашем случае предлагается применять песчаные подушки с разной кривизной подошвы опирания и таким образом регулировать неравномерные осадки здания в целом. Также регулирование осадок может осуществляться за счет применения разного количества ярусов с различной кривизной.

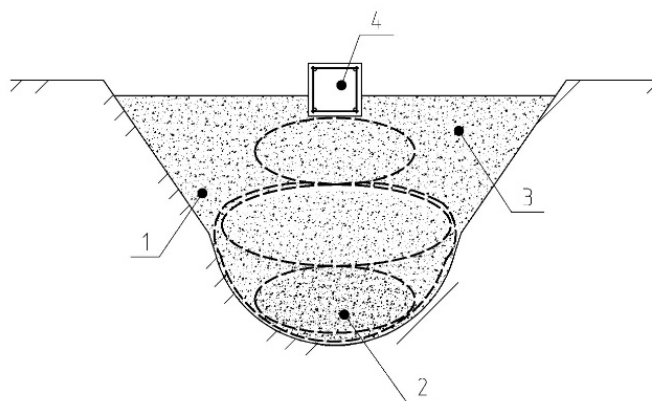


Рисунок 3. Многоярусная система криволинейных песчаных подушек с замкнутым армированием в слабых водонасыщенных глинистых грунтах.
1- криволинейный котлован; 2- песчаные подушки с замкнутым армированием;
3-обратная песчаная засыпка; 4-фундамент мелкого заложения;

Библиографический список

1. Джоунс, К.Д. Сооружения из армированного грунта / К.Д Джоунс // Под ред. д-ра техн. Наук В.Г.Мельника. – М.: Стройиздат, 1989. – 268с.
2. Краев, Ан.Н. Обоснование использования песчаной армированной подушки в слабых глинистых грунтах под ленточными фундаментами: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук:/ Краев Андрей Николаевич – Тюмень, 2014. – 19с.

Научный руководитель: Бай В.Ф. к.т.н., доцент.

Монолитные железобетонные конструкции

Назаров Р.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

При строительстве жилых малоэтажных зданий в последние годы сложились свои стереотипы - использовать сборный железобетон. В настоящее время и в нынешних условиях практически единственная возможность роста в жилищном строительстве в России может быть достигнута за

счет монолитной структуры. В наше время очевидно, что альтернативы монолитному строительству нет, как с точки зрения стоимости, так и с точки зрения возможных масштабных планировочных решений. Монолитный бетон всегда использовался в строительстве, и даже во время быстрого строительства сборного железобетона объемы его ежегодного применения измерялись в сотнях миллиардов кубометров в год. В нынешнее время монолитное строительство остается одним из основных направлений.

Преимущество монолитного домостроения: Монолитное строительство по сравнению с новыми технологиями имеет ряд преимуществ. Среди них: быстрая установка конструкций, возможность монтажа зданий практически любой конфигурации, доступная цена. Стены, выполненные по монолитной технологии, практически не имеют швов, и поэтому нет проблем с соединениями и их уплотнением. Возможность возведения монолитных потолков и стен меньшей толщины, и снова мы вспоминаем толстые стены кирпичной конструкции, меньшее напряжение на фундаменте и, соответственно, затраты на его строительство.

Вся электрическая проводка в монолитном коттедже может быть выполнена со строительством стен и потолков, что исключает ее повреждение во время эксплуатации. Особое значение среди характеристик монолитных стен дома имеют их прочность и жесткость. В этом отношении монолитная структура не имеет равных. Они обеспечивают перераспределение нагрузки и предотвращают появление трещин и даже усадки в доме. Кирпично-монолитная технология выигрывает в плане защиты дома от нежелательного проникновения, по сравнению с деревянным или каркасным домостроением. Однако действительно надежная защита дома сегодня достигается не установкой бронированных стен, а безопасностью объекта.

Технология укладки бетонной смеси: Процесс производства бетонных работ состоит из производства бетона, его транспортировки, поставки к месту установки, хорошей укладки и ухода за бетоном.

В связи с этим и с учетом тенденций, свидетельствующих о дальнейшем увеличении объемов монолитного бетона и железобетона в качестве массового строительного материала, отвечающего современным требованиям и критериям перспективности технических и технологических решений, интенсификация монолитного Строительные процессы способствуют сокращению времени строительства.

Решение задач интенсификации процессов напрямую связано с созданием методов и аппаратуры нового поколения, которые принципиально отличаются от традиционно используемых и изменяющих технологию, обеспечивая надежность и эффективность, ресурсосбережение и снижение затрат на бетонирование.

Эффективность монолитного строительства во многом определяется технологией возведения несущих конструкций из монолитного бетона и методами ускорения его упрочнения.

Библиографический список

1. Гроздов В. Дефекты в производстве и монтаже строительных конструкций и их последствия / В. Гроздов. - М. : Общероссийский общественный фонд «Центр качества строительства», 2004.
2. Конаш В.М. Технологии армирования фундаментов и устройств для защиты земляных работ путем укладки статических нагрузок / В.М. Конаш, Э.Н. Яковлев, М.В. Королев. - Журнал «Новые строительные материалы, технологии, оборудование XXI» №1, январь 2004. С.20-21.
3. Теличенко В.И. Технология строительства зданий и сооружений: учебник для строительных вузов. - М.: / 2004.-345 с.
4. Чичерин И.И. Строительные работы: учебник для проф. Образование. - Москва: 2002. - 286 с.
5. Каганов Г.М., Евдокимова И.М., Шевченко К.И. Гидротехнические сооружения армированного грунта. Учебное пособие. - М., 2004. 607 с.
6. Полевиченко А. Г. Расчет свайной подпорной стены для укрепления неустойчивых откосов и склонов: препринт № 65. - Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2006. 25 с.

Научный руководитель: Хафизова Э.Н., канд. техн. наук, доцент.

Моделирование металлической структурной конструкции «Разструк» в ПК Robot Structural

Огурцова А.В.

Тюменский индустриальный университет г. Тюмень

Металлическая структурная конструкция «Разструк» представляет собой пространственную систему, выполненную из стали С245 [1]. Верхний и нижний пояс которой имеют сечение круга диаметром 10 мм, раскосы также имеют сечение круга диаметром 6 мм. Пролет конструкции 2810 мм а высота 270 мм в сложенном состоянии (рисунок 1).

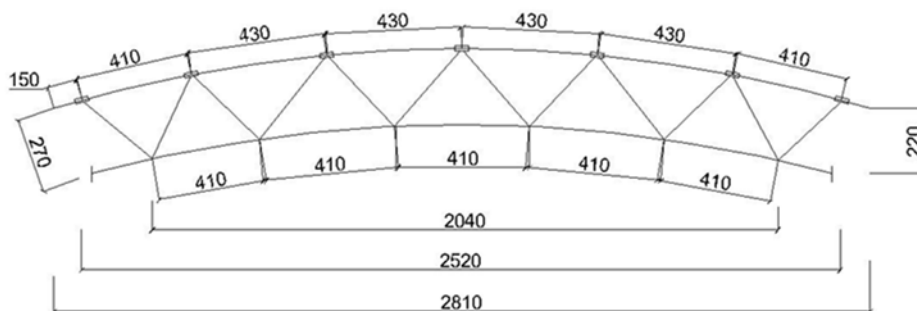


Рисунок 1. Геометрическая схема конструкции в сложенном состоянии

Разложенном состоянии конструкция имеет размеры 2810 x 1200 мм, шаг верхних стержней 400 мм, шаг нижних стержней 400 мм (рисунок 2).

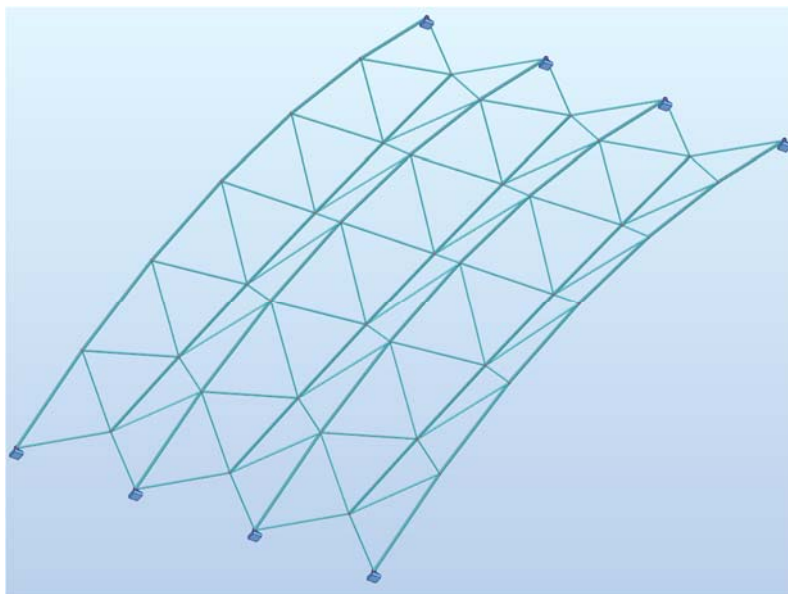


Рисунок 2. Геометрическая схема конструкции в разложенном состоянии

Был произведен расчет данной конструкции в ПК Robot Structural. Был выполнен сбор нагрузок для г. Сургут [1]. Расчетная нагрузка составила 72,6 кг. В следствии расчета было определено, как деформируется конструкция под данной нагрузкой. Результаты расчета представлены на рисунке 3.

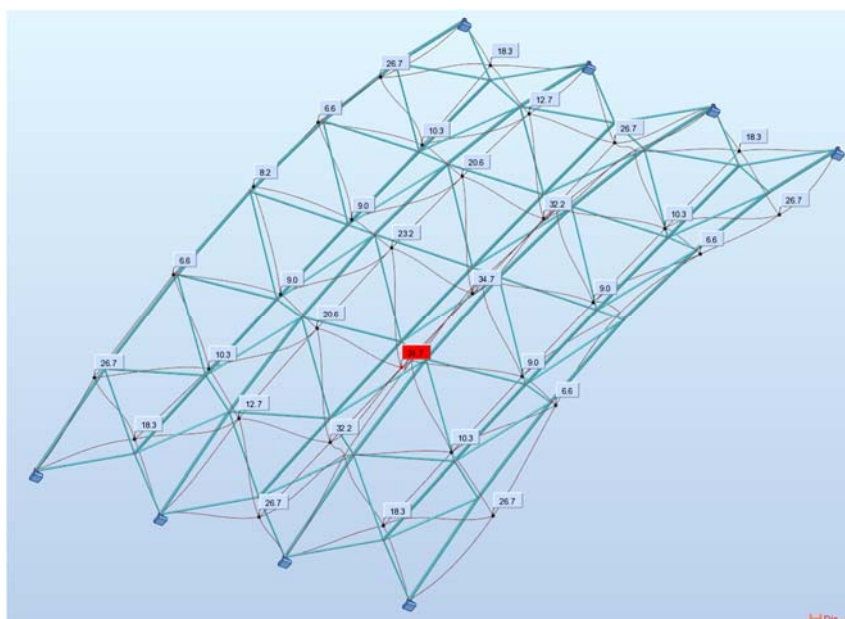


Рисунок 3. Эпюра деформаций конструкции

На эпюре видно, что под данной нагрузкой максимально деформируется нижний, центральный стержень. Максимальная деформация составила 34,7 см.

Библиографический список

1. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. – М.: Минрегион России, 2010. – 172 с.
2. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – М.: Минрегион России, 2010. – 79 с.

Научный руководитель: Демин В.А., канд. техн. наук, доцент.

Раздвижная металлическая конструкция "Разструк"

Огурцова А.В.

Тюменский индустриальный университет г. Тюмень

Раздвижная структура - это пространственная конструкция, состоящая из двух поясов и раскосов. Есть несколько вариантов исполнения этой конструкции.

1. «Разструк – П» - с поясами по радиусу окружности общий вид которой показан на рисунке 1.

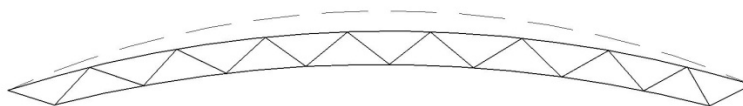


Рисунок 1. "Разструк - П"

2. «Разструк – Л» - с линейными поясами общий вид которой показан на рисунке 2.

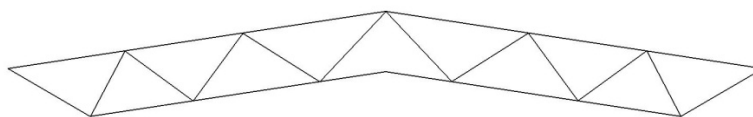


Рисунок 2. "Разструк - Л"

3. «Разструк – С» - с серповидным очертанием поясов общий вид которой показан на рисунке 3.

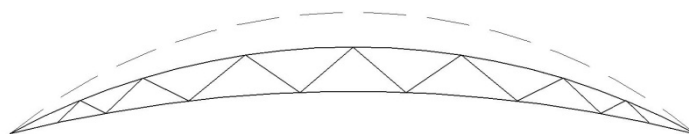


Рисунок 3. "Разструк - С"

В этих конструкциях возможны следующие варианты узлов, которые представлены на рисунке 4. [1]:

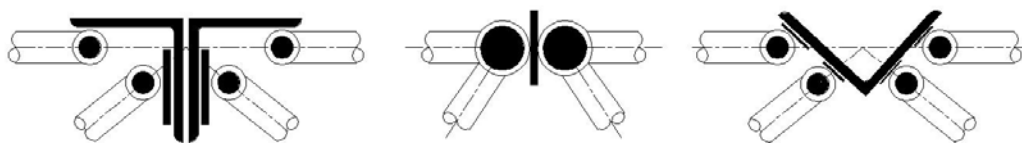


Рисунок 4. Виды узлов

Подробнее я хотела бы остановиться на структуре типа «Разструк – П». Геометрическая схема данной конструкции выглядит так как показано на рисунке 5

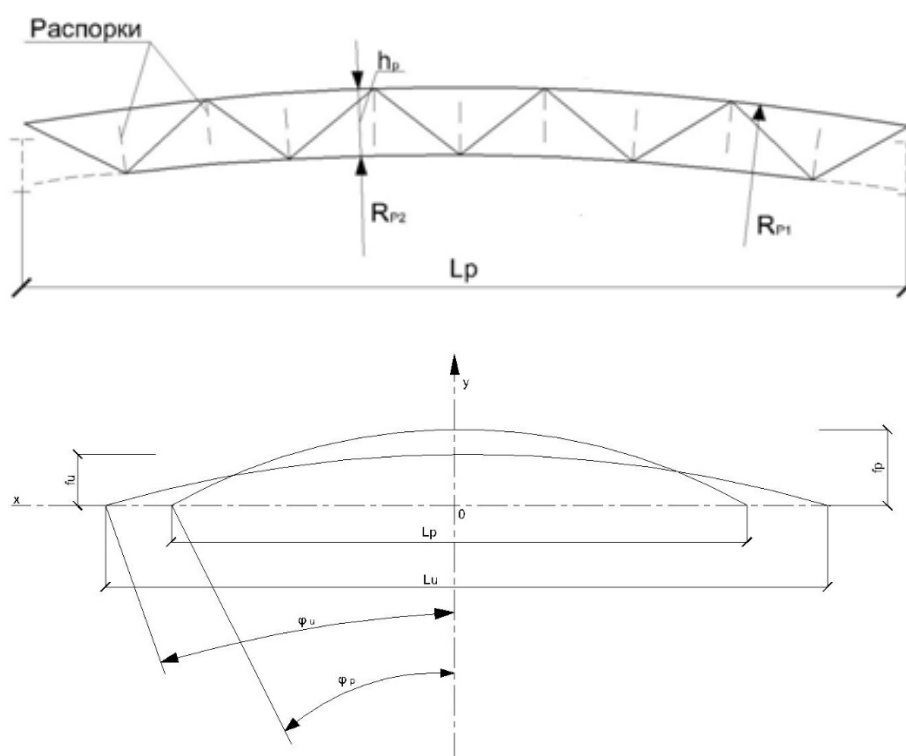


Рисунок 5. Геометрическая схема

Предпосылки расчета:

1. Пояса трансформированной фермы описанные по радиусу окружности до (после) расчета остаются описанными по радиусу окружности после (до) раздвижки.
2. В расчетах геометрии системы влияние геометрической и физической нелинейности не учитывается.

3. Система с серповидным очертанием поясов после раздвижки имеет серповидное очертание до раздвижки .

Существует несколько вариантов решения геометрии системы:

1. Аналитический
2. Графо-аналитический
3. Графический

Коэффициент раздвижки фермы вычисляется по формуле (1)

$$K_p = \frac{h_p}{h_u} = \frac{\varphi_u}{\varphi_p} \quad (1)$$

где:

K_p - коэффициент раздвижки

h_p - высота конструкции после раздвижки

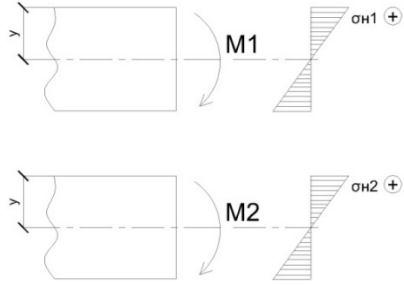
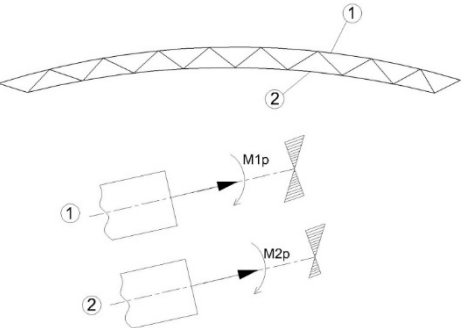
h_u - длина раскоса после раздвижки

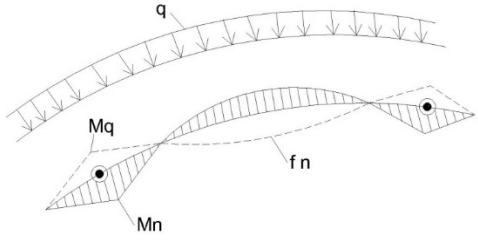
φ_p - угол конструкции до раздвижки

φ_u - угол конструкции после раздвижки

Таблица 1

Стадии НДС

№	Описание стадии	Метод оценки начальных напряжений	Начальные и установившиеся напряжения в системе
1	Стадия изготовления: пояса системы изогнуть по радиусам исходной конструкции (R_{u1} , R_{u2}) в кондукторе, установить решетки фермы.	Ориентировочно σ_n определяется через кривизну поясов. Проявляются возможные потери напряжения за счет податливости узловых соединений. Необходим эксперимент.	$\sigma_{n1} = \frac{E * y}{R_{u1}}; \sigma_{n2} = \frac{E * y}{R_{u2}}$ 
2	Стадия раздвижки (до приложения эксплуатационной нагрузки) всей системы либо в пределах монтажного блока с постановкой распорок между поясами.	Начальные напряжения σ_n в поясах увеличиваются. Пояса работают на условиях внецентренного растяжения. Решетка растянута, распорки сжаты. Необходим эксперимент.	

№	Описание стадии	Метод оценки начальных напряжений	Начальные и установившиеся напряжения в системе
3	Стадия эксплуатации (при действии равномерно распределенной нагрузки по верхнему поясу трансформированной системы).	Усилия и напряжения в элементах системы определяются с учетом начальных напряжений и усилий при раздвижке системы и при действии эксплуатационной нагрузки.	

Библиографический список

1. Трофимов, В.И. Структурные конструкции (исследование, расчет и проектирование) / В.И.Трофимов, Г.Б.Бегун. – Москва: Сторойиздат, 1972. – 272 с.

Научный руководитель: Демин В.А., канд. техн. наук, доцент.

Структурные конструкции покрытия

Огурцова А.В.

Тюменский индустриальный университет г. Тюмень

Структурные конструкции - это пространственные стержневые металлические конструкции, сходные по своему строению с кристаллическими решетками металла [1].

Структурные конструкции которые применяются в строительстве обычно имеют два пояса и выполняются из алюминия и стали. Но так же известны структуры из железобетона и дерева [2].

При правильном использовании структурных конструкций можно повысить экономическую эффективность конструкции. Применение пространственных стержневых конструкций в современном строительстве позволяет:

- сделать вес перекрытия легче, тем самым повышая эффективность работы конструкции на полезные нагрузки;
- облегчить процесс доставки элементов с завода на строительную площадку;
- перекрывать здания любой формы;
- тратить меньше сил и времени на сборку элементов на строительной площадке;

- создавать эффектные для сооружений архитектурные решения;
- повысить сейсмостойкость;
- сделать легче ограждающие конструкции кровли из-за частой сетке узлов.

Экономический смысл применения структурных конструкций полностью проявляется при их серийном изготовлении на специальных заводах.

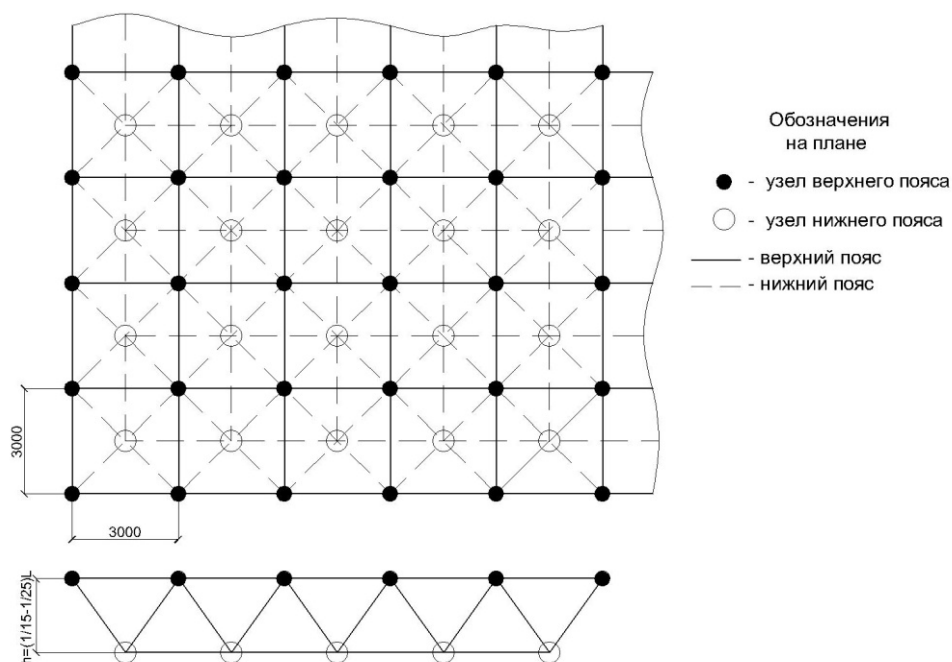


Рисунок 1. Геометрическая схема структурных покрытий

Но как и у любой строительной конструкции у неё есть свои недостатки это большая трудоемкость при изготовлении элементов и узлов, по сравнению с созданием плоских металлических конструкций. Этот недостаток незначителен, так как при серийном производстве элементов его можно считать как особенность решетчатых конструкций из коротких стержней.

Пространственные стержневые конструкции применяются при строительстве большепролетных зданий. Эти конструкции часто используют в криволинейных и плоских покрытиях общественных и производственных зданий. Например, в перекрытиях вставочных павильонов, зрелищных сооружений, спортивных комплексов, крытых рынках, в аэропортах и др. [3].

Стержневые структуры это пространственная система перекрестных ферм которые состоят из металлических труб или прокатных профилей таких как уголок, двутавр, швеллер. У структурной плиты верхний и нижний пояса состоят из квадратных ячеек.

Стержни поясных сеток и наклонной решетки выполняют функцию связей, а иногда и прогонов. Поясные сетки структурной плиты геометрически изменяемы, а в общем они образуют геометрически не изменяемую систему, в которой наклонные раскосы выполняют роль связей.

Отношений высоты к пролету обычно рекомендуют $h/l = 1/15 - 1/25$, тогда как в обычных плоских фермах $1/8 - 1/10$. Это позволяет увеличить жесткость конструкции и в одноэтажных промышленных зданиях уменьшить объем здания и эксплуатационные расходы.

Лучше всего пространственная работа структуры проявляется, когда на нее действуют неравномерные нагрузки. [4] Работа конструкции остается прежней даже при перегрузки стержней, кроме стержней из-за которых конструкция превращается в механизм, это происходит благодаря тому, что система перераспределяет усилия.

Кроме структурных систем с регулярной решеткой есть еще такие, когда ячейки не заполняются поясами или раскосами, их называют системы с разряженной решеткой. У таких систем общая жесткость меньше.

Библиографический список

1. Трофимов, В.И. Структурные конструкции (исследование, расчет и проектирование) / В.И.Трофимов, Г.Б.Бегун. – Москва: Сторойиздат, 1972. – 272 с.
2. Современные пространственные конструкции (железобетон, металл, дерево, пластмассы): Справочник / Ю.А.Дыховичный, Э.З. Жуковский, В.В.Ермолов и др.; под ред. Ю.А.Дыховичного, Э.З. Жуковского. – М.: Высш. шк., 1991- 543 с.
3. Песчанский, П.С. Металлические решётчатые пространственные конструкции за рубежом [Текст]: (Обзор) / П.С.Песчанский, Л.М.Пугачевская. – Москва: ЦНИИС Госстроя СССР, 1974. – 74 с.
4. http://studopedia.ru/10_73216_perekrestnie-balki-i-fermi.html.

Научный руководитель: Демин В.А., канд. техн. наук, доцент.

Защита конструкций из ЛСТК от коррозии

Простакишина Д.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.

Технология возведения зданий из ЛСТК (легких тонкостенных конструкций) представляет собой каркасную технологию возведения, данная технология является наиболее выгодным решением, так как ее достоин-

ство заключается в сокращении сроков строительства. Основу каркаса составляют элементы ЛСТК открытого и замкнутого сечений, которые соединяются между собой высококачественными самонарезающими винтами из нержавеющей стали, углеродистой стали с цинковым и кадмиевым покрытием.

Каркас из ЛСТК имеет ряд преимуществ, таких, как небольшая масса (в сравнении с конструкциями из камня и железобетона), скорость возведения, а также возможность возведения каркаса вне зависимости от сезона, ввиду отсутствия при монтаже «мокрых процессов», прочность, экологичность и энергосбережение. Благодаря тому, что сталь представляет собой однородную структуру и имеет большой модуль упругости она полностью отвечает представлениям об изотропном теле, на которых основываются расчеты[1].

Основными недостатками данной технологии являются невысокая коррозионная стойкость и высокая теплопроводность.

Проблема высокой теплопроводности может ограничить применение ЛСТК в качестве ограждающей конструкции, но данная проблема была решена путем создания перфорированного термопрофиля, который несмотря на высокую теплопроводность стали обладает высоким сопротивлением теплопередаче[2].

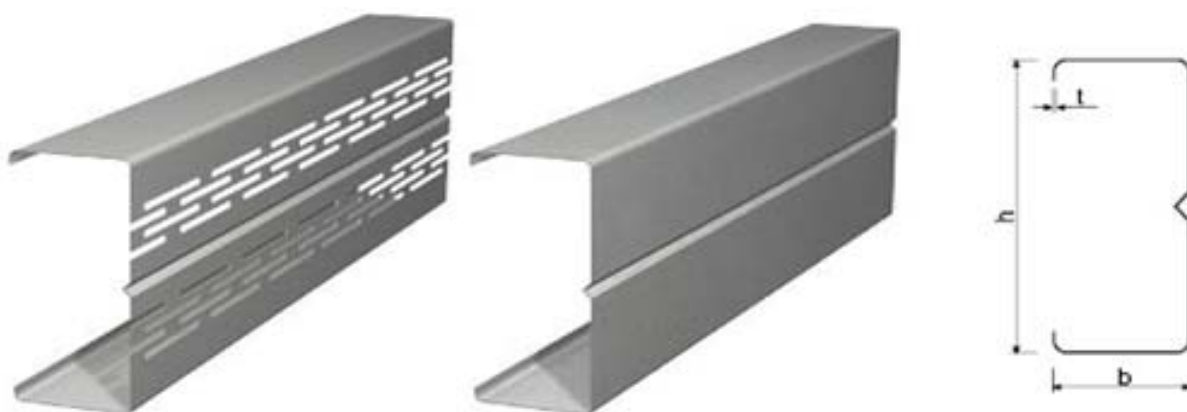


Рисунок 1. Пример перфорированного термопрофиля

Термопрофиль представляет собой стальной тонкостенный профиль из оцинкованного листа с перфорацией в виде длинных просечек, которые расположены в шахматном порядке, по всей длине элемента. За счет уменьшения площади теплопередачи, при прохождении тепловому потоку необходимо затратить значительно больше времени, таким образом увеличивается термическое сопротивление ограждающей конструкции. Это позволило использовать ЛСТК не только внутри помещений, но и в качестве ограждающей конструкции.

Другая проблема ЛСТК, как любой стальной конструкции, заключается в низкой коррозионной стойкости. Причиной коррозии являются агрессивные факторы окружающей среды, такие как влага, соли, газы, в следствие чего сталь превращается в окислы железа, а ее способность сопротивляться механическому воздействию резко ухудшается. [1]

Существуют следующие условия возведения сооружений на основе ЛСТК в соответствии с СП 28.13330.2012 [4] по степени агрессивного воздействия окружающей среды:

1. Неагрессивная степень воздействия. При данной степени воздействия допускается применение конструкций полистовой сборки из оцинкованной стали с покрытием I класса по ГОСТ 14918-80 [5] или класса не менее 275 по ГОСТ Р 52246-2004 [6] без защиты со стороны помещения при нанесении битумного или лакокрасочного покрытий со стороны утеплителя.

2. Слабоагрессивная степень воздействия. Допускается применение листовых оцинкованных конструкций при наличие лакокрасочного покрытия.

3. Среднеагрессивная степень воздействия. Применение листовых оцинкованных конструкций не допускается.

4. Сильноагрессивная степень воздействия. Применение листовых оцинкованных конструкций не допускается.

Наиболее существенную роль для стальных конструкций, используемых в строительстве, имеет электрохимическая коррозия. Данный тип коррозии вызывается в результате действия микроэлементов, которые образуются на поверхности металла при воздействии с растворами электролитов [3].

Изучением зависимости возникновения коррозии от атмосферного воздействия занимались такие ученые, как Н.П. Жук, Ю.Н. Михайловский.

Исследование долговечности оцинкованных стальных проводилось Национальной Ассоциацией Жилищно-строительных фирм (National Association of Home Builders) по заказу Международной цинковой ассоциации (International Zinc Association), краткий отчет о котором основан на результатах испытаний на долговечность, проводившихся в течение 10 лет путем измерения скорости коррозии образцов строительных конструкций жилых зданий с покрытием из цинка и цинковых сплавов в четырех климатических зонах США и Канады. Для исследования были выбраны образцы (стальные пластины 10x10 см и С-образный стоечный профиль с оцинкованным покрытием), которые расположили в различных местах, например, на стропильных фермах, в конструкция перекрытий, стенах, на террасах. В результате проведения испытаний был сделан вывод о том, что наиболее высокая скорость протекания коррозии наблюдается на открытых и полуоткрытых зонах расположения образцов, следовательно, срок служ-

бы покрытия данных образцов является наименьшим, но тем не менее он составил 150 лет [7].

Еще одна причина возникновения коррозии рассмотрена М.В. Аналиной [3], в своей работе она приходит к выводу, что помимо атмосферного воздействия, большое влияние на скорость протекания коррозии оказывают механические напряжения, структура металла, а также форма сечения конструкции. Таким образом, под действием растягивающих напряжений происходит растрескивание антикоррозионного слоя, а напряжение сжатия наоборот приводят к уменьшению ширины трещин или их закрытию. Напряжения кручения приводят к увеличению скорости протекания коррозии.

Защита ЛСТК от коррозии возможна путем применения горячего оцинкования. Данный способ защиты относится к пассивным. Считается, что оцинкованная сталь при обработке лаком или другим полимерным покрытием не подвержена коррозии. Технология горячего оцинкования была разработана французскими учеными в 18-19 веках, она заключается в том, что после обезжиривания поверхности элемента, последующей ее очистки от ржавчины в соляной кислоте, и дальнейшем удалении кислоты с изделия, элемент опускается в расплавленный цинк (температурой около +450°C). После нахождения в ванне около 10 минут, элемент вынимается и с него удаляются шлаковый слой, после чего барабан, в котором находится элемент, раскручивают, тем самым удаляя лишнее количество цинка. Горячее цинкование производится по ГОСТ 9.307-89[8]. Толщина цинкового покрытия для ЛСТК составляет 20 мкм. Данная технология обеспечивает определенную коррозионную стойкость, но минус ее заключается в неравномерности цинкового слоя.

Исходя из этого, можно сделать следующие выводы:

1. Исследования в области коррозионной стойкости ЛСТК, а также ее зависимости от различных факторов являются достаточно актуальными на сегодняшний день. Защита от коррозии тонкостенных холодногнутых профилей чрезвычайно важна, так как при недостаточной защите их разрушение происходит в короткий срок.

2. Для эффективной работы в условиях окружающей среды защита ЛСТК от коррозии должна сочетать в себе пассивную защиту (метод оцинковки) и органическую защиту (лаковое или полимерное покрытие), так как в среднем протекание коррозии составляет 5-7 мкм цинкового покрытия в год для городской зоны, 2-4 мкм – для пригородной.

Библиографический список

1. Н.И. Ватин, Термопрофиль в легких стальных конструкциях: учеб. пособие/Н.И. Ватин, Е.Н. Попова.-Санкт-Петербург: Изд-во Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, 2006.-63 с.

2. В.Ю. Кузнецова, Ю.Г. Барабанщикова, Коррозия стальных тонкостенных профилей в ограждающих конструкциях/ В.Ю. Кузнецова// Строительство уникальных зданий и сооружений № 5(44), 2016. – С.7-18.
3. М.В. Ананина, Влияние коррозии на легкие стальные тонкостенные конструкции / М.В. Ананина // Инженерно-строительный журнал, № 7(22), 2014. – С.55-70.
4. СП 28.13330.2012. Защита строительных конструкций от коррозии. – Введ. 2013-01-01. – М: Издательство стандартов, 2012. – 85 с.
5. ГОСТ 14918-80 Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. – Введ. 1981-07-01. – М: Издательство стандартов, 1980. – 7с.
6. ГОСТ Р 52246-2004. Прокат листовой горячеоцинкованный. – Введ. 5005-01-01. – М: Издательство стандартов, 2003. – 19с.
7. . Association of International Zinc Association, National Home Builders (НАНВ). Долговечность оцинкованных стальных конструкций в жилых зданиях // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2013. № 1 (6). С. 11–17
8. ГОСТ 9.307-89. Покрyтия цинковые горячие. Общие требования и методы контроля. – Введ. 1990-07-01. – М:Издательство стандартов, 1989. -8 с.

Научный руководитель: Зелиг М.П., старший преподаватель.

Статистика нормативного освещения новоизобретенных конструкций

Радаева О.А., Наумкина Ю.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Стандарты СТО на сегодняшний день являются важнейшим инструментом по нормативному сопровождению и освещению новых подходов к ведению строительных работ и проектированию новоизобретенных конструкций. В части 7 статьи 6 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [1] установлено, что Национальный орган по стандартизации (Росстандарт) утверждает перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований регламента. Согласно статьи 13 Федерального Закона «О техническом регулировании» [2] стандарты организаций также относятся к перечню этих документов.

На сегодняшний день, разработка стандартов организаций остается личной инициативой отдельных людей. Нормативное сопровождение наблюдается лишь в сфере изготовления новых материалов. Отсутствие нормативного освещения новоизобретенных конструкций или подходов к

ведению строительных работ является одной из главных причин их крайне малого распространения в практике проектирования и строительства.

Так, согласно данным Федерального института промышленной собственности (ФИПС) в период с 01.01.2007 по 31.12.2016г. в области фундаментостроения было зарегистрировано 102 документа, содержащие в себе новые предложения по видам фундаментов, инновационные способы возведения традиционных конструкций, а также способы повышения несущей способности оснований.

Поиск разработанных на них нормативных документов, в том числе стандартов СТО, показал, что на 102 новых решения в свободном доступе приходится 4 стандарта организации (один из которых объединяет в себе результаты работы по 7 патентам), регламентирующих их проектирование, технологические особенности, а также требования и последовательность возведения. Оставшиеся разработки остаются должным образом неосвоенными, не выходят за границы места их изобретения.

Что касается нашей области то, согласно данным, полученным из государственного реестра СРО, на территории Тюменской области действует три саморегулируемые организации: саморегулируемая организация проектировщиков «Западная Сибирь», СРО С «ОИЗР» (союз «Организация изыскателей Западносибирского региона») и союз «СРОСТО» (саморегулируемая организация строителей Тюменской области).

На основании информации, полученной с официальных сайтов данных СРО, было установлено, что разработкой внутренних стандартов занимается только организация проектировщиков «Западная Сибирь». Своим стандартом они установили требования к проектированию ленточно-оболочечных фундаментов.

Национальное объединение строителей (НОСТРОЙ) в 2010 г. создало свою Систему стандартизации, направленную на разработку новых стандартов по предложениям строительных организаций и СРО для их дальнейшего использования в саморегулируемых организациях.

В настоящее время (по состоянию на 20.01.2017) советом НОСТРОЙ уже утверждены и рекомендованы для применения 235 стандартов НОСТРОЙ.

После завершения всех процедур одобрения и публикации стандарта НОСТРОЙ, каждое СРО может утвердить такие стандарты на общем собрании своих членов в соответствии со статьями 55.5 и 55.10 Градостроительного Кодекса РФ [3]. При этом эти стандарты после утверждения на общем собрании приобретают статус собственных документов СРО и становятся обязательными к применению всеми организациями-членами данной СРО.

НОСТРОЙ занимается разработкой стандартов, опираясь на правила и процедуры, предусмотренные для разработки национальных стандартов [4]. Для разработки непосредственно внутренних стандартов СРО ими разработана рекомендация Р НОСТРОЙ 1.1-2010 [5], определяющая правила

разработки, построения, изложения, оформления и обозначения стандартов саморегулируемых организаций, основанных на членстве лиц, осуществляющих строительство.

Анализ принципов саморегулирования и проблематики распространения в практике проектирования новоизобретенных конструкций позволил сформулировать цель дальнейшей работы.

Сотрудниками ФГБОУ ВПО в результате многолетних экспериментально-теоретических исследований была разработана инновационная конструкция ленточно-мембранного фундамента (далее - ЛМФ). Эффективность ЛМФ по отношению к традиционным видам фундамента достигается путем вовлечения максимального объема грунтового основания за счет натяжения гибкой связи (силовой мембраны), объединяющей ленты фундамента. На основании широкомасштабных экспериментальных исследований было доказано, что вовлекаемый в работу грунт под мембраной на 58% снижает осадки ленточной части мембранного фундамента по отношению к ленточному фундаменту без мембраны [6].

На основании проведенных исследований работы новоизобретенной конструкции была защищена кандидатская диссертация [6], получен патент на изобретение [7].

Несмотря на выявленные очевидные достоинства предложенной конструкции фундамента, это решение не получило достаточного внедрения в практику проектирования и строительства в нашем регионе и за его пределами в связи со спецификой его расчета, а также возведения не традиционной для обычного строительства конструкции.

Разработка Стандарта СТО на данную конструкцию фундамента позволила бы создать базовый нормативный документ, регламентирующий:

1. технологические особенности и последовательность устройства ЛМФ;
2. основные требования, обеспечивающие их надежность, несущую способность, охрану окружающей среды и экономическую эффективность;
3. методику расчета ЛМФ, предложенную в упрощенной форме (в виде алгоритма) и направленную в развитие существующего Стандарта и действующей нормативной документации в области фундаментостроения.

Библиографический список

1. Федеральный закон РФ №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» (с изменениями на 2 июля 2013 года): [федер.закон: принят Гос. Думой 30 дек. 2009 г.: по состоянию на 2 июля 2013 г.]. – М.: Рос. газ. – 2009. – 31 декабря. – 25 с.
2. Федеральный закон РФ №184-ФЗ «О техническом регулировании». (с изменениями на 2 июля 2013 года): [федер.закон: принят Гос. Думой 30 дек. 2009 г.: по состоянию на 2 июля 2013 г.]. – М.: Рос. газ. – 2009. – 31 декабря. – 36 с.

3. Градостроительный кодекс Российской Федерации (с изменениями на 7 марта 2017 года): [федер.закон: принят Гос. Думой 29 дек. 2004 г.: по состоянию на 7 мар. 2017 г.]. – М.: Рос. газ. – 2009. – 31 декабря. – 510 с.

4. СТО НОСТРОЙ 1.1-2010 Система стандартизации Национального объединения строителей. Стандарты национального объединения строителей. Порядок разработки, утверждения, оформления, учета, изменения и отмены. – М.: НОСТРОЙ, 2010. – 81 с.

5. Р НОСТРОЙ 1.1-2010 Система стандартизации Национального объединения строителей. Стандарты саморегулируемой организации. Порядок разработки, оформления, изменения и учета. – М.: НОСТРОЙ, 2010. – 25 с.

6. Епифанцева Л.Р. Взаимодействие мембранных фундаментов зданий малой и средней этажности с грунтовым основанием: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.02 / Епифанцева Лариса Рафаиловна. – Тюм., 2013. – 201 с.

7. Пат. RUS 2491386. МПК: Е 02 D 27 01/ Фундамент/ Пронозин Я.А., Порошин О.С., Епифанцева Л.Р., Наумкина Ю.В., Степанов М.А.; дата регистр. 27.02.2012.

Научный руководитель: Наумкина Ю.В., канд. техн. наук, доцент.

Численное моделирование ленточно-мембранного фундамента

Радаева О.А., Наумкина Ю.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Сотрудниками ФГБОУ ВО «ТИУ» в результате многолетних экспериментально-теоретических исследований была разработана инновационная конструкция ленточно-мембранного фундамента (далее - ЛМФ). Эффективность ЛМФ по отношению к традиционным видам фундамента достигается путем вовлечения максимального объема грунтового основания за счет натяжения гибкой связи (силовой мембраны), объединяющей ленты фундамента. На основании широкомасштабных экспериментальных исследований было доказано, что вовлекаемый в работу грунт под мембраной на 58% снижает осадки ленточной части мембранного фундамента по отношению к ленточному фундаменту без мембраны [1].

В рамках разработки стандарта СТО на данную конструкцию, который должен включить в себя технологические особенности и последовательность устройства ЛМФ, основные требования, обеспечивающие его надежность, несущую способность, охрану окружающей среды и экономическую эффективность, а также алгоритм его расчета было выполнено численное моделирование в программном комплексе SCAD++ работы такой конструкции в составе малоэтажного трехсекционного жилого дома.

Расчетная модель представлена подземной частью здания, общий вид которой показан на рисунке 1.

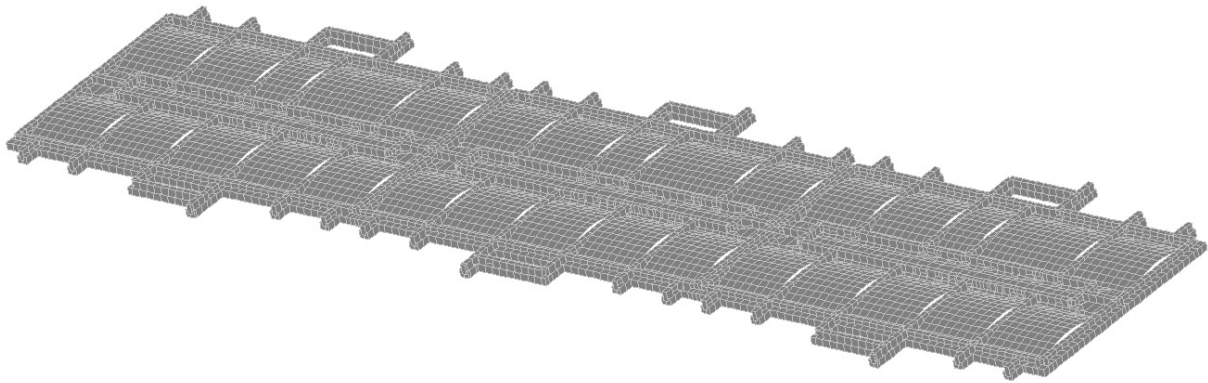


Рисунок 1. Общий вид расчетной модели

Назначение жесткостей конечных элементов здания (сечений элементов и типов примененных материалов) выполнено в соответствии с принятыми исходными данными.

Начальный коэффициент постели был задан единым для каждой зоны нагружения. Проведенный расчет модели позволил определить изополя напряжений и вертикальных перемещений ленточно-мембранного фундамента. Получив в результате расчета различное напряжение под разными зонами нагрузки был применен итерационный подход нахождения коэффициентов постели под различными зонами нагружения.

Он заключается в перерасчете модели с откорректированными значениями коэффициентов постели - второе приближение и т.д. n раз до соответствия давлений, возникающих при заданных коэффициентах постели, осадкам под отдельными зонами нагружения ЛМФ.

Выполненный цикл итераций позволил получить достоверные изополя напряжений конструкции, представленных на рисунке 2.

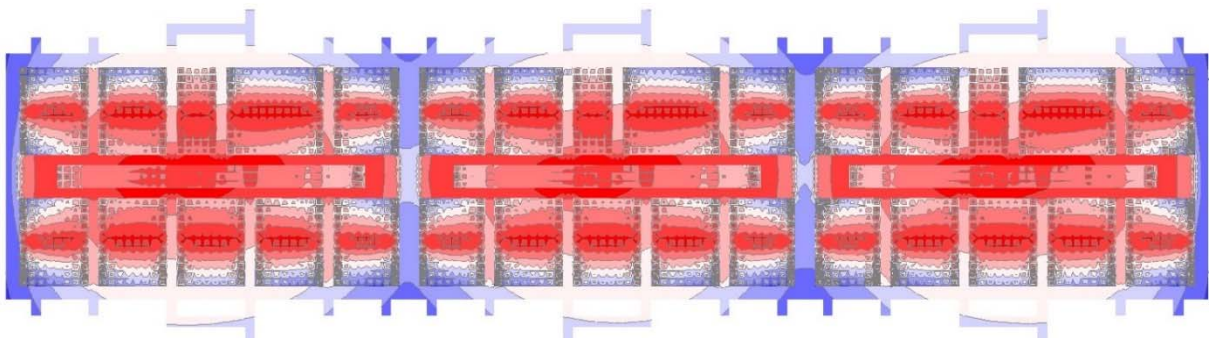


Рисунок 2. Изополя напряжений R_z ленточно-мембранного фундамента

Также, выполненный расчет позволил проанализировать вертикальные перемещения конструкции, изополя которых представлены на рисунке 3.

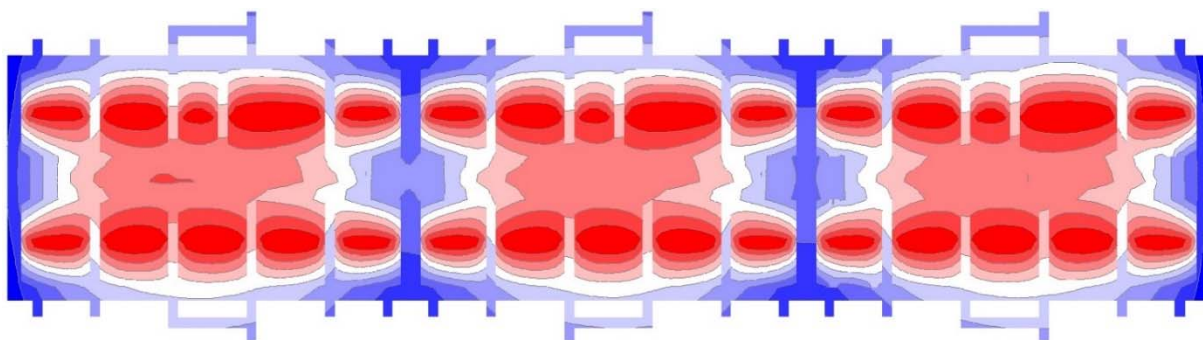


Рисунок 3. Изополя вертикальных перемещений ленточно-мембранного фундамента

Полученные в результате расчета модели значения максимальной осадки $S=3,81$ см, не превышают установленного предельного значения осадки основания фундамента (совместной деформации основания и сооружения) $S_{и}=12$ см., установленное в соответствии с указаниями пункта 5.6.50 СП 22.13330.2012 [2].

Библиографический список

1. Епифанцева Л.Р. Взаимодействие мембранных фундаментов зданий малой и средней этажности с грунтовым основанием: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.02 / Епифанцева Лариса Рафаиловна. – Тюм., 2013. – 201 с.
2. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. – М.: Минрегион России, 2011. – 221 с.

Научный руководитель: Наумкина Ю.В., канд. техн. наук, доцент.

Сравнение методов расчета несущей способности изгибаемых элементов из полистиролбетона

Рерих Е.В., Ефимов. А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В ранее опубликованной статье [1] было отмечено, что полистиролбетон занимает промежуточное значение между полнотелым легким и ячеистым бетонами. Благодаря тому, что гранулы полистирола вносят свой вклад в работу цементного скелета, возможно, предположение о том, что полистиролбетон близок по своей работе к ячеистому бетону, не в полной мере соответствует действительности. Предполагается, что методика расчета для легкого полнотелого бетона даст результат, больше соответствующий действительности.

Для проверки адекватности обоих методик расчета были произведены испытания образцов – балок в количестве 4 штук, выполненных из по-

листиролбетона класса D500. Испытания проводились на перемычках заводского изготовления длиной 1900 мм и поперечным сечением 191x300 мм. Данные балки были рассчитаны по обоим методикам, получены контрольные нагрузки (Табл.1) и подготовлены в соответствии с нормативной документацией на испытание железобетонных конструкций [2], составлена программа и журнал испытаний. Схема армирования и расчетная схема испытываемых балок представлена на рисунке 1.

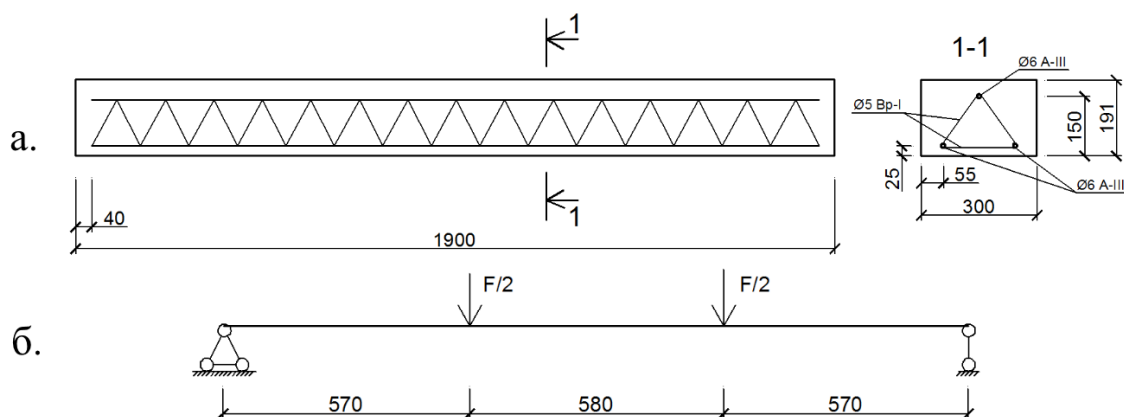


Рисунок 1. а – размеры и схема армирования испытываемых образцов-балок, б – расчетная схема

При подготовке эксперимента были так же подготовлены и испытаны образцы-кубы в количестве 3 штук из полистиролбетона, аналогичного используемому при изготовлении балок. По результатам испытаний кубов (Рис. 2) была получена прочность бетона на сжатие и использована при определении контрольных нагрузок для испытания балок. Класс бетона на сжатие B1,0.

Контрольные и фактические нагрузки

Таблица 1

	Флегкий бетон, кгс	Ячеистый бетон, кгс	Δ , %	Ффактическая
Раскрытие трещин	311,6	314,6	-1,0	312,0
Предельный прогиб	938,7	814,9	13,2	468,8
Разрушение по нормальному сечению по арматуре	1176,9	1172,5	0,4	1170,0
Разрушение по нормальному сечению по бетону	1795,9	1919,1	-6,9	—
Разрушение по наклонному сечению	2536,1	1890,3	-25,5	—

Результаты, полученные в ходе расчета по предложенным методикам [3,4], оказались достаточно близки друг к другу. Прогнозируемая нагрузка, при которой наступает предельный прогиб, определенная по методике СП [3] больше на 13%, чем определенная для ячеистого бетона. Значительная

разница методик наблюдается также в результатах расчета по прочности при разрушении по нормальному сечению от потери прочности бетоном сжатой зоны, прочности при разрушении по наклонной трещине.

Нагружение производилось ступенями в соответствии с программой испытаний с выдержкой каждой ступени по 10 минут. В результате испытания балок произошло их разрушение по нормальному сечению (Рис. 3) в результате исчерпания несущей способности арматуры растянутой зоны. Разрушение произошло на нагрузке, соответствующей контрольной для обеих методик расчета. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

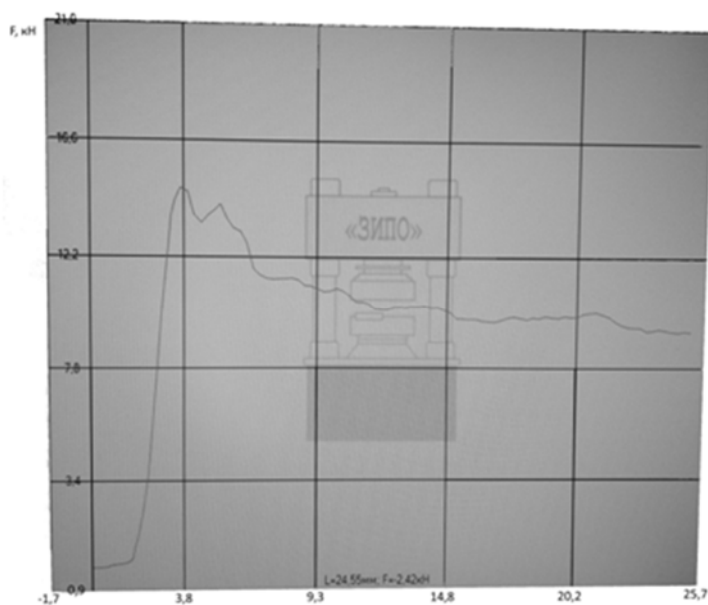


Рисунок 2. Диаграмма сжатия образцов-кубов из полистиролбетона D500



Рисунок 3. Разрушение перемычки из полистиролбетона при испытании

В ходе испытания балок контролировался прогиб и ширина раскрытия трещин бетона. Момент раскрытия трещин у испытываемых балок соответствует расчетному у обеих методик. Однако на практике предельный прогиб достигается при нагрузке, составляющей лишь 50% от контрольной нагрузки по предельному прогибу, определенной по СП для легкого бетона.

Таким образом видно, что для данных образцов оба метода расчета показывают результат, соответствующий действительности, за исключением значительно переоцененной жесткости элементов. Дальнейшего исследования требует адекватность результатов обеих методик расчета в части несущей способности по нормальному сечению при разрушении по бетону, а так же по наклонной трещине.

Библиографический список

1. Ефимов А.А., Рерих Е.В. Исследование работы изгибаемых элементов из полистиролбетона / А.А. Ефимов, Е.В.Рерих // Библиотечно-издательский комплекс федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский индустриальный университет». – 2016. – том 3. – С.55.

2. ГОСТ 8829-94. Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний нагружением. – Введ. 17.07.97. – М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1997. – 33с.

3. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции Основные положения. Актуализированная редакция взамен СНиП 52-01-2003. М., 2012. – 155с.

4. Пособие к СНиП 2.03.01-84 Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из ячеистых бетонов. НИИЖБ, ЦНИИСК, М., 1986. – 67с.

Научный руководитель: Ефимов А.А., к.т.н., доцент.

Повышение прочностных показателей керамзитобетонных блоков

Реутова К.В., Каспер Е.А., Бочкарёва О.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В связи с принятым курсом на интенсивное развитие малоэтажного и индивидуального строительства и переход к рыночным отношениям в экономике целесообразно изменить структуру производства стеновых материалов.

Залогом успешного решения жилищной проблемы в России является создание обилия строительных материалов, и в первую очередь – стеновых, составляющих 50-60 % стоимости любого здания. В связи с этим большое значение имеет выбор оптимальной структуры стеновых материалов и изделий.

За рубежом и в нашей стране в области производства стеновых материалов, особенно для малоэтажного строительства, наблюдается тенденция возврата к традиционным материалам или их аналогам, производимым по современным технологиям и реализуемым в строительстве с использованием современных индустриальных методов.

Применение усовершенствованных стеновых камней позволяет на 5-10 % сократить сроки производства кладочных работ, на 40 % и более снизить расход кладочного раствора, улучшить тепло- и звукоизоляционные свойства стен и сократить объем производства строительных работ[1].

В экспериментальной части работы выполнены исследования влияния добавки пластификатора «Sika Paver HC-1» на основе поликарбонатов на физико-механические свойства керамзитобетона крупнопористой структуры.

Целью работы стал подбор оптимальной дозировки добавки Sika Paver HC-1 и исследование влияния этой добавки на прочность бетона при сжатии.

Дозировка добавки Sika Paver HC-1 принималась в соответствии с рекомендациями фирмы-изготовителя Sika и предназначена для приготовления жестких и сверхжестких бетонных смесей.

В исследовательской работе были использованы следующие материалы:

- цемент – Сухоложского цементного завода марки ЦЕМ I 42,5Н;
- мелкий заполнитель – керамзитовый песок с модулем крупности 2,5мм;
- крупный заполнитель – керамзитовый гравий фракции 5÷10 мм, маркой по плотности 500;

Состав бетона, кг/м³: цемент = 275; керамзитовый песок=315; керамзитовый гравий=470[2].

Удобоукладываемость бетонной смеси: Ж = 5 - 10 с (Ж1).

Результаты испытания приведены в таблице 1 и на рисунке 1[3,4].

Таблица 1

Физико-механические свойства керамзитобетона

№ состава	Дозировка добавки Sika Paver HC-1, %	Расход воды, л/м ³	Плотность бетона, кг/м ³	Изменение плотности бетона, %	Прочность на сжатие, МПа	Прирост прочности на сжатие, %
1	2	3	4	5	6	7
1 (контр.)	-	135	1105	-	10,2	-
2.1	0,5	130	1113	+0,7	15,4	51,0
2.2	0,75	125	1120	+1,4	16,8	64,7
2.3	1,0	120	1130	+2,3	18,7	83,3

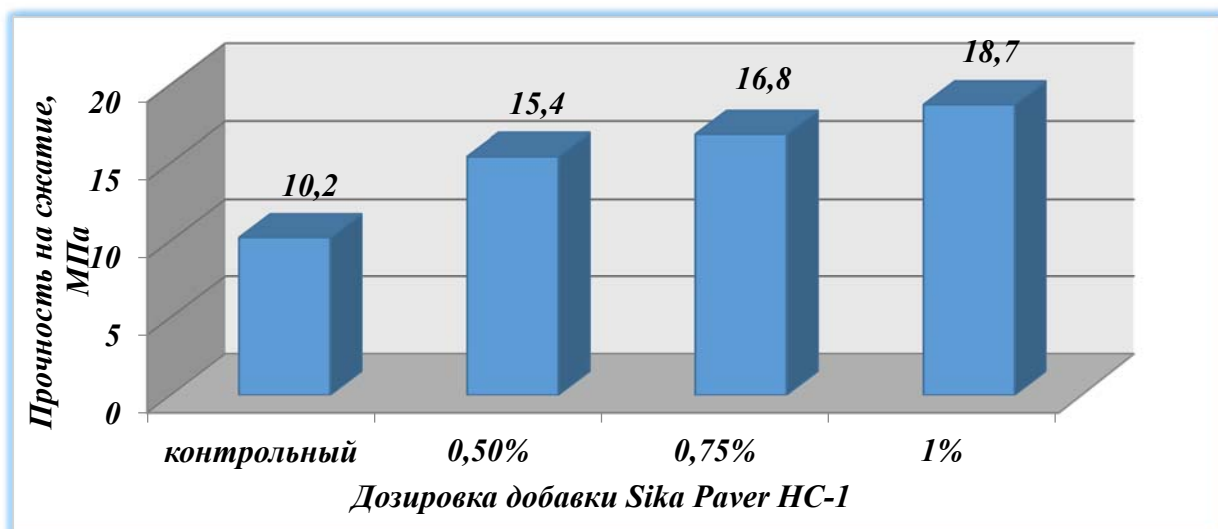


Рисунок 1. Влияние дозировки добавки Sika Paver HC-1 на прочность бетона на сжатие

По результатам проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы:

При использовании добавки Sika Paver HC-1 отмечены улучшение однородности бетона, уплотнение структуры, улучшение связности и удобоукладываемости бетонной смеси, а также ускорение твердения бетона.

Оптимальная дозировка добавки 1,0% от расхода цемента. При этом прочность бетона на сжатие составила 18,7 МПа, что на 83,3% выше значения контрольного образца.

Библиографический список

1. Баженов Ю.М., Король Е.А., Ерофеев В.Т., Митина Е.А. Ограждающие конструкции с использованием бетонов низкой теплопроводности (основы теории, методы расчёта и технологическое проектирование): Научное издание. –М.: Изд. АСВ, 2008.-320с.

2. Каспер Е.А., Замякина К.Е. Керамзитобетон низкой теплопроводности. Сборник материалов международной научно-практической конференции: в 2 томах. Актуальные проблемы архитектуры, строительства, экологии и энергосбережения в условиях Западной Сибири. Тюменский государственный архитектурно-строительный университет. 2015. С. 104-108.

3. ГОСТ 30459-96. Добавки для бетонов. Методы определения эффективности.

4. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Правила определения прочности по контрольным образцам.

Научный руководитель: Каспер Е.А., доцент.

Улучшение эксплуатационных характеристик керамзитобетонных блоков

Реутова К.В., Каспер Е.А., Каспер Е.И.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В соответствии с Федеральной целевой программой «Жилище», основными направлениями структурных изменений в архитектуре и градостроительстве в ближайшие годы являются постепенный переход преимущественно на малоэтажное строительство с сохранением многоэтажного жилищного строительства для зон крупных и крупнейших городов и сокращение объемов панельного строительства за счет расширения производства мерных строительных материалов

За рубежом и в нашей стране в области производства стеновых материалов, особенно для малоэтажного строительства, наблюдается тенденция возврата к традиционным материалам или их аналогам, производимым по современным технологиям и реализуемым в строительстве с использованием современных индустриальных методов.

Широкое развитие получили камни и мелкие блоки из легкого бетона на пористых заполнителях. Ведущими в производстве бетонных стеновых камней являются США, Великобритания, Франция, Германия, Италия, Австрия (около 40%). В нашей стране бетонные стеновые камни выпускаются в небольшом количестве, всего 7% [1].

Задачей научной работы являлось разработка состава бетона В15 Д1100 Ж1 для производства керамзитобетонных блоков на Винзилинском заводе керамзитового гравия (Тюменская область) с целью расширения номенклатуры выпускаемой продукции, обладающей более высокой прочностью и теплоизоляционными свойствами.

В настоящее время заводом освоен выпуск керамзитобетонных блоков с классом по прочности до В12,5.

Исследования проводились в следующем порядке:

1. Выбор соответствующих материалов для получения керамзитобетона с требуемыми показателями качества.
2. Выбор оптимальной дозировки микрозаполнителя с добавкой SikaPaver HC-1, которая является высокоэффективной уплотняющей добавкой для жестких и сверхжестких бетонных смесей.

По результатам предыдущих научных исследований было установлено, что оптимальная дозировка добавки SikaPaver HC-1 составляет 1% от расхода цемента.

В научной работе были использовались следующие материалы:

- цемент – Сухоложского цементного завода марки ЦЕМ I 42,5Н;
- мелкий заполнитель – керамзитовый песок с модулем крупности 2,5мм;

- крупный заполнитель – керамзитовый гравий фракции 5÷10 мм плотностью 500 кг/м³;

-микрокремнезем конденсированный – отходы феррасилиция Челябинского электрометаллургического комбината: модуль активности - 112%; массовая доля SiO₂ – 86,6%; уд. поверхность – 12м²/г; насыпная плотность 210кг/м³.

Состав бетона,: цемент = 275; керамзитовый песок=315; керамзитовый гравий=470[2].

Удобоукладываемость бетонной смеси: Ж = 5 - 10 с (Ж1).

Результаты исследований приведены в таблице 1.

Оптимальной можно считать дозировку микрокремнезема в размере 5% от расхода цемента. Прочность бетона на сжатие составила 22,2 МПа, что соответствует требуемым значениям.

По результатам научной работы можно сделать следующие выводы:

1. Для изготовления керамзитобетонных блоков методом вибропрессования получен состав бетона с показателями качества В20 Д1100 Ж1, который можно рекомендовать в производство.

2. Совместное применение 1% добавки Sika Paver HC-1 и 5% конденсированного микрокремнезема позволило получить прочность керамзитобетона при сжатии 22,2 МПа через 9 часов тепловой обработки при t=60°С, что превышает прочность контрольного образца на 117,6%.

Таблица 1

Влияние дозировки микрокремнезема на физико-механические керамзитобетона

№ состава	Добавка		Расход воды, л/м ³	Плотность бетона, кг/м ³	Прочность на сжатие, МПа	Прирост прочности на сжатие, %	Сорбционная влажность бетона, %
	Наименование	Дозировка, %					
1	2	3	4	5	6	7	8
контр	-	-	135	1105	10,2	-	4,2
2.3	Sika Paver HC-1	1,0	120	1130	18,7	83,3	2,8
3.1	Микрокремнезем + Sika Paver HC-1(1%)	5,0	127	1090	22,2	117,6	1,5
3.2		10,0	136	1100	20,6	102,0	1,2
3.3		15,0	143	1120	19,2	88,2	1,6

3. Улучшились связность, однородность и удобоукладываемость бетонной смеси, а также ускорилось твердение бетона.

4. Сорбционная влажность керамзитобетона, которая численно равна влажности материала после окончания процесса поглощения им паров воды из воздуха, составила 1,5%, что гарантирует высокие теплотехнические свойства готовых изделий в процессе эксплуатации.

Библиографический список

1. Баженов Ю.М., Король Е.А., Ерофеев В.Т., Митина Е.А. Ограждающие конструкции с использованием бетонов низкой теплопроводности (основы теории, методы расчёта и технологическое проектирование): Научное издание. –М.: Изд. АСВ, 2008.-320с.

2. Каспер Е.А., Замякина К.Е. Керамзитобетон низкой теплопроводности. Сборник материалов международной научно-практической конференции: в 2 томах. Актуальные проблемы архитектуры, строительства, экологии и энергосбережения в условиях Западной Сибири. ТюмГАСУ. 2015. С. 104-108.

3. ГОСТ 30459-96. Добавки для бетонов. Методы определения эффективности.

4. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Правила определения прочности по контрольным образцам.

5. ГОСТ 24816. Материалы строительные. Методы определения сорбционной влажности.

Научный руководитель: Каспер Е.А., доцент.

Способы регулирования плотности изделий из силикатного бетона

Рюпина Е.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Одной из задач на основании перспектив развития строительного комплекса по «Стратегии развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения на период до 2020 года» [1] является разработка технологий производства современной, энергоэффективной и ресурсосберегающей продукции.

Изделия из силикатного бетона, такие как кирпич, блоки стеновые и перегородочные отвечают этим требованиям. Производство данных стеновых материалов отличается не высокой энергоемкостью, возмож-

ностью автоматизации производственных процессов, а готовая продукция имеет ряд преимуществ над другими стеновыми материалами. К ним относится не высокая себестоимость (на 15-30% ниже по сравнению с керамическим стеновым материалом), широкая цветовая гамма и архитектурная выразительность зданий, выполненных из объемно-окрашенного силикатного кирпича, экологичность, высокая прочность и звукоизоляция. [2] Все это делает изделия из силикатного бетона востребованными как в малоэтажном, так и в многоэтажном строительстве. Однако ряд характеристик, таких как относительно высокий вес и не достаточно низкая теплопроводность, по сравнению с другими стеновыми материалами (керамическим кирпичом или керамзитобетонными блоками) делают изделия из силикатного бетона менее привлекательными для строителей.

Поэтому, поиск рационального способа снижения веса силикатного бетона является актуальной задачей. Одним из путей решения этого вопроса может быть введение в силикатную массу пористого песка, вместо части кварцевого песка. Имеются работы по исследованию влияния активированного керамзитового песка плотностью 350-400 кг/м³ на свойства силикатного бетона [3]. Снижение плотности и теплопроводности было достигнуто, но применение данного заполнителя существенно скажется на себестоимости продукции, а так же ставится вопрос о сохранности прочностных показателей. В работе приведены данные по влиянию пористого песка на основе дробленого керамзитового гравия на свойства силикатного бетона, согласно которым, путем замены 50% кварцевого песка на керамзитовый песок удается снизить плотность силикатного на 24%, практически без потери прочности.

Данная статья посвящена результатам исследования влияния пористого заполнителя, полученного путем дробления силикатного газобетона, на свойства силикатных изделий. Сырьевые материалы и технология силикатного газобетона позволяет организовать производство пористого заполнителя непосредственно на предприятиях по производству силикатных изделий, что положительно скажется на их себестоимости. Кроме того, песок пористый из дробленого газобетона не является инородным в составе силикатной массы, по сравнению с керамзитовым, и повышает полноту реакции между $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и SiO_2 .

Результаты исследования, приведенные в таблице 1, они позволяют сделать вывод, что путем варьирования доли пористого песка на основе дробленого газобетона в составе заполнителей можно регулировать плотность, а значит вес и теплопроводность силикатных изделий в широком диапазоне, в зависимости от назначения, определяемого их прочностью.

Результаты эксперимента

Контролируемые параметры	Контрольный состав	Состав, содержащий пористый песок, % от общей массы заполнителей		
		30%	50%	70%
Плотность, кг/м ³	1740	1487	1339	1270
Прочность при сжатии, МПа	15,6	12,5	9,8	7,8

Библиографический список

1. Стратегия развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения на период до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 10 мая 2016 г. № 868-р.-М., 2016.-С. 64.;
2. Хавкин Л.М. Технология силикатного кирпича. М.: Стройиздат, 1982.;
3. Чупшев В.Б. Облегченный силикатный кирпич на активированном керамзитовом песке: дис. канд. тех. наук: 05.23.05: Владимир Борисович Чупшев. – Самара., 2002. – 161 с.

Научный руководитель: Панченко Ю.Ф., старший преподаватель

**Обеспечение долговечности
цельнодеревянных армированных конструкций**

Сальный И.С., Воробьев Я.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На сегодняшний день экспериментальное исследование армированных деревянных конструкций, применяемых в строительстве, является одним из приоритетных направлений. Исследование данных конструкций позволяет создавать новые виды ограждающих и несущих деревянных конструкций [0].

Помимо вопроса, связанного с разработкой грамотного инженерного метода расчета армированных цельнодеревянных конструкций, немаловажным является и изучение вопроса по обеспечению долговечности данных конструкций. Только решая и реализуя совместно два данных вопроса можно получить конструкцию, которая будет отвечать требованиям надежности и безопасности в течение всего срока ее эксплуатации.

В силу того, что цельнодеревянная армированная балка является композитным материалом необходимо в отдельности рассматривать спо-

собы обеспечения долговечности как основного материала конструкции – древесины, так и усиливающих элементов – арматурных стержней.

Основной способ размещения арматурных стержней в цельнодеревянной балке – клеивание последних в специально подготовленные пазы вровень с растянутой и сжатой кромками деревянной конструкции [0]. В связи с чем, в процессе эксплуатации рассматриваемой конструкции, стальные арматурные стержни оказываются не полностью погруженными в тело балки (не имеют защитного слоя) и, как следствие, подвержены коррозии.

Стальные арматурные стержни по степени коррозионной стойкости подразделяются на две группы – *I* и *II* [0]. Выбор той или иной группы стальной арматуры для обеспечения коррозионной стойкости конструкции зависит от среды, в которой предполагается эксплуатация рассматриваемой конструкции. В предварительно напряженных деревянных конструкциях целесообразно использовать стальную арматуру *II* группы или неметаллическую (композитную) арматуру. В конструкциях без предварительного напряжения, эксплуатируемых в среднеагрессивных и агрессивных средах, допускается применение термомеханически упрочненной арматуры классов *A400*, *A500*, горячекатаной арматуры класса *A500* и холоднодеформированной арматуры классов *A500* и *B500*, выдерживающих испытания на стойкость против коррозионного растрескивания. Степень агрессивности среды для деревянных конструкций следует определять по таблицам *P.1 – P.5* [0].

Помимо выбора группы арматуры в рамках первичной защиты стальной арматуры от коррозии возможна ее обработка защитными антикоррозионными покрытиями. На сегодняшний день наиболее распространены следующие виды антикоррозионных покрытий для стальных стержней:

- Защита металлическими покрытиями (цинковыми и алюминиевыми). Как правило, применяется при относительной влажности воздуха в помещении 60% и выше при неагрессивной и слабоагрессивной степенях воздействия среды.
- Защита комбинированными покрытиями (лакокрасочными по металлическому слою). Данный вид покрытий используется при среднеагрессивной и сильноагрессивной степенях воздействия среды.

Для обеспечения требований долговечности деревянной конструкции следует особое внимание уделять качеству древесины, как материалу, из которого будет выполнена сама конструкция. Древесина не должна содержать пороков, которые значительно снижают ее упруго-прочностные характеристики. Значимые пороки древесины определяют согласно ГОСТ 2140-81 «Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения» [3].

Степень агрессивности среды, приводящая к коррозии древесины, назначается согласно таблицам *P.1 – P.5* [0]. К коррозии древесины приводит действие биологически активной среды, газообразная среда эксплуатации конструкции, агрессивное воздействие на древесину твердых тел, а также влияние жидкой неорганической и органической среды.

Чаще всего коррозия древесины наступает вследствие воздействия биологических агентов в результате неправильного хранения, транспортирования и эксплуатации деревянных конструкций. На сегодняшний день существуют следующие средства и способы защиты древесины от биологической коррозии (от влияния дереворазрушающих грибов и дереворазрушающих насекомых) [0]:

- Биозащитные (антисептики: водорастворимые, органорастворимые и маслянистые);
- Влагозащитные (лакокрасочные покрытия: водоразбавляемые и органоразбавляемые);
- Биовлагозащитные (пропиточные и пленкообразующие составы водоразбавляемые и органоразбавляемые);
- Химически стойкие влагозащитные (лакокрасочные материалы органоразбавляемые).

Способ применения того или иного способа защиты деревянной конструкции от коррозии назначают в зависимости от класса эксплуатации и степени агрессивного воздействия среды согласно таблицам *P.6* и *T.1* [0].

Также немаловажным является и вторичная защита древесины от коррозии посредством реализации конструктивных решений. К конструктивным мерам защиты деревянных конструкций от коррозии можно отнести предохранение древесины от непосредственного увлажнения атмосферными осадками, капиллярного и конденсационного увлажнения. Достигается это путем устройства водосливных ограждений, а также за счет обработки поверхности древесины водоотталкивающими покрытиями и герметиками. Естественная и принудительная вентиляция помещений, обеспечивающая просушку древесины, также является одним из конструктивных мер защиты древесины от коррозии за счет снижения влияния агрессивности среды.

Помимо коррозии еще одним значимым недостатком, влияющим на долговечность деревянной конструкции, является горение древесины. Для того, чтобы снизить горючесть древесины существует три основных способа [3]:

- Обработка древесины огнезащитными составами (пропитками), которые снижают скорость термического разложения целлюлозы и лигнина. К огнезащитным составам относятся антипирены;

- Обработка древесины огнезащитными обмазками, которые препятствуют загоранию древесины и ее пиролизу. Огнезащитные обмазки представляют собой композиции на основе минеральных вяжущих (цементов различных видов, гипса строительного, жидкого стекла, фосфатных связующих, наполненных асбестом и т.д.);

- Защита древесины теплоотражающими покрытиями.

Таким образом, только совместно реализуя подходы по обеспечению долговечности древесины, как основного материала конструкции, и усиливающих ее элементов – стальных арматурных стержней, возможно получить долговечную цельнодеревянную армированную конструкцию, которая будет отвечать требованиям надежности и безопасности на протяжении всего срока службы.

Библиографический список

1. Стоянов В.В. Повышение несущей способности деревянных изгибаемых элементов / В.В. Стоянов, Ш. Жгалли // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2016. - № 1. - С. 115 – 121.

2. СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии. – М.: Министерство регионального развития Российской Федерации, 2011. - 99 с.

3. ГОСТ 2140-81 Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения. - М., 1990. - 154 с.

4. Хасанов Р.Ш. Обеспечение долговечности деревянных конструкций и изделий: учебное пособие / Р.Ш. Хасанов, Р.Ф. Хуснутдинов. - Уфа: Монография, 2005. – 232 с.

Научный руководитель: Зелиг М.П., старший преподаватель

Методы повышения долговечности дорожных плит

Селезнева О.И., Буратчук Д.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Повышение требований к долговечности дорожных одежд вызвано ростом грузоподъемности транспортных средств и интенсивности движения на дорогах. За последнее десятилетие автомобильный парк России вырос в три раза. На некоторых дорогах интенсивность движения в 1,5-3 раза превышает допустимую для данной категории дороги. Вследствие этого состояние российских дорог с каждым годом только ухудшается, но есть выход: больше строить дорог из бетона. Он отвечает возрастающим требованиям движения, особенно на грузонапряжённых магистралях [1].

Преимуществами бетонного покрытия по сравнению с покрытиями, построенными с применением органических вяжущих, являются стабильные транспортно-эксплуатационные показатели и высокая долговечность.

В настоящее время в России построено 9790 км дорог с бетонными покрытиями. Для сравнения, в США насчитывается 120 тыс. км таких дорог.

Срок службы цементобетонных покрытий в России существенно ниже, чем в развитых зарубежных странах.

Высокая долговечность бетона позволяет сократить расходы на содержание и ремонт до минимума. Применяя цементобетон на современном уровне, с использованием специальных добавок, регулирующих сроки схватывания, прочность, морозостойкость, инновационных методов укладки и ухода за бетоном, с реализацией новых конструкции дорожных одежд, отвечающих современным методам можно добиться повышения качества дорожного покрытия и увеличения показателей надежности и долговечности автомобильных дорог [2,3].

Рассмотрим одну из самых передовых технологий в мире – строительство дорог из постнапряженных бетонных плит, стянутых стальными канатами [4].

Железобетонные преднапряженные плиты доставляются к месту укладки на дорогу. Плиты снабжены специальными сквозными каналами в средней части диаметром 15-25 мм, ориентированных вдоль полотна (и поперек при строительстве многополосных дорог), а также шпунтованными боковыми гранями.

Наличие сквозных каналов и шпунтованных граней позволяет стягивать такие плиты вдоль полотна в пакеты из 10-15 плит, стыкуемые шпунтованными гранями, укладываемые на слой песка на грунте, покрытый полиэтиленовой пленкой. Стальные канаты защищены от различных климатических воздействий натягивают усилием от 5 до 30 тн на каждый канат, а концы стальных канатов закрепляются клиновыми анкерами в специальных крепежных пустотах в плитах, которые после этого омоноличиваются быстротвердеющим бетоном. Готовое железобетонное основание автомобильной дороги может быть покрыто слоем асфальта или литого мелкозернистого асфальтобетона толщиной 30-40 мм. Такие дороги начали строить в США, при этом производительность труда по укладке дорожного полотна по новой технологии превышает аналогичную для комплекса машин монолитного бетонирования дорог, существующую в России и других странах, в 8-10 раз.

Скрепление разработанных преднапряженных железобетонных плит осуществляют стягиванием стальными канатами в пакеты, содержащие от 5 до 20 плит, при этом между торцами плит на канаты надевают упругие

элементы, выполненные предпочтительно из резины в виде цилиндров или параллелепипедов, и обеспечивают после натяжения стальных канатов величину швов между плитами в пределах от 10 до 40 мм. Благодаря стягиванию плит в дорожное покрытие вместо арматуры высокопрочными стальными канатами обеспечивается возможность быстрого монтажа высокопрочного и долговечного дорожного покрытия в условиях строительной площадки простом основании - утрамбованном земляном или песчаном полотне.

Наличие резиновых элементов на стальных канатах между плитами со стороны торцевых граней позволяет эффективно гасить периодические знакопеременные нагрузки на дорожное полотно, повышая, таким образом, надежность и долговечность сборного дорожного покрытия. Использование крепежных пустот на верхней поверхности крайних в пакетах плит для протягивания стальных канатов и скрепления их с крепежными анкерами существенно облегчает процесс стягивания плит в пакеты при одновременном обеспечении качественного натяжения и закрепления стальных канатов с анкерами с омоноличиванием полостей бетоном.

Новая технология обеспечивает повышение эксплуатационных характеристик и долговечности дорожного покрытия, ускорение строительства дорог при минимизации материалоемкости объемов выполняемых работ.

В работе исследовалось влияние применяемых добавок, а также определяется их оптимальная дозировка с целью улучшения прочностных характеристик бетона.

Составы исследуемых бетонных смесей на 1 м³ представлены в таблице 1. На диаграмме 1 представлены результаты испытаний образцов на сжатие.

Используемые добавки (Д) пронумерованы и обозначены в таблице 1, где отражены их дозировка (%) и расход на замес (мл):

1. Техно Флоу 70 – пластифицирующая добавка
2. Centrament Air 202 – воздухововлекающая добавка
3. MC-PowerFlow 3100 – гиперпластификатор добавка

Таблица 1

Составы исследуемых бетонных смесей

Д	Состав	Расход на 1 м ³ , кг.				
		Ц	В	Щ	П	Д, мл
1	1	295	175	1125	895	25
2	2	295	224	1125	895	2
2 и 3	3	295	144	1125	895	5 и 20

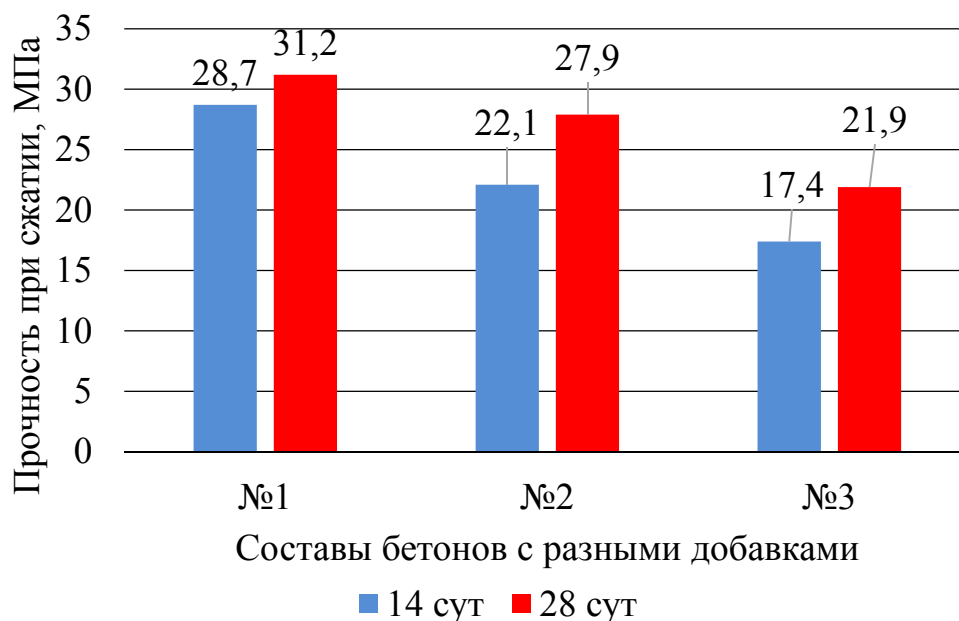


Диаграмма 1. Результаты испытаний образцов на сжатие, Мпа

Библиографический список

1. ГОСТ Р 52748-2007. Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения и габариты приближения. [Текст]. – Введ. 2005-07-24.–М.: Стандартинформ, 2008. – 13 с.
2. Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашников В.И. Модифицированные высокопрочные бетоны / Ю. М. Баженов, В.С. Демьянов, В.И. Калашников // - М.: Изд-во АСВ, 2006. – С.368
3. Баженов Ю.М. Технология бетона / Ю.М. Баженов М.: Издательство АСВ, 2007. - 526с.
4. Бикбау М.Я. Новая технология строительства дорог из сборных железобетонных плит / Бикбау М.Я М.: Издательство Строительная орбита, 2009. – 20с

Научный руководитель: Селезнева О.И., канд. техн. наук, доцент.

Подвижность бетонной смеси в условиях сухого жаркого климата

Селезнева О.И., Суровцев И.А., Рюпина Е.А., Улихина А.В., Асоев Н.Н.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Сухой и жаркий климат в летнее время для определённых регионов России периодически может достигать +25°С и выше с низкой относительной влажностью воздуха (менее 50%) в дневное время. Эти факторы сильно влияют на подвижность и удобоукладываемость бетона при его транс-

портировке с последующим твердением на строительной площадке, что вызовет расслаиваемость и сильное испарение влаги.[1,2,3,4,5,6,7,8]

В работе исследуется влияние применяемых добавок, а также определяется их оптимальная дозировка с целью сохранить жизнеспособность бетонной смеси в условиях сухого жаркого климата. Кроме того, необходимо выяснить насколько сильно заданные условия приготовления и транспортировки, а также применяемые добавки повлияют на прочностные характеристики затвердевшего бетона.

Составы исследуемых бетонных смесей, в том числе контрольный (К) на 1 м³ представлены в таблице 1.

Водоцементное отношение оставалось неизменным.

Используемые добавки (Д) пронумерованы и обозначены в таблице 1, где отражены их дозировка (%) и расход на замес (мл):

4. Centrament Air 202 – воздухововлекающая добавка
5. MC-PowerFlow 2695 – гиперпластификатор добавка
6. MC-Techniflow 70 – сильно-пластифицирующая добавка
7. Centrament N 101 – суперпластификатор MC-поколения

Удобоукладываемость исследуемых составов

Результаты удобоукладываемости по показателю ОК представлены ниже в виде графиков (рисунок 1-4), где отражена подвижность бетонной смеси начальная (синяя линия) и после воздействия температуры (красная линия). Был проанализирован совместный результат действия температуры и различных добавок на осадку конуса бетонной смеси.

Контрольный состав без добавок изначально показал ОК равную 13 см, после сушильного шкафа подвижность уменьшилась до 1 см.

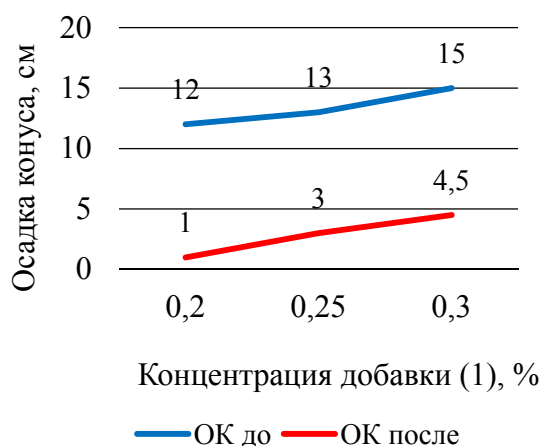


Рисунок 1 – ОК бетонной смеси с добавкой Centrament Air 202

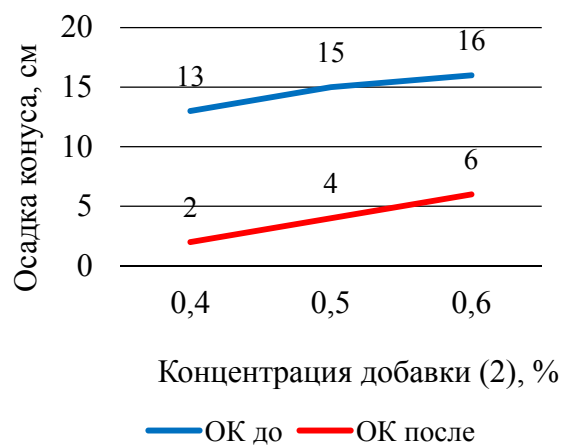


Рисунок 2 – ОК бетонной смеси с добавкой MC - PowerFlow 2695

Добавка Centrament Air 202 после воздействия агрессивной среды при повышенной температуре не оказала ожидаемого требуемого воздействия, при этом произошло значительное снижение удобоукладываемости

бетонной смеси, в среднем составы после воздействия повышенной температуры сохранили лишь 20% подвижности при данных дозировках.

Добавка MC-PowerFlow 2695 в 4, 5 и 6 составе также не способствовала сохранению заданной подвижности при воздействии повышенной температуры. В среднем осадка конуса уменьшилась на 74% от изначального значения при трех различных дозировках добавки.

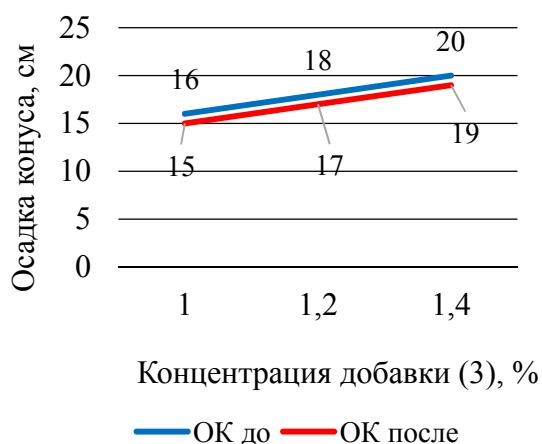


Рисунок 3 – ОК бетонной смеси с добавкой MC-Techniflow 70

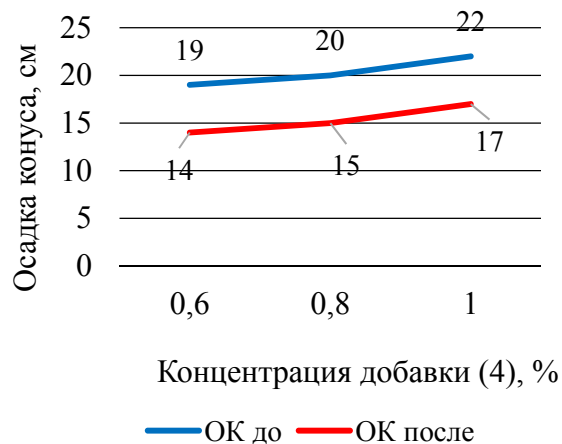


Рисунок 4 – ОК бетонной смеси с добавкой Centrament N 101

Составы в данном случае позволили сохранить большую часть подвижности бетонной смеси, в среднем это 93%, ОК уменьшилась на 1 см. Добавка MC-Techniflow 70 позволила эффективно сохранить изначальную удобоукладываемость, снижение было не столь значительно, каждая дозировка добавки в равной степени повлияла на подвижность бетонной смеси.

Согласно полученным результатам, составы с добавкой Centrament N 101 сохранили в среднем лишь 74% подвижности. Эффект от нее несколько хуже, чем от MC-Techniflow 70.

При сравнении с контрольным составом удалось добиться положительного эффекта от применения всех добавок. Исследуемые добавки показали, что применение химических веществ в составе бетонной смеси позволяет регулировать её свойства, однако каждая отдельная добавка в разной степени влияет на сохранность подвижности бетонной смеси, изготовленной в условиях повышенной температуры.

Библиографический список

1. Баженов, Ю.М. Технология бетона / Ю.М. Баженов М.: Издательство АСВ, 2007. - 526с.
2. Алиев С.А. Бетонные композиты на основе техногенного сырья для условий сухого жаркого климата: дис. канд. техн. наук: 05.23.05 / С.А. Алиев. – Махачкала: 2011.

3. Мохаммед Хельми Абдель Мохти Таман. Управление процессами структурообразования и твердения модифицированных цементных систем применительно к условиям сухого жаркого климата: дис. канд. техн. наук: 05.23.05 / Мохаммед Хельми Абдель. – Воронеж.: 2011. – 157 с.

4. Магатте С. Мелкозернистые дорожные бетоны с комплексной модифицирующей добавкой для эксплуатации в условиях сухого и жаркого климата: дис. канд. техн. наук: 05.23.05 / С. Магатте. – Ростов-на-Дону: 2009. – 205 с.

5. Темкин Е.С. Повышение стойкости и эффективности бетонов в условиях сухого жаркого климата: дис. канд. техн. наук: 05.23.05 / Е.С. Темкин. – М.: 2001. – 340 с.

6. Хо Нгок Кхоа. Технология устройства монолитных бетонных конструкций в переменных температурно-влажностных условиях: применительно к условиям Вьетнама: дис. канд. техн. наук: 05.23.08 / Хо Нгок Кхоа. – М.: 2007. – 179 с.

7. Аруова Л.Б. Теоретические и практические аспекты комбинированной гелиотермообработки бетона в условиях сухого жаркого климата Республики Казахстан: дис. док. техн. наук: 05.23.08 / Л.Б. Аруова. – М.: 2006. – 242 с.

8. Маренков В.А. Трещиностойкость предварительно напрягаемых железобетонных элементов в условиях резко континентального климата: дис. канд. техн. наук: 05.23.01 / В.А. Маренков. – Волгоград: 2007. – 127 с.

Научный руководитель: Селезнева О.И., канд. техн. наук, доцент.

Характерные дефекты железобетонных конструкций при монолитном строительстве

Сироткин А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Так как все процессы строительства тесно связаны между собой, скорость и качество строительства будут зависеть от правильности выполнения данных процессов и от соблюдения проектных требований, решений, которые выдает проектировщик. Очень часто при несоблюдении технологии или каких-либо проектных требований во время строительства появляются дефекты в строительных конструкциях. Соответственно снижается надежность и долговечность конструкций.

Дефект – отдельное несоответствие конструкции, изделия, материала какому-либо параметру, установленному требованиями проекта или нормативно-технического документа (СП 13-102-2003, п. 3). Износ зданий значительно ускоряется при проявлении дефектов.[1]

Выделяют наиболее часто встречающиеся дефекты:

- раковины, пустоты на поверхности бетона (рисунок 1);



Рисунок 1. Раковины пустоты, на поверхности бетона

- трещины, раскрытием не свыше 0,2 мм, в том числе усадочные, а также, трещины от воздействия временной нагрузки и температуры раскрытие увеличивается не более чем на 0,1мм;
- сколы бетона (без нарушения защитного слоя арматуры);
- выцветивание бетона (рисунок 2);



Рисунок 2. Выцветивание бетона

- трещины раскрытием более 0,2мм (которые считаются коррозионно-опасными) и трещины раскрытием более 0,1мм, в зоне рабочей арматуры предварительно напряженных пролетных строений, том числе и вдоль участков под постоянной нагрузкой;
- трещины раскрытием более 0,3мм под временной нагрузкой (рисунок 3);



Рисунок 3. Трещины под временной нагрузкой

- сколы (с нарушением защитного слоя арматуры) (рисунок 4);



Рисунок 4. Сколы

- поверхностная и глубинная коррозия бетона;

- пустоты, раковины;

- косослой бетона (рисунок 5);



Рисунок 5. Косослой бетона

- наплывы бетона (рисунок 6);



Рисунок 6. Наплывы бетона

- уменьшение толщины защитного слоя бетона;

- трещины, не предусмотренные расчетом ни по прочности, ни по выносливости;

- наклонные трещины в стенках балок;

- горизонтальные трещины в сопряжениях плиты и пролетных строений;

- большие раковины и пустоты в бетоне сжатой зоны;

Недостаточная толщина защитного слоя зачастую связана с неправильной установкой или смещением опалубки, ее некачественной поверхностью, а также с нарушением или отступлением от проекта при выполнении арматурных и бетонных работ. Прочность бетонной смеси при перевозке и укладке может снижаться на тридцать процентов [2].

Некоторые дефекты могут и не проявиться в ходе строительства, а проявятся только в ходе эксплуатации. Однако наиболее масштабные и многочисленные дефекты проявляются во время строительства сооружения. Предрасположенность монолитного бетона к зарождению дефекта напрямую связана с его природными характеристиками. Упущения в технологии ведения работ приводят к потере прочности и долговечности, могут привести к разрушению конструкции.[3]

Многие ученые пытаются решить проблему с дефектами в монолитном строительстве, путем улучшения контроля за качеством и ходом строительства. Это является хорошим тоном, но, несмотря на все их попытки грандиозным успехом это пока не увенчалось. В настоящее время, сначала строятся монолитные дома, а потом в процессе того же самого строительства обнаруживаются дефекты и конструкции приходится усиливать. Усиление, как известно, занимает немало средств и труда, что не уменьшает сроки строительства. Поэтому, на мой взгляд, необходимо учитывать возможные появления дефектов уже на стадии проектирования, найти те зоны, конструкции, где априори нужно закладывать высокие запасы прочности.

Библиографический список

1. Адамцевич А.О., Пустовгар А.П. Оптимизация организации производственных процессов монолитного строительства // Вестник МГСУ. 2013. № 11. С. 242—248.

2. Волков, А. С. Влияние дефектов строительства на несущую способность железобетонных конструкций монолитного каркасного здания / А. С. Волков, Е. А. Дмитренко, А. В. Корсун // Строительство уникальных зданий и сооружений. - 2015. - № 2(29). - С. 45-56.

3. Евдокимова Е.С. Типичные дефекты в технологиях монолитного домостроения/ Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2016. Т. 1. С. 253-257.

4. Физдель, И.А. Дефекты и методы их устранения в конструкциях и сооружениях /И.А. Физдель. – М. : Стройиздат, 1969.

Научный руководитель: Зелиг М.П., старший преподаватель.

Исследование прочности стеклопластиковой арматуры

Соляр В.Б.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Исследования проводились в кафедральной научной экспериментальной лаборатории ТИУ на оборудовании для испытаний на растяжение Instron 3382, общий вид которой показан на рисунке 1.



Рисунок 1. Instron 3382

Испытанию на осевое растяжение подверглись мерные отрезки длиной 150 мм из стеклопластиковой арматуры диаметром 6 мм. Всего было испытано 30 образцов. Результаты кратковременных испытаний приведены в таблице 1. Кроме того, были установлены 3 образца на длительное испытание в течение 24 часов для того, чтобы определить, проявляются ли пластические деформации в арматуре при длительных нагрузках.

Таблица 1

№ образца	Разрушающая нагрузка Р, Н	Предел прочности, МПа по результатам испытаний на растяжение R	№ образца	Разрушающая нагрузка Р, Н	Предел прочности, МПа по результатам испытаний на растяжение R	№ образца	Разрушающая нагрузка Р, Н	Предел прочности, МПа по результатам испытаний на растяжение R
1	9212,66	326,1	11	8700,52	307,9	21	7920,38	280,3
2	9281,66	328,4	12	9354,18	331,1	22	9584,63	339,2
3	8819,89	312,1	13	9281,39	328,5	23	10008,35	354,2

Окончание таблицы 1

4	8290,44	293,4	14	9200,30	325,6	24	7970,41	282,1
5	9448,82	334,4	15	9984,53	353,4	25	10013,53	354,3
6	10015,63	354,4	16	7900,60	279,6	26	9768,19	345,6
7	7881,75	278,9	17	8613,84	304,9	27	8986,35	317,9
8	8938,22	316,4	18	9607,71	339,9	28	10002,97	353,9
9	9946,45	352,1	19	9305,98	329,3	29	10001,24	353,9
10	10003,13	353,9	20	8908,74	315,3	30	7998,87	283,1

При статистической обработке результатов испытаний, определены, первичные данные статистического ряда случайной величины предела прочности арматуры, таблица 2.

Таблица 2

N, шт	R _{min} , МПа	R _{max} , МПа	R _{ср} , МПа	R _r , МПа	K, шт	δ R, МПа
30	278,9	354,4	316,7	75,5	6	12,6

N - число наблюдений; R_{min} - минимальное значение прочности; R_{max} - максимальное значение прочности; R_{ср} – среднее значение прочности; R_r = R_{max} - R_{min} - размах вариации прочности; K = 1 + 3,332 lgN = 5,9 ≈ 6 - число интервалов ряда, здесь lgN = lg30 = 1,48; δ R = R_r/K - ширина интервала ряда.

Из полученных опытных данных результатов испытаний предела прочности стеклопластиковой арматуры на растяжение определены сводные характеристики статистического ряда, таблица 3.

Таблица 3

Mr, МПа	D, МПа ²	σ, МПа	V
321,32	526,38	22,94	0,071 (7,1%)

Математическое ожидание: $Mr = \frac{\sum_1^k R_{ic} m_{i3}}{N}$; Дисперсия: $D = \frac{\sum_1^k (R_{ic} - Mr)^2 m_{i3}}{N}$;

Среднее квадратичное отклонение (стандарт): $\sigma = \sqrt{D}$; Коэффициент вариации: $V = \frac{\sigma}{Mr}$.

В нашем случае $F(R) = 0,5[1 + \Phi(\frac{R - 321,32}{5,05})]$, где

$\Phi(Z) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^Z \exp(-\frac{Z^2}{2}) dZ$ – табличное значение интеграла вероятности.

Здесь $R = R_{ic}$.

Рассматривается максимальное значение модуля разности между статистической функцией распределения F_{is} и соответствующей теоретической функцией распределения $F(R)$. В нашем случае:

$$D = \max |F_{is} - F(R)| = |0,528 - 0,316| = 0,212 \approx 0,22$$

Значения вероятности $P(\lambda)$ приведены в таблицах А.Н. Колмогорова. $\lambda = D\sqrt{N} = 0,22 \cdot \sqrt{30} = 1,21$, тогда $P(\lambda) = P(1,21) \approx 0,108$, что позволяет гипотезу о нормальном распределении предела прочности стеклопластиковой арматуры R считать совместимой с опытными данными.

В нормах проектирования значение нормативного сопротивления предела прочности на растяжение стеклопластиковой арматуры R_{bn} принято с обеспеченностью 0,95, т.е. вероятность того, что предел прочности арматуры на растяжение R окажется меньше R_{bn} равна $1 - 0,95 = 0,05$, тогда $F(R < R_{bn}) = 1 - 0,95 = 0,05$.

Определим R_{bn} для нашей исходной выборки. При $\Phi(Z) = -0,9$, $Z = -4,5$. Но $Z = \frac{R_{bn} - Mr}{\sigma} = -4,5$, или $R_{bn} - Mr = \sigma \cdot (-4,5)$, тогда $R_{bn} = 283,46$ МПа.

Для примера определим вероятность того, что предел прочности стеклопластиковой арматуры на растяжение примет значение меньше расчетного. $F(R < R_b) = F(R < 218,05 \text{ МПа}) = 0,5[1 + \Phi(Z)] = 0,5[1 + \Phi(\frac{218,05 - 321,32}{22,94})] = 0,5[1 + \Phi(-4,48)] = 0,5[1 - 0,9999] = 0,00005$.

Значит, вероятность того, что прочность арматуры на растяжение примет значение больше расчетного ($R_b = 283,5 \text{ МПа} > R$) будет равна: $1 - F(R < R_b) = 1 - 0,00005 = 0,99995$. - это и есть характеристика надежности арматуры. Так как расчет прочности стеклопластиковой арматуры, измеряемый в МПа, является условной величиной по причине неопределенного значения площади несущих стеклянных волокон, предпочтительнее назначать для такой арматуры, величину расчетного сопротивления в виде разрывного усилия в 8 кН.

При выдержке 3-х образцов под нагрузкой 90% от среднего значения разрывного усилия в течении суток, произошло падение напряжений в стержнях, в среднем на 40% от разрушающего усилия по причине проявления пластических деформаций в арматуре. Поэтому для расчета прочно-

сти изделий необходимо предварительно вводить коэффициент надежности по материалу арматуры $\gamma_a=0,6$, так как, после приложения растягивающих усилий к выдержанным образцам разрушение их произошло при напряженных составляющих 70% первоначального значения.

Библиографический список

1. Ротштейн Д.М. Методические указания «вероятностные методы в строительной механике и расчёты надёжности строительных конструкций».- Тюмень: ТИУ, 2017.

Научный руководитель: Бай В.Ф., канд. техн. наук, доцент.

Самоуплотняющийся бетон

Сохоян М.О., Лотов А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Самоуплотняющийся бетон - это бетон, который способен уплотняться под действием собственного веса.

Виды смесей для изготовления самоуплотняющегося бетона:

- Высокоподвижная смесь - используется для неармированных и слабо армированных конструкций и маркируется как SF1; для обычных сооружений - маркировка SF2; для вертикальных элементов, густоармированных конструкций, имеющих сложную форму, для торкретирования, нанесения на поверхность железобетонных изделий тонкого слоя смеси - маркировка SF3;

- Вязкая смесь - используется для изделий с высоким качеством поверхности, не предполагающей дополнительной обработки - маркировка VS1/VF1; для повышения тиксотропности материала, конструкций невысокой прочности, расположенных на значительном удалении от места их изготовления - маркировка VS2/VF2;

- Легкоформируемая смесь - используется для вертикальных сооружений, армированных с шагом $h_a=80\div 100$ мм - PA1; для аналогичных конструкций с шагом $h_a=60\div 80$ мм - маркировка PA2;

- Смесь устойчивая к расслоению - используется для вертикальных ж/б конструкций с шагом арматуры менее 80 мм и высотных элементов, при максимальном расстоянии транспортировки $L_{max}<5$ м маркировка SR1; для тонкостенных профилей и стен, у которых $h_a > 80$ мм, при $L_{max}>5$ м маркируется как SR2 [1].

Набор прочности при твердении самоуплотняющегося бетона показан на рисунке 1.

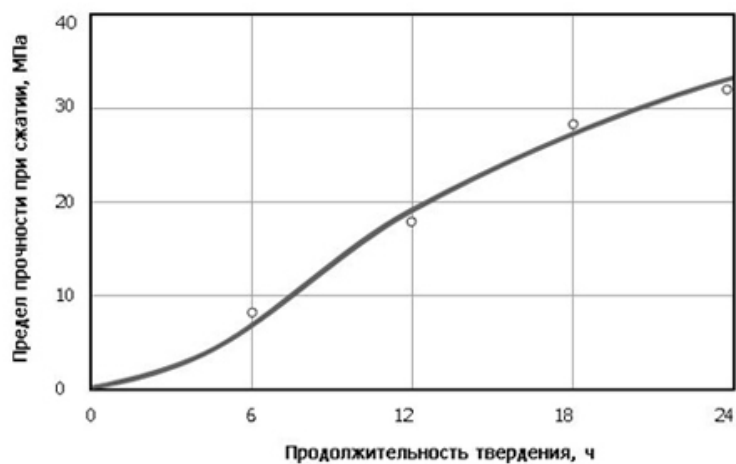


Рисунок 1. Набор прочности

Относительный прирост прочности и себестоимости самоуплотняющегося бетона показан на графике 2.

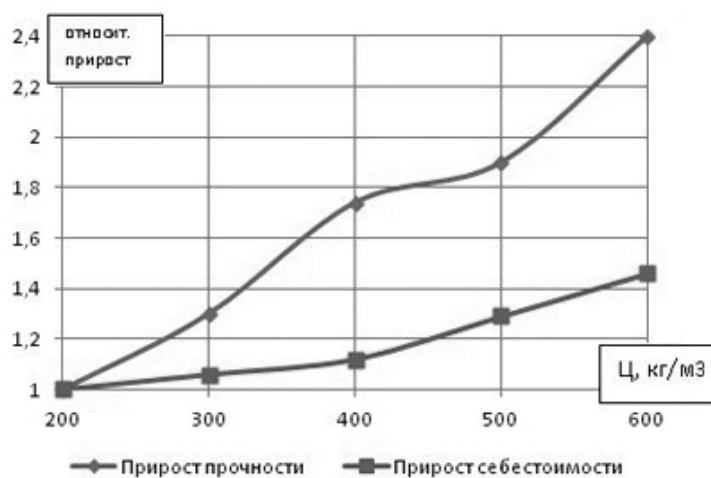


Рисунок 2. Прирост прочности и себестоимости

В составе самоуплотняющегося бетона обязательно есть поликарбонат — это высокоэффективный комплексный полимерный модификатор. Также в состав входят: портландцемент со сниженным тепловыделением, молотый известняк или зольная пыль, крупный и мелкий заполнитель, специальные добавки, вода. Количество компонентов зависит от необходимого вида продукта [2].

Бетонная смесь характеризуется низким водоцементным соотношением 0,38–0,4, при этом обладает высоким показателем удобоукладываемости - до 70 см. Качественный самоуплотняющийся бетон отличается повышенной плотностью, отсутствием в структуре капилляров и крупных пор. Эта особенность значительно снижает риск развития коррозионных, окислительных процессов. Его прочность на сжатие доходит до 100 МПа, модуль эластичности колеблется в пределах 30–36 ГПа, содержание воздуха не превышает 6 % [3].

К достоинствам СУБ относится то, что он равномерно распределяется по всему поперечному сечению, не расслаивается, обеспечивает высокое качество поверхностей и не нуждается в дополнительной обработке, долговечен, т.к. имеет плотную структуру с полным отсутствием крупных пор. Поэтому вода не проникает в глубь ЖБК и процент коррозии арматуры крайне мал, он сохраняет свои технологические параметры при длительных транспортировках на большие расстояния. Использование самоуплотняющегося бетона позволяет нам строить здания и сооружения с высокой прочностью без использования виброуплотнителя, снижая уровень шума, сокращая сроки строительства и трудовые затраты, кроме того у таких зданий сооружений высокий уровень шумоизоляции и виброизоляции.

К недостаткам же можно отнести дороговизну и повышенный коэффициент ползучести самоуплотняющейся смеси [4].

Особенности укладки самоуплотняющегося бетона [5]:

- Использование большого количества суперпластификаторов в растворе замедляет схватывание уложенной смеси;
- В процессе перевозки раствора на протяжении часа и более, эффективность суперпластификатора снижается, соответственно и снижается подвижность раствора;
- При подаче раствора по трубопроводу к участку, с расстоянием более 200 метров, образуются расслоения и неоднородное состояние готового изделия. Поэтому качество ухудшается, прочностные характеристики снижаются и увеличиваются сроки выполнения на работы;
- Не допускается наличие жидкости в опалубке до ее заполнения, т.к. малейшее количество лишней воды может привести к расслоению и снизить качество бетона;
- Важно соблюдать непрерывное бетонирование в процессе укладки.

Для улучшения качества самоуплотняющегося бетона используют песок и щебень мелких фракций чтобы изготовить бетон высокой прочности. Применение ультрадисперсного и микродисперсного наполнителя увеличивает прочность, коррозионную стойкость и снижает возможность образования трещин [6].

Библиографический список

1. Рейман Й. UPCRETE® и самоуплотняющийся бетон новая технология для сборных элементов со строгими требованиями // Бетон и железобетон. – СПб., 2010. – с. 24-26.
2. Базанов, С.М. Самоуплотняющийся бетон — эффективный инструмент в решении задач строительства Электронный ресурс. / С.М. Базанов, М.В. Торопова // Весь бетон 2008. — Режим доступа: <http://www.allbeton.ni/article/36/13.html>, свободный. - Загл. с экрана.
3. Батудаева А.В., Кардумян Г.С., Каприелов С.С. Высокопрочные модифицированные бетоны из самовыравнивающихся смесей // Бетон и железобетон. 2005. - август, 4 (535). - 14 с.
4. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны // М.: Стройиздат, 1998.87 с.
5. Шейкин А.Е., Чеховский Ю.В., Бруссер М.И. Структура и свойства цементных бетонов. –М.: Стройиздат, 1979. – 344 с.
6. Дворкин Л.И. Практическое бетоноведение в вопросах и ответах: Справочное пособие // – СПб.: ООО «Строй-Бетон», 2008. – 328 с.

Научный руководитель: Зелиг М.П., старший преподаватель.

О работе сборных железобетонных плит перекрытий крупнопанельных жилых домов серии 121/14Т

Студинская М.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Сборные железобетонные конструкции – детали крупнопанельных жилых домов серии 121Т, выпускаемые в массовом порядке заводом КЖД Тюменской домостроительной компании, постоянно совершенствуются в конструктивном отношении. Этим обусловлена актуальность выявления особенностей фактической работы конструкций в составе жилого дома.

В работе [1] приведены результаты натурных испытаний ряда конструкций жилой секции дома, в том числе, железобетонных плит междуэтажных перекрытий марок П6-1, П4-1. Испытания носили сертификационный характер, проводились с доведением конструкций до стадии разрушения (рисунок 1) с целью определения соответствия плит их проектным требованиям.

В ходе испытаний были выявлены значительные превышения величин разрушающих нагрузок их контрольных и расчетных значений.

В настоящей работе проведена расчетная проверка несущей способности плит перекрытий с учетом результатов испытаний и с целью определения возможности оптимизации армирования плит.



Рисунок 1. Фрагмент испытаний плиты перекрытия П6-1.
Разрушение в середине пролета свободной грани плиты [1]

Основные параметры исследуемых плит перекрытия следующие: размеры $l \cdot b \cdot h = 5,7 \cdot 3,58 \cdot 0,12$ (м); материалы: бетон тяжелый класса В15 по прочности на сжатие, арматура класса А400 \varnothing 8 мм; расчетная схема – свободное опирание по трем сторонам, нагрузка равномерно распределенная по всей площади сечения (рисунок 2).

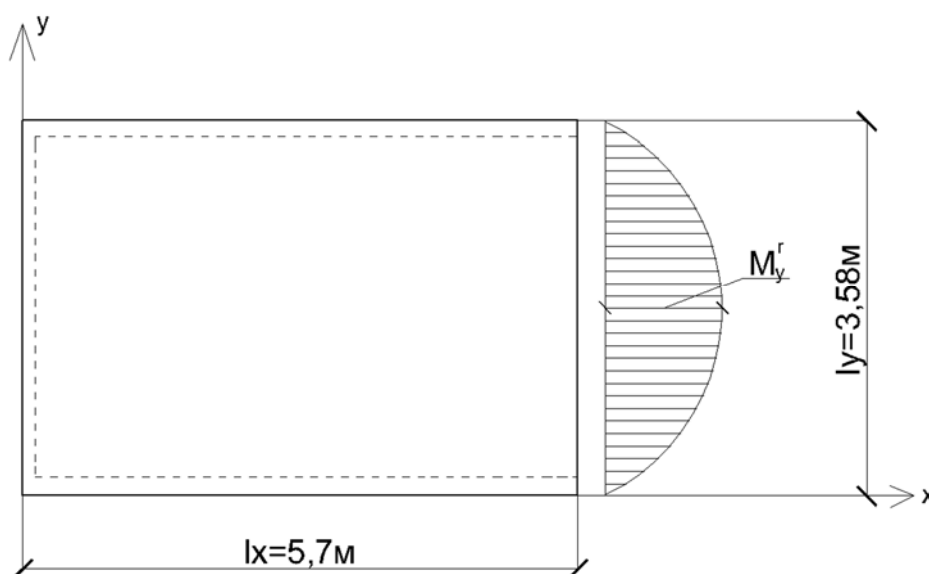


Рисунок 2. Расчетная схема плиты перекрытия

Разрушение происходит по нормальному сечению в середине свободно висящей грани плиты, причина разрушения – изгибающий момент, вызывающий напряжения текучести в растянутой арматуре с последующим разрушением сжатого бетона (1-ый расчетный случай).

К расчету принимается сечение плиты вдоль ее свободной грани размерами $b \cdot h = 100 \cdot 12$ см, $A_s = 5,03$ см² (10ø8 А400).

Согласно [3] предельный изгибающий момент для рассматриваемого сечения:

$$M_{ult} = 1691 \text{ кг} \cdot \text{м/м}$$

Используя метод предельного равновесия [2] для расчета прямоугольных плит, опертых по трем сторонам, максимальный пролетный изгибающий момент в середине свободной грани, отнесенный к единице ширины плиты 1м, определяется по формуле:

$$[M_y^r] = \alpha \cdot q \cdot l_y^2,$$

здесь $\alpha=0,1273$ при $\frac{l_x}{l_y} = 1,59$

Фиксированное значение разрушающей нагрузки составило $q=1863$ кг/м², что соответствует значению разрушающего момента $M_y^r = 3039,5$ кг · м/м.

Проектом серии 121Т предусмотрено использование плит перекрытия Пб-1, П4-1 для разных вариантов по назначению. Ниже, в таблице 1, представлены варианты назначения плит перекрытий, расчетные нагрузки на них с учетом коэффициента надежности по назначению $\gamma_n=0,95$, расчетные значения изгибающих моментов в среднем сечении свободной грани плит M_y^r , значение момента M_{ult} , значение разрушающего момента M_y^r .

Из таблицы следует, что превышение несущей способности плит в зависимости от их назначения составляет от 1,5 до 28%. Разрушающая нагрузка превышает расчетную в 1,8 раза.

Таблица 1

Расчетные нагрузки и изгибающие моменты в середине свободной грани плиты	Варианты назначения плит перекрытий		
	1)Жилые помещения	2)Общественные и административные помещения	3)Торговые помещения
q , кг/м ²	750	793	1021
M_y^r , кг · м/м	1224,0	1294,0	1666,0
M_{ult} , кг · м/м	1691,0		
$[M_y^r]$, кг · м/м	3039,5		

Вывод: испытаниями плит междуэтажных перекрытий крупнопанельных жилых домов серии 121Т и их проверочными расчетами установлены резервы прочностных характеристик плит, составляющие до 28 % в зависимости от характера плит по назначению.

Библиографический список

1. Ротштейн Д.М. Оценка надежности железобетонных конструкций крупнопанельных жилых домов из блок-секций 121/14Т. Научно-технический журнал «Вестник ТюмГАСУ», 2015г. – С.3-6
2. Железобетонные конструкции / И.И.Улицкий, С.А.Ривкин, М.В.Самолетов и др. - Киев.: «Будивельник», 1972. – стр. 992
3. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 . – М.: Минрегионразвития, 2012. – 152 с.

Научный руководитель: Ротштейн Д.М., канд.техн.наук, доцент

Факторы, влияющие на долговечность железобетонных конструкций

Студинская М.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Существенная часть строительных конструкций подвергается разрушению из-за воздействия агрессивных сред. Примерно 40 % капитальных вложений используется на восстановление и ремонт поврежденных конструкций в промышленно развитых странах и не более 60 % вкладывается в новое строительство. В России затраты на ремонт и восстановление отдельных промышленных сооружений составляют около четверти от их стоимости. Соответственно, проблема обеспечения долговечности строительных конструкций, в том числе, железобетонных, является актуальной и одной из приоритетных в строительстве [1].

На долговечность железобетона влияют:

- Газовая коррозия, связанная с выделением в атмосферу окиси азота, сернистого и других газов, выделяемых, промышленными предприятиями, двигателями автомобилей. Данный вид коррозии происходит при отсутствии конденсации влаги на поверхности. На практике такое встречается при эксплуатации металлов и бетона при повышенных температурах;
- Биологическая коррозия — это процессы ухудшения свойств бетона, вызванные продуктами жизнедеятельности живых организмов (грибы, мхи, бактерии, лишайники и микроорганизмы), которые поселяются на поверхности строительных конструкций.

Микроорганизмы – биодеструкторы уничтожают буквально любые строительные материалы и конструкции. Бетонные конструкции разрушаются вследствие химических реакций между цементным камнем и продуктами жизнедеятельности микроорганизмов. Биоповреждения проявляются в помещениях различного назначения – жилые, спортивные, торговые, производственные (особенно помещения с высокой влажностью);

- Коррозия стальной арматуры, приводящая к уменьшению поперечного ее сечения (средняя скорость уменьшения толщины сечения в следствии коррозии -0, 1 мм за год). В итоге снижается сцепления с бетоном, изменению прочностных свойств стали и железобетонных конструкций в целом. Влиять на процесс коррозии арматуры может в значительной степени действие хлоридов и карбонизация бетона.. Бетон – пористый материал, поэтому он, хорошо впитывает углекислый газ (CO_2), кислород и влагу, которые присутствуют в атмосфере. Данная способность бетона впитывать не влияет на прочность самой железобетонной структуры, но пагубно воздействует на арматуру, которая при повреждении бетона попадает в кислотную среду.

Когда на поверхности стальной арматуры возникает ржавчина, образующаяся при окислении, она увеличивается в объеме. Как следствие – повышается «внутреннее» давление и происходит разлом бетона и оголение арматуры. Оголенные прутья разрушаются еще стремительнее, это приводит к быстрому изнашиванию бетона. Действие сульфатов также приводит к разрушению железобетонных конструкций. Сульфаты, вступая в реакцию с другими химическими компонентами, образуют этtringиды, мел и таумаситы. Образование данных продуктов внутри структуры бетона приводит к увеличению объема, из-за чего образуются трещины в бетоне с последующим разломом конструкции [1]. Пример данного вида коррозии представлен на рисунке 1;



Рисунок 1. Коррозия стальной арматуры в теле бетона

- Действие низких климатических и технологических температур и особенно циклическое попеременное замораживание и оттаивание, в результате чего происходит накопление в бетоне таких внутренних дефектов как микротрещины, ведущие к снижению его прочности, увеличению деформативности. Это значительно сказывается на характере деформирования бетона (изменяются деформации и характер нисходящей ветви, снижается его прочность, ведет к снижению предельного процента армирования, при котором напряжения в арматуре достигают расчетных сопротивлений.

В итоге происходит раннее разрушение сечений изгибаемых балок по сжатой области бетона до достижения арматурой предела текучести, относящееся к хрупкому разрушению сечений [1];

- Морозостойкость – способность бетона в водонасыщенном состоянии выдерживать циклы многократное попеременное замораживание и оттаивание без разрушения и без значительного снижения прочности [2].

Вследствие отрицательной температуре происходит кристаллизация воды, приводящая к увеличению объема более чем на 9%.

Из-за отсутствия отвода воды в пустые свободные поры возникает внутреннее избыточное давление на стенки пор, соответственно, растягивающие напряжения.

В заключении хотелось бы отметить: оценивать, насколько долговечной будет железобетонная конструкция, так же необходимо, учитывая то, как эксплуатируются данная конструкция и как выполнялись строительно-монтажные работы. Все вышеперечисленные факторы оказывают, не одинокое, а комплексное воздействие на железобетон, усиливая негативное влияние на материал. Таким образом, данные факторы необходимо учитывать в совокупности, а не каждый отдельно.

Библиографический список

1. О современных методах обеспечения долговечности железобетонных конструкций / Н.И. Карпенко [и др.] // Строительные науки. – 2015. №1. – С. 93-102.
2. ГОСТ 10060-2012 Бетоны. Методы определения морозостойкости – М.: МГС, 2014. – 19с.

Научный руководитель: Зимакова Г.А., канд. техн. наук, доцент

Распределение по размерам частиц вяжущего в процессе гидратации цементных композиций

Суровцев И.А., Орлов В.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Основные свойства цементных вяжущих зависят не только от химического и минералогического состава клинкера, но и от тонкости помола и распределения частиц по размерному ряду [1,2].

В данной исследовательской работе использовался портландцемент ЦЕМ II/В-Ш 32,5Н Сухоложского цементного завода со сроком изготовления более 1 года. На его основе, путем помола в течение 2-х часов в лабо-

раторной шаровой мельнице были изготовлены составы цементных композиций: с кварцевым песком (состав №1) и известняком (состав №2). Компоненты в составах дозировались в соотношении 1:1 с введением триэтаноламина 0,02% от общей массы сухого материала и сухой добавки ПФМ НЛК в количестве 0,6% от массы цемента [3, 4].

Кинетика гидратации портландцемента и композиционных составов определялась на лазерном анализаторе «HORIBA» путем измерения размеров частиц и их процентном распределении во времени в составе водной суспензии.

Пробы составов исследовались в течение 4 часов после начала затворения. Замеры выполнялись по режиму: первый час с интервалом в 1 минуту, второй час – 5 минут, третий и четвертый час – 10 минут. Результаты, полученные в ходе эксперимента, приведены в виде диаграмм на рисунках 1, 2, 3.

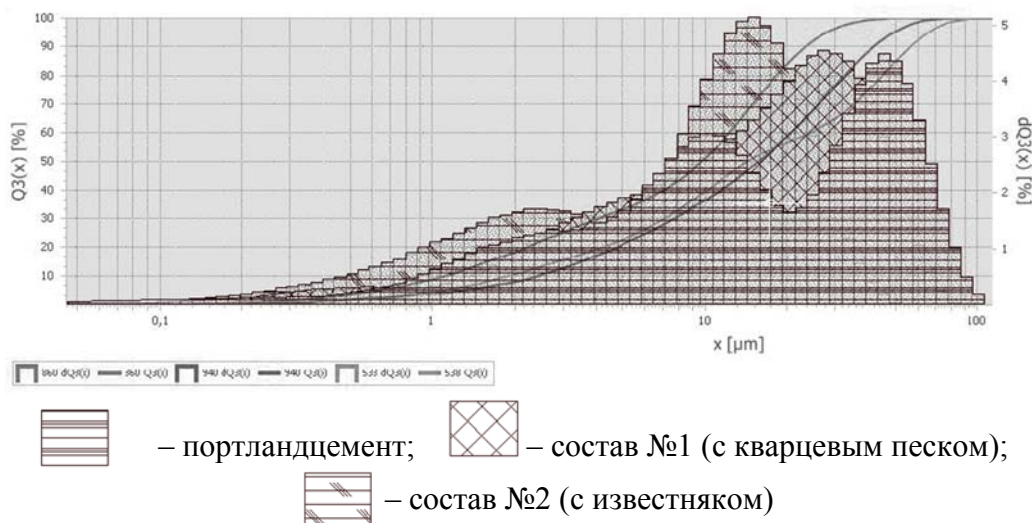


Рисунок 1. Интегральная кривая размера частиц по истечении 30 минут от момента затворения

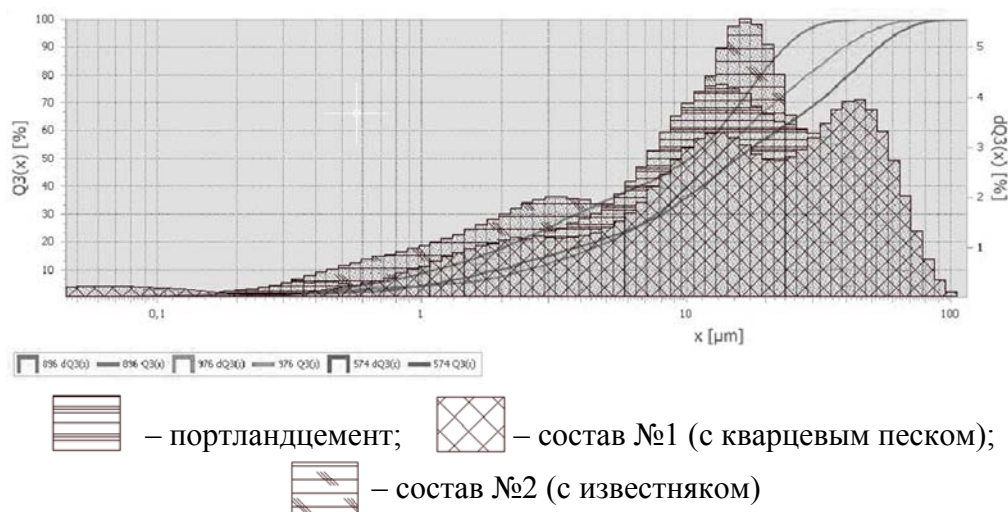


Рисунок 2. Интегральная кривая размера частиц по истечении 90 минут от момента затворения

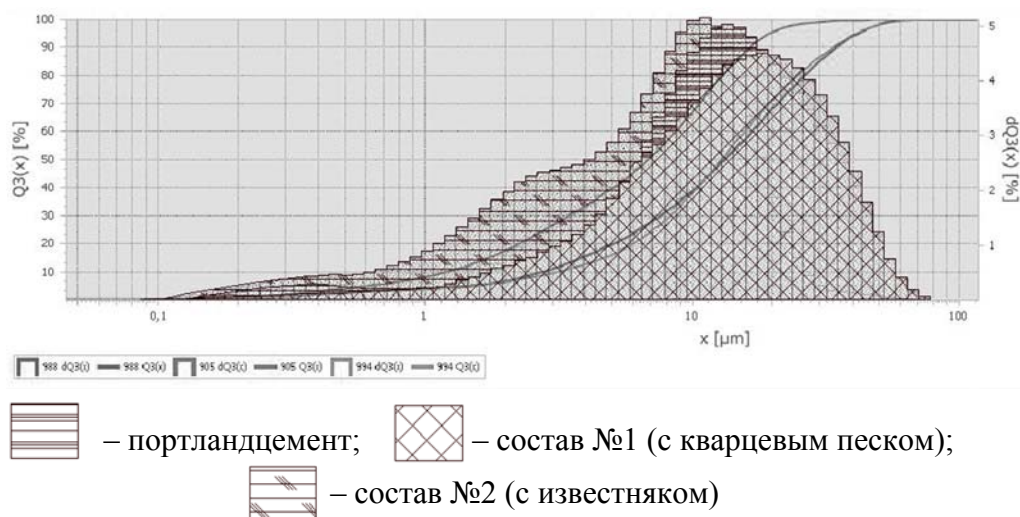


Рисунок 3. Интегральная кривая размера частиц по истечении 4 часов от момента затворения

По истечении 30 минут наблюдаются активные процессы растворения частиц исследуемых материалов с образованием в воде пересыщенного раствора гидроксида кальция и образования гелевидной системы в составе суспензии. Анализ полученных графиков показал рост с течением времени от 25 до 50 минут процента мельчайших частиц размером около 0,1 мкм. Процесс растворения частиц состава №2 в данном временном промежутке (наибольший пик) происходит более интенсивно.

Рисунок 2 отражает процессы начального образования первых кристаллов всех трёх составов, которое характеризуется увеличением размера частиц и их процентного содержания. При этом количество более мелких частиц уменьшается. Это обуславливается появлением гелевидной прослойки растущей как наружу, так и вглубь зерна цемента, а так же осаждением на поверхности зерна выделившихся новообразований – гидроксида кальция и эттрингита. Наблюдается смещение пиков в составах №1 и №2 в сторону увеличения размеров частиц, при этом портландцемент продолжает растворение, так как его распределение частиц сместилось в обратную сторону.

На рисунке 3 по истечении 4 часов наблюдается выравнивание пиков диаграмм вследствие эффективного уменьшения количества мелких размеров частиц, а также образования более крупных сростков кристаллов. При этом, в процессе исследования, временной интервал от 120 до 150 минут наблюдалось повторное уменьшение частиц кристаллов, что вызвано отщеплением гелевидных оболочек и их перекристаллизация с появлением новообразований. Данные на рисунке 3 показывают, что состав №2 с кварцевым песком в первые 4 часа гидратации дает больший прирост кристаллов и новообразований.

Данного метода дает возможность наблюдать фазы растворения частиц цементного вяжущего, образование гелевидных прослоек, частичное их отщепление и образование новых кристаллогидратов.

Наиболее эффективный процесс гидратации в первые 4 часа наблюдается у состава №1 полученного помолом портландцемента и кварцевого песка.

Библиографический список

1. Волженский А. В., Буров Ю. С., Колокольников В. С. Минеральные вяжущие вещества - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1979. - 476 с.
2. Тейлор Х. Химия цемента. М.: Мир, 1996. – 560 с.
3. Суровцев И.А. Разработка состава вяжущего низкой водопотребности // Сборник материалов XX научно-образовательной конференции студентов ТИУ. – Тюмень: РИО ФГБОУ «ТИУ», 2016. – С. 264-270.
4. Шушарина И.В., Солонина В.А., Хабибрахманова И.И. Интенсификация процесса твердения цементного камня на основе механохимически активированного вяжущего // Актуальные проблемы архитектуры, строительства, энергоэффективности и экологии - 2016 / Сб. материалов международной научно-практической конференции: в трех томах. ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет». - 2016. С. 263-268.
5. Якупов М.И., Красникова Н.М., Морозов Н.М. Изучение изменения распределения частиц по размерам цементных вяжущих в процессе их твердения

Научный руководитель: Солонина В.А., доцент, канд. техн. наук.

Повреждения металлических конструкций при воздействии огня

Тоноян М.Г.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На сегодняшний день металлоконструкции пользуются большим спросом в строительстве. Стали, из которых выполняются конструкции, состоят из сплава на основе железа и углерода, с содержанием углерода от 0,3 до 0,7 %. Данные конструкционные материалы применяются в машиностроении, строительстве и обладают определенными механическими, физическими и химическими свойствами. Металлоконструкции обладают рядом преимуществ: небольшая масса (по сравнению с бетонными и железобетонными изделиями), серийность изготовления, монтаж крупными блоками, прочность.

Недостатком металлоконструкций является чувствительность к высоким температурам, вследствие чего снижается прочность конструкций.

Горючесть определяют по СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений» [2].

При воздействии огня в металлических конструкциях могут происходить деформации, образование окислов на поверхности металла, изменение физико-химических и механических свойств, расплавление, горение металла.

Внешние повреждения металлоконструкций могут характеризовать интенсивность и направленность теплового воздействия.

1. Направление деформации металлических сплавов.

Деформации происходят в сторону наибольшего нагрева.

2. Величина деформации.

Величина деформации зависит от температуры, длительности нагрева и нагрузки, приложенной к конструкции.

3. «Высота излома» вертикальных несущих конструкций.

От близости огня к металлоконструкциям зависит высота повреждения. Несущие конструкции подламываются на меньшей высоте при минимальном расстоянии от огня.

Свойства стали неизменны при воздействии температуры до 250 °С. При температуре 600 °С и более сталь теряет несущую способность.

При воздействии температуры выше 300 °С предел прочности металлоконструкции становится меньше. На рис. 1 показана зависимость механических свойств малоуглеродистой стали от температуры (0-500 °С).

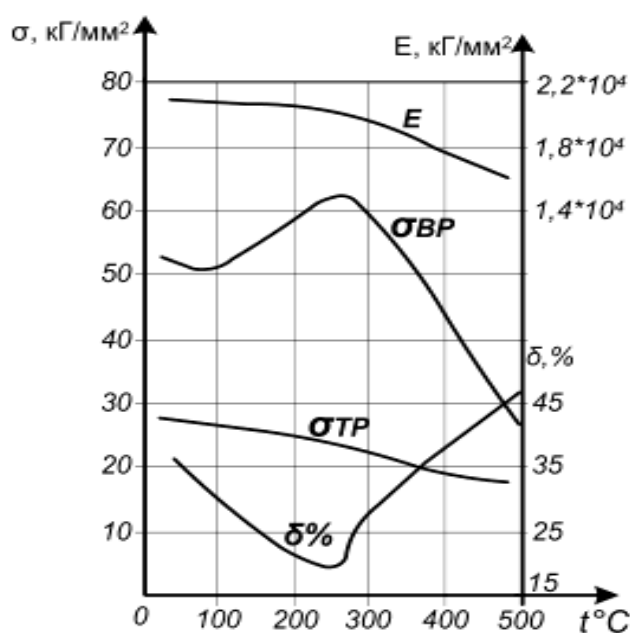


Рисунок 1. Зависимость механических свойств малоуглеродистой стали от температуры

Из графика можно сделать вывод: модуль упругости (E) практически не меняется при температуре до 300 °С, но меняются $b_{вр}$ (предел прочности), δ (удлинение при разрыве). При дальнейшем увеличении температуры пластичные свойства стали восстанавливаются, а прочностные показатели падают.

Окислый слой при нормальной температуре образуется на поверхности алюминия и сплавов, предохраняя поверхность от окисления. При нагреве до 100 °С на поверхности элемента, выполненного из меди, образуется черная пленка окисла (CuO). При увеличении температуры и длительности действия появляется закись меди красного цвета (Cu₂O). Окалина на поверхности элементов образуется при температуре от 700 °С и выше. От температуры образования окалина зависит и ее состав. Она может состоять из трех слоев различных окислов – вустита (оксида двухвалентного железа, FeO), гематита (оксида трехвалентного железа Fe₂O₃) и магнетита (оксида двух-трехвалентного оксида железа Fe₃O₄). Чем выше температура, тем больше в окалине вустита и меньше гематита. Вустит имеет черный цвет (окалина, образовавшаяся при температуре 900-1000 °С), а гематит – рыжий (700-750 °С).

Предел огнестойкости в зависимости от толщины варьируется от 0,05 до 0,4 ч. При использовании защитных покрытий в виде обетонирования, оштукатуривания цементно-песчаными растворами, облицовка кирпичной кладкой, возможно увеличение огнестойкости конструкций до 2,5 часа, а при использовании красок – до 1 часа.

Выполнение огнезащиты металлических конструкций позволяет блокировать тепловой поток от огня к поверхности конструкций, предохраняет ее от быстрого прогрева и позволяет сохранить несущую способность в течение заданного времени.

Большую группу огнезащитных покрытий для металлических конструкций составляют обмазки на основе жидкого стекла. Растворимое стекло обладает высокой температуроустойчивостью и является одним из наиболее перспективных и доступных вяжущих для изготовления огнезащитных составов высокой прочности при низкой плотности (200-300 $\frac{кг}{м^3}$).

Параметры оптимальной огнезащиты металлоконструкций определяются для каждой конкретной конструкции. Такой выбор должен проводиться на основе ГОСТ 30247.0-94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования» [3] регламентирующий требования к методам испытаний строительных конструкций на огнестойкость при стандартных условиях теплового воздействия и применяется для установления пределов огнестойкости.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 22.07.2009 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ред. от 13.07.2015г.).

2. СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
3. ГОСТ 30247.0-94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования».
4. Страхов В.Л., Кругов А.М., Давыдкин Н.Ф. Огнезащита строительных конструкций. – М.: ТИМР, 2000.

Научный руководитель: Зелиг М.П., старший преподаватель.

Лабораторные испытания грунта для исследования зависимости его деформационных характеристик от коэффициента уплотнения

Тропин В.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В современной практике строительства зачастую существует необходимость в улучшении свойств грунтов для достижения требуемых показателей основания. Изучением данного вопроса занимались М.Ю. Абелев, Б.Ф. Галай, А.А. Григорян, Ю.К. Зарецкий, П.Л. Иванов, П.А. Коновалов, В.И. Крутов, Р.А. Мангушев, А. Б. Пономарев, Е.А. Сорочан, В.М. Улицкий, Л.А. Игошева, А. Н. Саурина, П.А. Казанцева, О.П. Афиногенов и др. [1-6].

Степень уплотнения грунта характеризуется коэффициентом уплотнения K_{com} , который, согласно СП 45.13330.2012 [7], характеризуется отношением достигнутой плотности сухого грунта к максимальной плотности сухого грунта, полученной в приборе стандартного уплотнения согласно ГОСТ 22733-2002 [8], и определяется по формуле (1).

$$K_{com} = \frac{\rho_d}{\rho_d^{\max}}, \quad (1)$$

где K_{com} – коэффициент уплотнения; ρ_d – плотность сухого грунта, г/см³; ρ_d^{\max} – максимальная плотность сухого грунта, г/см³;

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+W}, \quad (2)$$

где ρ – средняя плотность грунта, г/см³; W – влажность грунта, д.е.

Цель исследования – получение зависимости между коэффициентом уплотнения песчаного грунта и компрессионным модулем деформации.

Объект исследования – песчаный грунт средней крупности Кыштымского карьера, расположенного вблизи г. Тюмени. Грунт доводился до заданной степени уплотнения.

В результате проведения испытаний в приборе стандартного уплотнения был построен график стандартного уплотнения, по которому была определена максимальная плотность скелета грунта ρ_d^{\max} и оптимальная влажность W_{opt} .

Максимальная плотность скелета грунта ρ_d^{\max} равна 1.698 г/см³; оптимальная влажность грунта составила $W_{\text{опт}}=11\%$.

Компрессионные испытания проводились в статическом режиме по ГОСТ 12248-2010 [9]. Каждая ступень давления выдерживалась до условной стабилизации деформаций образца при которой приращение деформации не превышало 0.05% за время 30 минут. Ступени давления были следующими: 25, 50, 100, 200, 300, 400, 500 кПа.

Для каждого коэффициента уплотнения было проведено по 10 испытаний.

Результаты проведения компрессионных испытаний грунта различной степени уплотнения после статистической обработки результатов испытания по ГОСТ 20522-2012 [10] представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты проведения лабораторных исследований по определению зависимости модуля деформации от коэффициента уплотнения

	$K_{\text{com}}=0.93$	$K_{\text{com}}=0.95$	$K_{\text{com}}=0.97$
Диапазон давлений, кПа	200-300	200-300	200-300
Количество серий испытания, шт	10	10	10
Компрессионный модуль деформации, МПа	18,4	20,3	22,9

Коэффициент уплотнения является основным контролируемым параметром при устройстве насыпей и земляных сооружений. Данные исследования смогут помочь оперативно оценивать напряженно-деформированное состояние основания при строительстве объектов промышленного и гражданского строительства, дорожного строительства, при проведении геотехнического мониторинга. Также данная зависимость может быть полезной при проектировании искусственно уплотненных оснований [11, 12].

Библиографический список

1. Степанов, М.А., Взаимодействие комбинированных ленточных свайных фундаментов с предварительно опрессованным грунтовым основанием: дисс. канд. техн. наук: 05.23.02 / Степанов Максим Андреевич. – Тюмень, 2015 – 189 с..
2. Улицкий, В.М. Геотехническое сопровождение развития городов / В.М. Улицкий, А.Г. Шашкин, К.Г. Шашкин// СПб: Стройиздат Северо-Запад. – 2010. – 560 с.
3. Иванов, В.Ф., История строительной техники // Ленинград, М.: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам. – 1962. – 560 с.

4. Зарецкий, Ю.К. Глубинное уплотнение грунтов ударными нагрузками / Ю.К. Зарецкий, М.Ю. Гарицелов. - М.: Энергоатомиздат, 1989. –192 с.
5. Тер-Мартirosян, З.Г. Механика грунтов. – М.: Издательство «АСВ», 2005. – 480 с.
6. Ухов, С.Б. и др. Механика грунтов, основания и фундаменты. – М.: «Высшая школа», 2004. – 566 с.
7. СП 45.13330.2012 Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87. – М. :Минрегион России, 2012. – 115 с.
8. ГОСТ 22733-2002. Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности. – М.: Госстрой России, 2012. – 11 с.
9. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. – М.: Стандартиформ, 2011. – 96 с.
- 10.ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. – М.: Стандартиформ, 2013. – 16 с.
- 11.Абелев М. Ю., Новое в устройстве искусственно уплотненных оснований зданий и сооружений на слабых грунтах / Абелев М. Ю. // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. - №9. - С.76-81.
12. Тропин В.В. Программа лабораторных испытаний грунта для исследования зависимости его деформационных и прочностных характеристик от коэффициента уплотнения / В. В. Тропин, М.А. Степанов // Актуальные проблемы архитектуры, строительства, энергоэффективности и экологии – 2016: сборник материалов международной научно – практической конференции. – В 3-х т. – Т.І. – Тюмень: РИО ФГБОУ ВО Тюменский индустриальный университет, 2016. – С. 182 – 187.

Научный руководитель: Степанов М. А., канд. техн. наук.

**Сравнение несущей способности винтового соединения
по результатам аналитического расчёта, эксперимента
и моделирования в программном комплексе**

Федорчук Е.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В ранее опубликованных статьях [1, 2] были представлены результаты расчёта винтового соединения на несущую способность и экспериментальные данные. Теоретическая несущая способность на срез составила 16,74 кН, экспериментальная несущая способность на срез - 24,5 кН. Для сравнения приняты результаты по винтовому соединению, работающему на срез. Из эксперимента взяты результаты для некорродированных образцов и приведены здесь как средне арифметическая соответствующих ре-

зультатов. Корродированные образцы не рассматриваются потому, что коррозия задаётся в программе уменьшением толщины сечения элементов и результат меняется прямо пропорционально.

В программе ЛИРА было замоделировано винтовое соединение, работающее на срез. Модель задана объёмными элементами, геометрия, материалы, условия закрепления и загрузки не отличаются от экспериментальных и теоретических данных. Модель задана с учётом всех трёх видов нелинейной работы (физическая, геометрическая, конструктивная). Подобная модель узлов ЛСТК МКЭ уже рассматривалась другими авторами например в статье [3]. На рисунке 1 представлены эпюры напряжений и деформации от теоретической нагрузки, от экспериментальной – на рисунке 2.

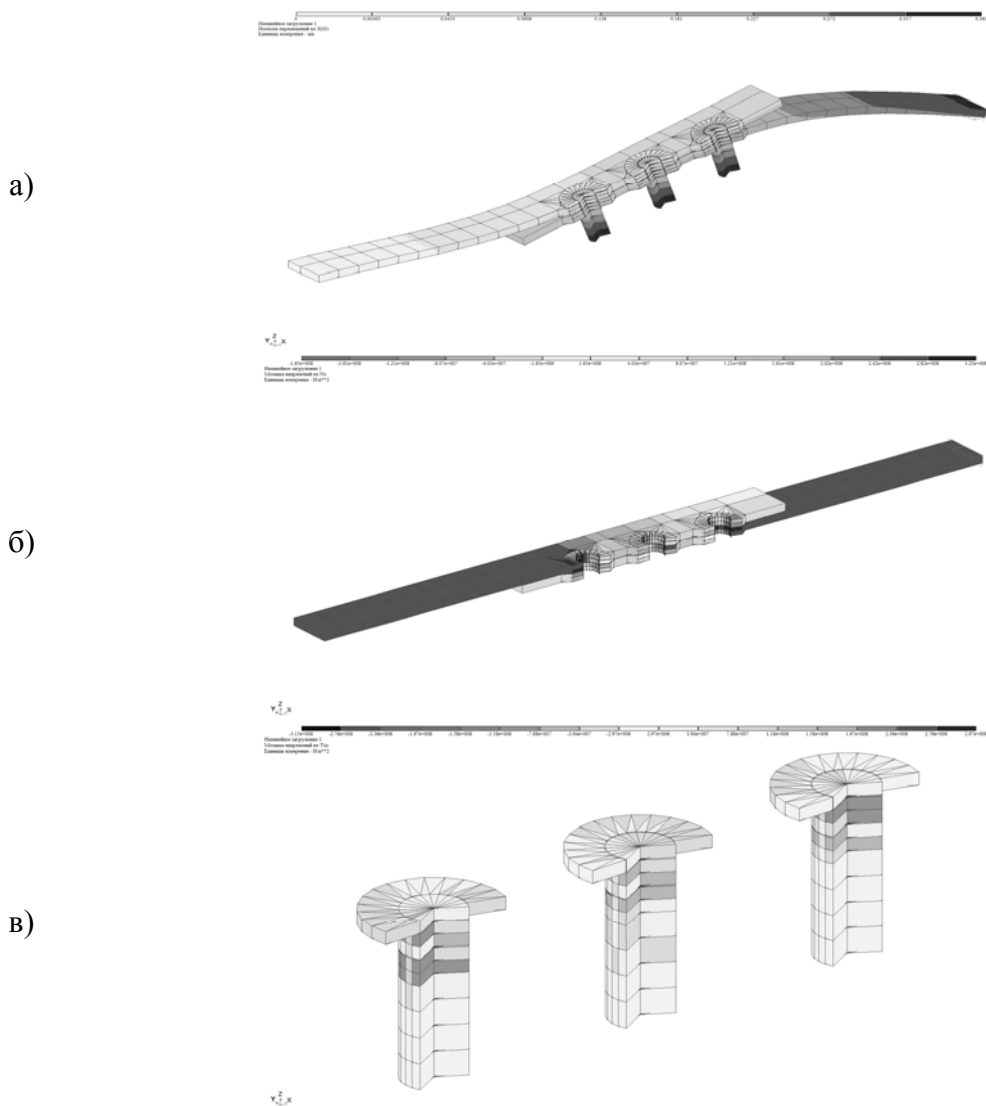


Рисунок 1. Эпюры напряжений при теоретической нагрузке:
 а – изополя перемещений по оси X ,
 б – мозаика нормальных напряжений по оси X ,
 в – мозаика касательных напряжений τ_{xz} .

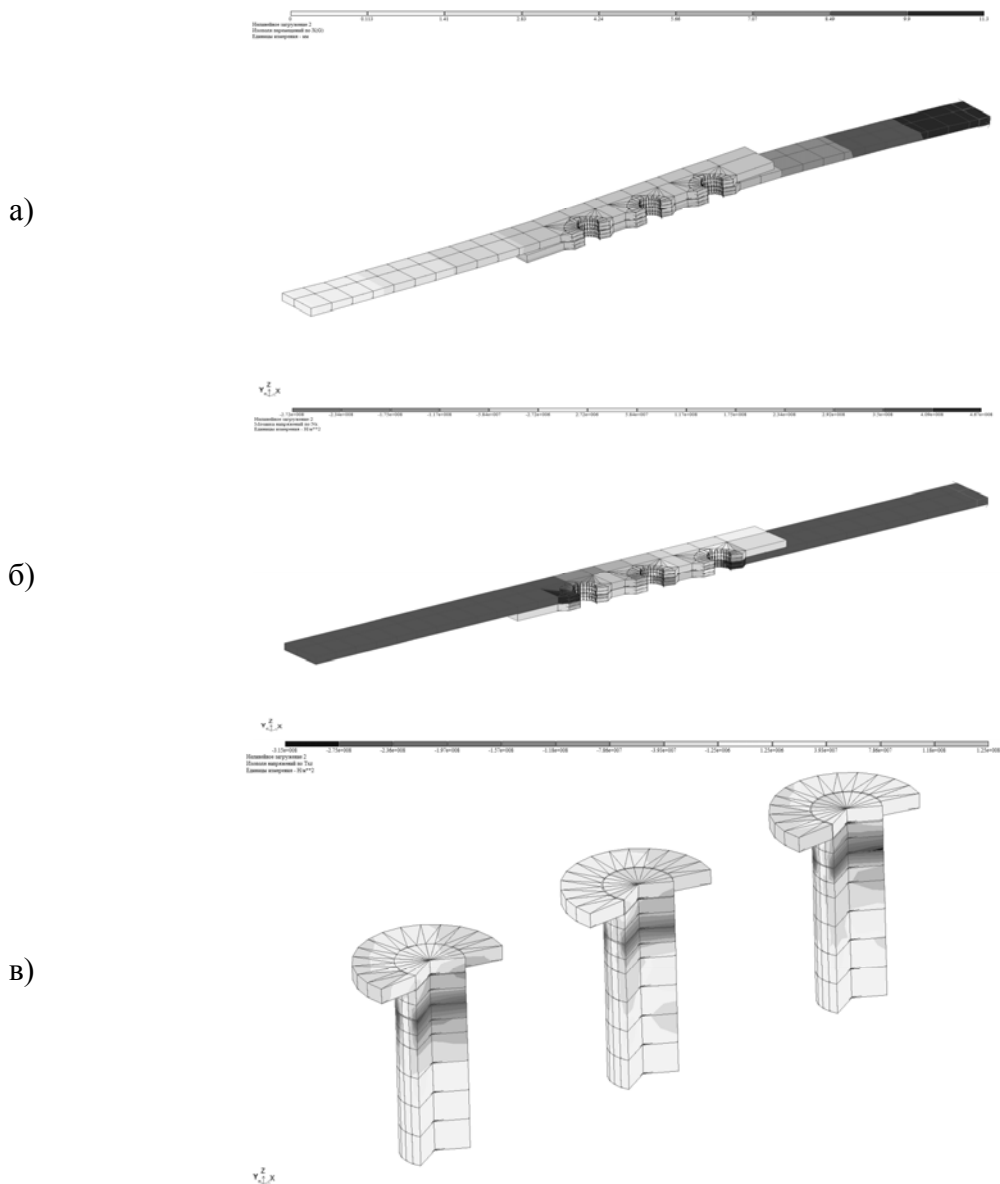


Рисунок 2. Эпюры напряжений при экспериментальной нагрузке:
 а – изополю перемещений по оси X ,
 б – мозаика нормальных напряжений по оси X ,
 в – мозаика касательных напряжений τ_{xz} .

При теоретической нагрузке, соответствующей несущей способности, максимальные нормальные напряжения составляют 101% от расчётного сопротивления стали на растяжение, максимальные касательные напряжения составляют 85% от расчётного сопротивления стали на срез. При экспериментальной нагрузке, соответствующей разрушающей нагрузке по результатам эксперимента, деформации значительно увеличиваются (в 34 раза) по сравнению с нагрузкой, соответствующей несущей способности. Модель достаточно хорошо описывает поведение соединения при испытаниях.

Библиографический список

1. Федорчук, Е.В. Долговечность соединений ЛСТК на самосверлящих самонарезающих винтах / Е.В.Федорчук // Библиотечно-издательский комплекс федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский индустриальный университет». – 2016. – том 3. – С.95.
2. Федорчук, Е.В. Экспериментальные исследования несущей способности соединений ЛСТК на самосверлящих самонарезающих винтах с учётом коррозии / Е.В.Федорчук // Библиотечно-издательский комплекс федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тюменский индустриальный университет». – 2016. – том 1. – С.251.
3. Саламахин, С. В., Синельников, А. С. Моделирование узла винтового соединения тонкостенных стальных перфорированных профилей методом конечных элементов [Электронный ресурс] / С.В.Саламахин, А.С.Синельников // Интернет-журнал «Строительство уникальных зданий и сооружений». – 2013. – N 4. – Режим доступа: http://unstroy.spbstu.ru/index_2013_09/6_salamahin_sinelnikov_09.pdf.

Научный руководитель: Ефимов А.А., к.т.н., доцент.

Остаточное напряженно-деформированное состояние грунтового основания

Чернова А.Ю.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В грунтовом массиве всегда существует природное напряженно-деформированное состояние (НДС), формирующееся под собственным весом слагающих данный массив грунтов. Под воздействием нагрузки от здания или сооружения возникают напряжения, которые накладываются на уже существующие, создавая новое сложное неоднородное НДС грунтового основания. Это состояние может изменяться во времени и в пространстве в зависимости от различных факторов: начальных и граничных условий, свойств грунтов и т.п. Различают природное, начальное (после приложения внешней нагрузки), промежуточное или нестабилизированное и стабилизированное НДС массива грунта [1].

В последние годы в строительстве широко применяется практика искусственного регулирования НДС массива грунта и создания в нем предварительного напряжения. Это достигается проведением различных мероприятий: нагнетанием в грунт твердеющего раствора, внедрением твердого

тела, изменением уровня подземных вод, выполнением поверхностного и глубинного уплотнения, устройством грунтовых свай и подушек, цементацией грунтовых оснований. Результаты исследований в данном направлении освещены во многих научных работах [2-9].

Исследование напряженно-деформированного состояния конструкций зданий и сооружений совместно с грунтовыми основаниями в настоящее время выполняется с использованием различных программных комплексов, основой которых может являться метод конечных элементов [10]. Моделирование предварительно уплотненных грунтов в расчетных программных комплексах проводится с помощью введения коэффициента переуплотнения OCR или предварительного давления покрывающих пластов POP для моделей упрочняющегося грунта *Hardening soil* [11].

Основная цель преобразования слабых, структурно-неустойчивых грунтовых массивов – повышение прочностных и деформационных характеристик грунтов. Однако в преобразованном грунте возникают остаточные деформации и остаточные избыточные напряжения, которые могут повлиять на несущую способность грунтового основания.

Так, например, исследования [4] показали, что в песчаных и глинистых грунтах при нагружении и разгрузке в условиях компрессии возникают остаточные деформации уплотнения и бокового давления, которые оказывают влияние на его НДС при повторном нагружении и догрузении. В работе [5] показано, что чем больше относительная ширина фундамента ($2b/H_3 \rightarrow 2$), тем большее влияние на результаты расчета оснований по первой группе предельных состояний оказывает коэффициент бокового давления грунта.

Моделирование искусственного преобразования напряженно-деформированного состояния грунта заключается в изменении значений напряжений и деформаций. Поскольку известна связь между компонентами напряжений и деформаций в точке массива, то при изменении одного из параметров напряженно-деформированного состояния изменятся и другие. В работе [6] доказано, что преобразование грунтового основания с помощью грунтовых или грунто-цементных буронабивных шнековых свай, наряду с увеличением модуля деформации, удельного сцепления и угла внутреннего трения, создает остаточное НДС, которое оказывает существенное влияние на осадку сооружения, уменьшая ее в несколько раз.

В последние годы проводятся исследования в области проектирования и использования комбинированных ленточно-свайных фундаментов с предварительной опрессовкой грунтового основания раствором. Установлено, что при опрессовке происходит как изменение физико-механических свойств грунта, так и НДС, которое может существенно отличаться от исходного. В грунтовом массиве формируется область пластического деформирования, грунты уплотняются, упрочняются, и в них возникают избыточные остаточные напряжения [7-9].

На процесс преобразования напряженно-деформированного состояния грунтового основания существенное влияние оказывают реологические свойства грунтов, которые определяются процессами первичной (фильтрационной) и вторичной, вызванной ползучестью скелета грунта, консолидации [12,13]. При каждом последующем принудительном увеличении давления уменьшается значение остаточного напряжения и доля остаточных осадков, поэтому требуемой величины можно достичь при многократном приложении нагрузки [13]. Остаточные напряжения в грунте зависят от соотношения между модулями разгрузки (упругости) и нагружения.

Таким образом, в результате анализа научных трудов можно заметить, что остаточные напряжения в грунтовом основании создают новое НДС, которое оказывает значительное влияние на взаимодействие его с сооружением, в том числе и его осадку. Исследование возникающих в грунтовой массиве напряжений, установление и теоретическое обоснование зависимости между ними и осадкой зданий и сооружений, позволит усовершенствовать методы проектирования фундаментов в условиях слабых грунтов и получить достоверные значения расчетных осадок.

Библиографический список

1. Тер-Мартirosян, З.Г. Механика грунтов. – М.: Издательство «АСВ», 2005. – 480 с.
2. Бай, В.Ф. Исследование работы песчаной армированной по контуру подушки с криволинейной подошвой в условиях слабых глинистых грунтов / В.Ф. Бай, А.Н. Краев // Вестник гражданских инженеров. – 2014. – №3. – С. 107–111.
3. Зарецкий, Ю.К., Гарицелов, М.Ю. Глубинное уплотнение грунтов ударными нагрузками. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 192 с.
4. Тер-Мартirosян, З.Г. Напряженно-деформированное состояние двухслойного основания с преобразованным верхним слоем / З.Г. Тер-Мартirosян, Алла Саид Мухамед Абдул Малек, А.З. Тер-Мартirosян, И.К. Аинбетов // Научно-технический журнал Вестник МГСУ. – 2008. - № 2. - С. 81 - 95.
5. Богомоллов, А. Н. Коэффициент бокового давления грунта как одна из величин, определяющих несущую способность однородного основания ленточного фундамента / А.Н. Богомоллов, С.А. Калиновский, О.А. Богомоллова, А.В. Прокопенко // Вестник ВолгГАСУ. – 2013. - № 31. - С. 251 - 252.
6. Тер-Мартirosян, З.Г. Напряженно-деформированное состояние слоя грунта в процессе его уплотнения грунтовыми сваями и последующего нагружения его под воздействием внешней нагрузки / З.Г. Тер-

Мартиросян, Алла Саид Мухамед Абдул Малек // Научно-технический журнал Вестник МГСУ. – 2008. - № 2. - С. 96 - 106.

7. Степанов, М.А. Взаимодействие комбинированных ленточных свайных фундаментов с предварительно опрессованным грунтовым основанием: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.02 / Степанов Максим Андреевич. - Тюмень, 2015 - 189 с.

8. Пронозин, Я.А. Экспериментальное обоснование использования ленточных свайных фундаментов с предварительно напряженным грунтовым основанием / Я.А. Пронозин, М.А. Степанов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. - 2014. - №2. - С. 180–189.

9. Пронозин, Я.А. Регулирование напряженно-деформированного состояния основания комбинированных ленточно-свайных фундаментов / Я.А. Пронозин, М.А. Степанов, Д.В. Волосюк // Основания, фундаменты и механика грунтов. - 2016. - №3. - С. 16–20.

10. Болдырев, Г.Г. Определение параметров моделей грунтов / Г.Г. Болдырев, И.Х. Идрисов, Д.Н. Валеев // ОФМГ. – 2006. – №3. – С. 20-25.

11. Мельников Р.В. Отличие использования параметров OCR и POR при деформировании переуплотненного грунта под нагрузкой в программе Plaxis / Р.В. Мельников, О.С. Порошин // Академический вестник УралНИИПроект РААСН. - 2015. - №3. - Стр. 87-91.

12. Вялов С.С. Реологические основы механики грунтов: Учебное пособие для строительных вузов. – М.: Высшая школа, 1978. – 447с.

13. Петрухин, В.П., Шулятьев, О.А., Мозгачева, О.А. Новые способы геотехнического проектирования и строительства. – М.: Издательство «АСВ», 2015. – 217 с.

Научный руководитель: Степанов М.А., канд. техн. наук.

Исследование свойств полимернобитумновермикулитовой композиции

Шабанова Ю.Н., Абайдуллина Т.Н., Ястремский Д.А.

Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень

Как было установлено ранее [1], полимерная добавка ДСТ и вспученный вермикулит улучшают свойства битума. В связи с этим было принято решение исследовать их совместное влияние на свойства композиции. Была приготовлена битумная композиция с содержанием ДСТ (от 0,4 до

1,0% от массы битума) и вспученного вермикулита (3,5% от массы битума). На полученной мастике определяли деформативность (относительную деформацию) и эластичность.

Испытания проводились в соответствии с [2]. Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Как видно из приведенных данных, относительная деформация композиции уменьшается с повышением содержания полимера, эластичность увеличивается. Это свидетельствует о увеличении упругости и повышении деформативности композиции.

Таблица 1

Результаты испытаний полимернобитумно-вермикулитовой композиции

№ п/п	Содержание ДСТ, % от массы битума	Относительная деформация, %	Эластичность, %
1	0,4	78	63
2	0,6	67	74
3	0,8	59	81
4	1,0	55	86

Кроме того, были определены теплостойкость, трещиностойкость композиции, а также определена прочность ее сцепления с основанием по [3]. Результаты испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты определения теплостойкости, трещиностойкости и сцепления с основанием

Материал	Теплостойкость, °С	Степень деструкции (трещиностойкость)	Сцепление с основанием, МПа
Мастика полимернобитумно-вермикулитовая	64	4,2	3,2

Приведенные результаты полностью соответствуют требованиям, предъявляемым к битумным мастикам, следовательно, на данном этапе можно сделать вывод, что полученная композиция обеспечит длительный срок эксплуатации гидроизоляционного покрытия. Кроме того, ее можно эффективно использовать для герметизации трещин в дорожных асфальтобетонных покрытиях.

Библиографический список

1. Свинтицких Л.Е. Получение битумно-вермикулитового вяжущего./ Л.Е. Свинтицких, Т.Н. Шабанова, А.А. Ключов, В.Н. Агейкин //Труды Всероссийской конференции «Менделеевские чтения»- Тюмень, 2005. - С.369-371.

2. ГОСТ 26589-94. Мастики кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний. Введ. 1996-01-01.-М.: Изд-во стандартов, 1995. – 42 с.

3. ГОСТ 32842-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Мастики битумные. Методы испытаний. Введ. 2015-07-01.-М.: Изд-во стандартов, 2013. – 30 с.

Научный руководитель – Абайдуллина Т.Н.

Исследование физико-механических свойств бетонов, полученных на модифицированном цементном вяжущем

Шабанова Ю.Н., Абайдуллина Т.Н.

Тюменский индустриальный университет. Г. Тюмень

Бетоны на модифицированном цементном вяжущем, как показали ранее проведённые исследования [1], характеризуются повышенными прочностными характеристиками. Предшествующие исследования были проведены на бетонах, полученных из смесей одного номинального состава. Максимальный прирост прочности был получен при модификации вяжущего с использованием полифункциональной добавки для бетонов ПФМ-НЛК в дозировке 0,8% от массы цемента; увеличение прочности при сжатии составило 65% в возрасте 28 суток и 10% в 7 суток.

Для полноты исследований были приготовлены бетонные смеси одинаковой подвижности, результаты проведения испытаний приведены в таблице 1.

Как видно из полученных результатов максимальный прирост прочности наблюдается при использовании добавки ПФМ-НЛК и составляет 38% в возрасте 28 суток и на 9% в возрасте 7 суток. Процесс прироста прочности наиболее заметен в 28-суточном возрасте. В целом полученные результаты позволяют говорить о возможности экономии цемента до 20-25%, а также получении бетонов повышенной прочности при использовании модифицированного вяжущего.

Для подтверждения влияния механохимической активации цементного вяжущего на долговечность бетонных конгломератов были проведе-

ны испытания на морозостойкость и водонепроницаемость, результаты приведены в таблице 2. Испытания на морозостойкость проводились по [2], водонепроницаемость по [3].

Таблица 1

Прочность при сжатии образцов бетона, полученных на равноподвижных смесях

№ п/п	Вид используемого вяжущего	Удельная поверхность вяжущего, см ² /г	Марка по подвижности бетонной смеси по ГОСТ 7473	Расход воды на 1м ³ бет. смеси, л	ρ, кг/м ³	Прочность при сжатии в возрасте, МПа	
						7 сут	28 сут
1	ЦЕМ I 42,5 Н	2990	П4	220	2390	28,5	36,1
2	ЦЕМ I 42,5 Н +ПФМ-НЛК 0,8%	2990	П4	185	2400	31,3	50,5
3	Модифицированное вяжущее с добавкой ПФМ-НЛК 0,8%	3960	П4	180	2440	32,0	58,6
4	ЦЕМ I 42,5 Н +СП1-Л 0,5%	2990	П4	180	2600	28,2	43,3
5	Модифицированное вяжущее с добавкой СП1-Л 0,5%	3960	П4	170	2500	29,3	46,3
6	ЦЕМ I 42,5 Н +GleniumSky 328 1%	2990	П4	225	2420	23,9	39,3
7	Модифицированное вяжущее с добавкой GleniumSky 328 1%	3960	П4	225	2430	25,8	43,8

Примечание. Дозировки вводимых добавок приняты на основании [1], как наиболее эффективные.

По полученным данным можно судить об уменьшении количества капиллярных пор, за счет уменьшения водопотребности бетонной смеси. [4]

Таблица 2

Результаты испытания образцов бетона на морозостойкость и водонепроницаемость

№ п/п	Вид используемого вяжущего	Марка бетона по морозостойкости	Марка бетона по водонепроницаемости
1	2	3	4
1	ЦЕМ I 42,5 Н	F ₁₃₀₀	W ₆
2	ЦЕМ I 42,5 Н +ПФМ-НЛК 0,8%	F ₁₄₀₀	W ₁₂
3	Модифицированное вяжущее с добавкой ПФМ-НЛК 0,8%	F ₁₅₀₀	W ₁₄

Повышение эксплуатационных и механических характеристик бетона позволит применять вяжущее в строительстве гидротехнических сооружений, мостов, при производстве тротуарной плитки и бордюрного камня.

Библиографический список

1. Шабанова Ю.Н. Исследование факторов механо-активации цементов на свойства композиций на его основе./ Ю.Н. Шабанова, Т.Н. Абайдуллина //Материалы международной научно-практической конференции молодых исследователей им. Д.И. Менделеева. - Тюмень: ТИУ, 2016 - С. 318-322.

2. ГОСТ 12730.5-84 Бетоны. Методы определения водонепроницаемости. Введ. 1985-07-01.-М.: Стандартинформ, 2007. – 11 с.

3. ГОСТ 10060-2012 Бетоны. Методы определения морозостойкости. Введ. 2014-01-01.-М.: Изд-во стандартов, 2014. – 24 с.

4. Горчаков Г.И., Капкин М.М., Скрамтаев Б.Г. Повышение морозостойкости бетона. М.: Стройиздат, 1965. — 190 с.: ил.

Научный руководитель- к.т.н. Абайдуллина Татьяна Николаевна.

Планирование эксперимента при разработках ячеистых бетонов автоклавного твердения

Шарко П.В., Старцева Н.Н.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Ячеистые бетоны автоклавного твердения получают путем гидротермального синтеза поризованной вязко-жидкой смеси на основе многокомпонентных цементно-известково-кремнезёмистых вяжущих, при температурах 175 – 200°C в среде насыщенного водяного пара с давлением до 1,6 МПа, в результате физико-химического взаимодействия компонентов образуются гидросиликаты кальция, обуславливающие физико-механические свойства камня. Бетоны имеют особую структуру, где поры ячеистого вида, занимающие до 80-85% [1].

Свойства ячеистых бетонов формируются на основании научно-экспериментальных данных и включают: разработку приемов оптимизации реологических характеристик и газодерживающей способности смеси, которая, в свою очередь, определяется изменением во времени ее структурно механических характеристик; формирование мелкопористой структуры с размерами пор менее 0,8-0,5 мм, как наименее деформируемыми, путем совмещения процессов вибровспучивания и виброуплотнения (тиссотропное разжижение как прием управления пластично-вязкими свой-

ствами) с учетом кинетики газовыделения ячеистых масс; синтез гидросиликатов ксонотлитового ряда при гидротермальной обработке, за счет развития физико-химических процессов, обуславливающих формирование структуры цементирующего вещества и интенсивный набор прочности материалом.

Ячеистый бетон представлен сложной многокомпонентной системой с большим количеством влияющих и выходящих параметров (рис.1), практически все свойства функционально зависимы, поэтому для создания эффективного искусственно композита с заданными эксплуатационно-техническими характеристиками, необходимо разработать матрицу эксперимента.

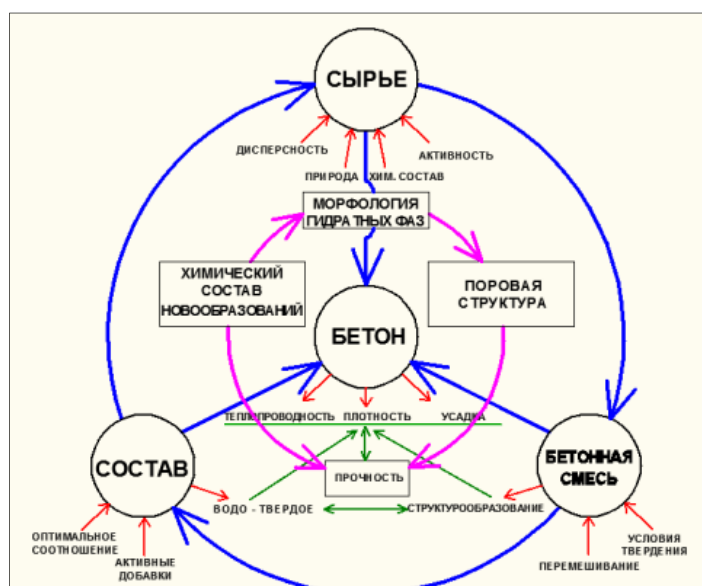


Рисунок 1. Матрица взаимовлияния компонентов и параметров ячеистого бетона

Для получения высококачественного материально нужно исследовать и управлять рядом параметров на молекулярном, микро и макроуровнях [4]. Ячеистый бетон по масштабным уровням структуры выстраивается следующим образом: цементно-известково-кремнеземистое цементирующее вещество, газо-воздушные поры, новообразования цементирующего вещества, твердая фаза новообразований, упорядоченность которой обусловлена соразмерностью масштабных уровней структуры и – соответствующим свойством на каждом масштабном уровне [1].

Изучение на микроуровне включает исследование морфологии гидратов, химического состава гидросиликатов, характера связей и наличие фигур срастания [2], характер пористости межпорового каркаса и вероятность формирования гидратных новообразований в свободном поровом пространстве, на макроуровне - степень пористости, форму, характер и размер пор[3].

Изучение морфологии межпорowych перегородок, поверхности пор газобетона включает наблюдение с помощью электронной микроскопии [5].

В структурообразовании рассматриваемого композита имеет место ряд процессов межфазовых взаимодействий, ионообменные процессы при гидратации вяжущего и синтезе новообразований. Исследование новых гидратных фаз выполняется методами [2] качественного рентгенофазового анализа, заключающегося в идентификации кристаллических фаз на основе присущих им значений межплоскостных расстояний d и соответствующих интенсивностей линий I . [7]. РФА дает возможность диагностировать модификационные изменения при механохимической активации компонентов [8].

РФА дает полную картину только в том случае, когда содержание кристаллогидратов значительно, при наличии веществ в малом процентном содержании, но влияющих на всю систему новообразований, эти вещества возможно идентифицировать путем локального спектрального анализа [6]. Локальный спектральный анализ позволяет установить химический состав, сопоставляя его, идентифицировать с видом микроструктуры можно обеспечить достоверность исследования (рис.3).

По результатам исследования установлено влияние механохимической активации компонентов, добавки на синтез структуры бетона и кинетику гидратного взаимодействия. В качестве примера на рисунках 3,4, приведены результаты анализа синтезированных гидросиликатных новообразований, представлен их размер и морфологические особенности, степень кристалличности, наличие фигур срастания.

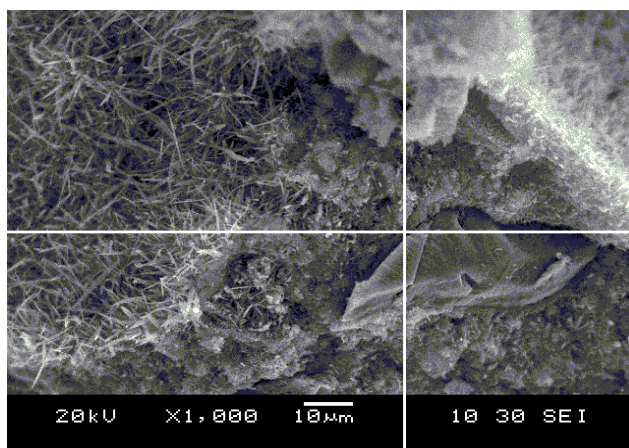


Рисунок 3. Съемка с электронной микроскопии

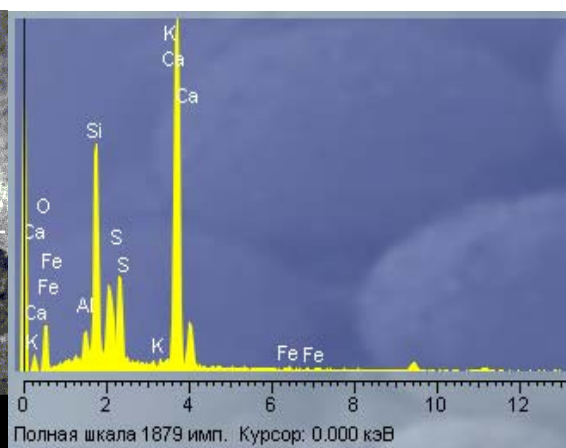


Рисунок 4. Результаты локального спектрального анализа

При вовлечении в систему большего количества активных компонентов образующих искусственно синтезированную систему комплексный метод анализа является эффективным способом прогнозирования эксплуатационно-технических характеристик и долговечности композита.

Библиографический список

1. Баянов Д.С., Шарко П.В., Зимакова Г.А., Солонина В.А. Повышение эксплуатационных свойств ячеистого бетона методом гидромеханохимической активации // Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирского мегабассейна (опыт, инновации) Т.3, -Тюмень:ТИУ, 2016. С. 28-31.

2. Саградян А.А., Зимакова Г.А. Изучение фазового состава новообразований в системе зольные микросферы — цементная матрица / Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. 2012. № 5. С. 102-106.

3. Диагностическая микроскопия. Световая, темнопольная, фазово-контрастная, растрово-электронная, электронная, люминесцентная: Т. Я. Свищева — Санкт-Петербург, Диля, 2011 г.- 384 с.

4. Баянов Д.С., Шарко П.В., Зимакова Г.А., Солонина В.А. Механоактивация кремнеземистого компонента при получении эффективных ячеистых бетонов автоклавного твердения / Сборник материалов международной научно-практической конференции. – В 3-х т. – Т. I. – Тюмень: РИО ТИУ, 2016. С. 203-207.

Научный руководитель: Зимакова Г.А., канд. техн. наук, доцент.

Определение усталостной долговечности щебеночно-мастичного асфальтобетона в программном комплексе ANSYS

Ястремский Д.А., Шанхоев З.Ш., Шабанова Ю.Н.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Для оценки предельных значений усталостной долговечности дорожных одежд необходим комплексный подход, учитывающий совместную работу дорожного покрытия и грунтового основания земляного полотна. С этой целью была использована численная модель, разработанная на основе МКЭ, реализуемая в ПК ANSYS [1-2], для анализа напряженно-деформированного состояния (НДС) автодорожного покрытия и определения запаса по долговечности [3].

Для построения конечно элементной модели дорожного полотна необходимо знать физико-механические свойства всех конструктивных слоёв основания и покрытия автомобильной дороги. Для этого был проведён ряд стандартных исследований [4-5]. Результаты выполненных исследований представлены в предыдущей работе авторов [6-8]. Анализ полученных данных позволил построить расчётную схему автомобильной дороги и решить задачу с помощью МКЭ в программном комплексе ANSYS 16.0 [3].

Для более детального изучения динамических деформаций дорожной конструкции и воздействия стабилизирующих целлюлозно-бумажных

добавок (СД) «Армидон» и «Viatop 66» на свойства ЩМА-20 авторским коллективом была разработана и использована математическая модель по теории Гербера с применением МКЭ. Данная теория одинаково рассматривает отрицательные и положительные средние напряжения.

Для установления действующих эквивалентных напряжений и деформации в покрытии при максимальных эксплуатационных нагрузках использована модель упруго-пластического деформирования материала – Друкера-Прагера (DP). Модель DP задается уравнением:

$$\sqrt{J_2} + \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{\text{Sin}\varphi}{(3 \pm \text{Sin}\varphi)} I_1 - \frac{2\sqrt{3}c \text{Cos}\varphi}{(3 \pm \text{Sin}\varphi)} = 0, \quad (1)$$

где J_2 – второй инвариант девиаторной части тензора напряжений;
 I_1 – первый инвариант тензора напряжений;
 c – удельное сцепление;
 φ – угол внутреннего трения.

Проведены исследования влияния СД на процесс накопления остаточных деформаций, результаты которых представлены на рисунке 1.

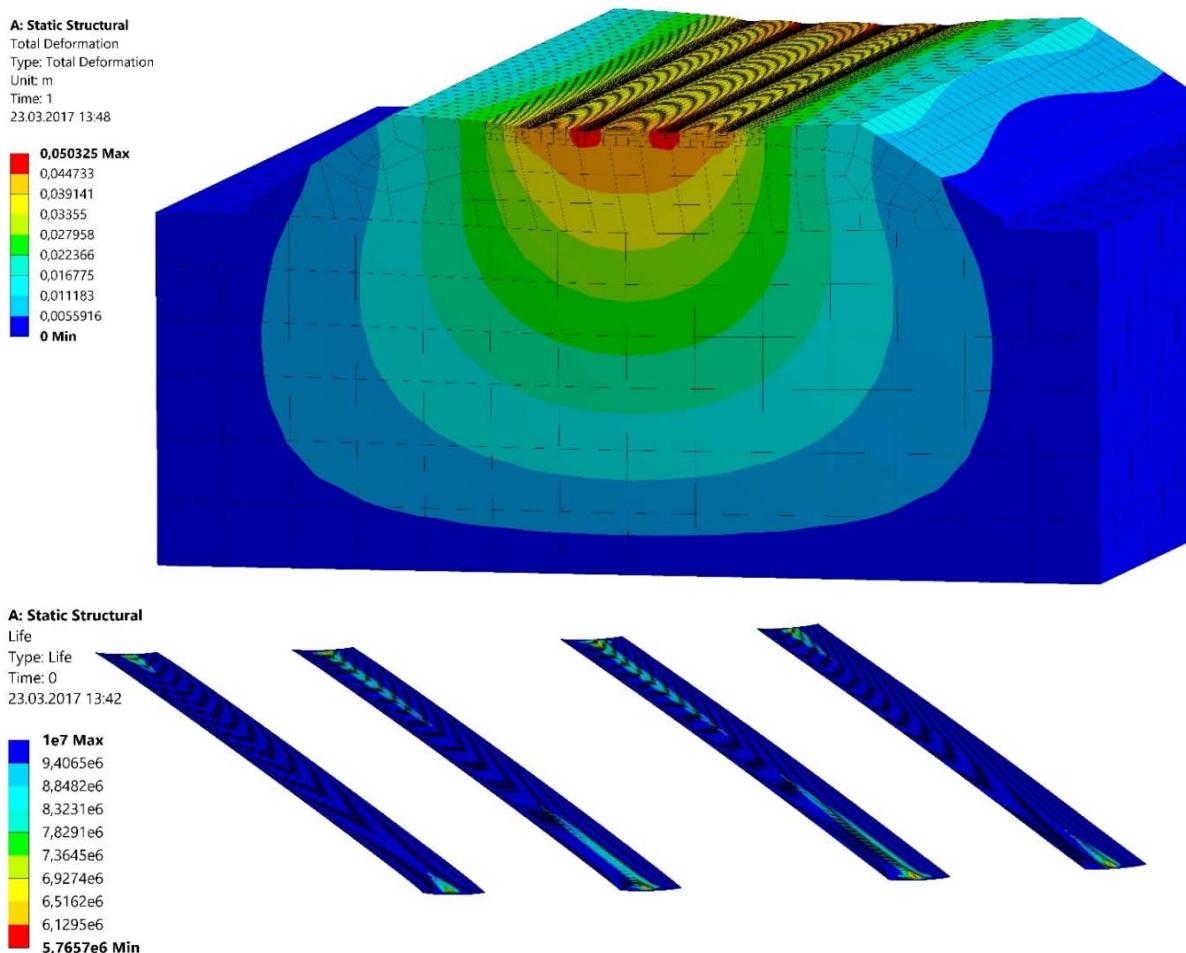


Рисунок 1. Распределение деформаций и циклов усталостной долговечности

В результате расчетов многослойной дорожной конструкции МКЭ, реализованном в программном комплексе ANSYS 16.0, установлено, что усталостная долговечность (предельное количество циклов прохода колеса до разрушения) составила $N \geq 5\,765\,000$ проходов (рисунок 1).

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать следующие выводы:

Разработанная математическая модель процесса образования колеи в асфальтобетонных покрытиях описывает процессы усталостной долговечности.

Авторы установили распределение значений коэффициентов запаса по долговечности ($n_{SF}^N \leq 1,9$), по амплитудам напряжений (n_{SF}^σ в интервале 0,88-3,67) для участка исследуемого асфальтобетонного покрытия ЩМА. Также численно установлено распределение эквивалентных амплитуд напряжений: ($\sigma_{aэкв}$ в интервале 2,44-10,19 МПа).

Библиографический список

1. Тарасенко А.А., Чепур П.В., Тарасенко Д.А. Численное моделирование процесса деформирования резервуара при развитии неравномерных осадок // Нефтяное хозяйство. 2015. № 4. С. 88–91.

2. Цветков В.К., Чайкин В.В. Расчёт дорожных одежд в условиях плоской задачи теории упругости // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2002. №3. С. 19.

3. Ястремский Д.А., Чепур П.В., Абайдуллина Т.Н. Численное моделирование напряженно-деформированного состояния дорожного покрытия из ЩМА с применением стабилизирующей добавки «Армидон» // Фундаментальные исследования. 2016. № 7-2. С. 277-281.

4. ГОСТ 31015-2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетоны щебеночно-мастичные. Технические условия – М.: МНТКС, 2003. – 32 с.

5. ГОСТ 12801 – 98*. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний. – Введ. 1999-01-01. – М.: Издательство стандартов, 1999. – 54 с.

6. Ястремский Д.А., Абайдуллина Т.Н., Чепур П.В. Проблема повышения долговечности асфальтобетонного покрытия и пути её решения // Современные наукоёмкие технологии. 2016. №3-2. С. 307–310.

7. Ястремский Д.А., Абайдуллина Т.Н. Определение эффективности применения стабилизирующих добавок на целлюлозной основе в щебеночно-мастичных смесях // Сборник материалов международной научно-практической конференции. – В 3-х т. – Т. I. – Тюмень: РИО ФГБОУ ВО Тюменский индустриальный университет. 2016. С. 268–273.

8. Д.А. Ястремский, П.В. Чепур, Т.Н. Абайдуллина. Определение микроструктуры стабилизирующей целлюлозно-бумажной добавки «АР-МИДОН» на растровом электронном микроскопе JSM-6510LV // Фундаментальные исследования. 2016. №9. С. 96-101.

Научный руководитель: Абайдуллина Т.Н., канд. техн. наук, доцент

СЕКЦИЯ «Проблемы промышленного, гражданского и дорожного строительства»

Моделирование дорожно-строительных процессов

Агапкин Г.М. Янкин Г.Д. Замятин А.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Моделирование – один из важных и обязательных этапов исследований и разработок не только в научной сфере, но и в жизни.

В современном мире все больше людей отдает предпочтение созданию моделей в каждой сфере деятельности, начиная от визуализации представлений о том, как будет выглядеть квартира после ремонта, заканчивая сложными физическими моделями при испытании космических кораблей.

По способу отображения действительности различают три основных вида моделей [1]: первые – эвристические (образы, рисуемые в голове человека); вторые – натурные (модели, подобные реальным системам); третьи – математические (совокупность физических и математических формул, которые описывают рассматриваемый процесс).

Говоря об обучении, в течение длительного периода развития общества, основной формой освоения социального опыта была устно-словесная трансляция знаний. Революционные изменения были вызваны появлением знаковой визуализации речи и возникновением письменности, а затем – книгопечатания. До настоящего времени вербальный способ доминирует в процессе передачи от поколения к поколению знаний, умений и способов деятельности и остается ведущим методом в сфере образования, обучения и воспитания. Однако можно констатировать, что и визуальный способ передачи-восприятия информации становится значимым в социально-образовательном пространстве. Свидетельством этого являются достижения в области телекоммуникации, интернет - и информационных технологий, производства видеопродукции, научной, промышленной, военной и бытовой техники [2].

Поступая в высшее учебное заведение на строительное направление подготовки, человеку может потребоваться огромное количество времени, чтобы понять и представить различные технологические процессы, способы организации строительства и другие особенности производства.

Если чертежи и объемные пространственные модели могут быть понятны только человеку, имеющему специальные знания по их прочтению, то натурная модель, имеющая функциональное и структурное значение, является необходимым помощником в визуализации процессов для будущих молодых специалистов.

В процессе визуализации человек мобилизует такое мышление как: образное, логическое, комплексное. Также активизируются эстетический,

культурный, художественный потенциал и другие важные свойства и качества личности [2].

На данный момент ярким и положительным опытом в использовании таких моделей и визуализации сложных процессов, могут служить проекты, разрабатываемые обучающимися по направлению «Дизайн архитектурной среды» в Институте архитектуры и дизайна Тюменского индустриального университета. Каждая модель создается по заранее составленным чертежам и макетам и служит понятным и наглядным примером для обучающихся в университете.

В практике обучения по направлению Строительство на профиле «Автомобильные дороги» такие модели сегодня не применяются.

Поэтому была поставлена цель – создать натурную модель, наглядно демонстрирующую элементы и этапы строительства автомобильной дороги. Это даст возможность повысить качество обучения, а также приведет к росту профессиональных компетенций выпускника [3].

Для достижения поставленной цели нужно решить следующие задачи:

- 1 выполнить поиск оптимального алгоритма создания модели;
- 2 создать образ модели(принять проектные решения, разработать технологию строительства, выполнить масштабирование, подобрать материал для изготовления);
- 3 изготовить модель для всех принятых конструкций и технологических процессов.
- 4 оценить эффективность от использования данной модели в процессе обучения, путем анкетирования студентов о понимании и доступности представленной информации.

На данный момент разработаны: конструкции земляного полотна и дорожной одежды на базе автоматизированных программных комплексов Robur и Credo; технологические карты производства работ и скомплектованы машино-дорожные отряды для каждого потока. Подобран масштаб для будущей модели, определены материалы, которые будут использованы при создании, а также изготовлен бумажный вариант макета для отдельных технологических участков на базе созданной 3D-модели (рис.1).

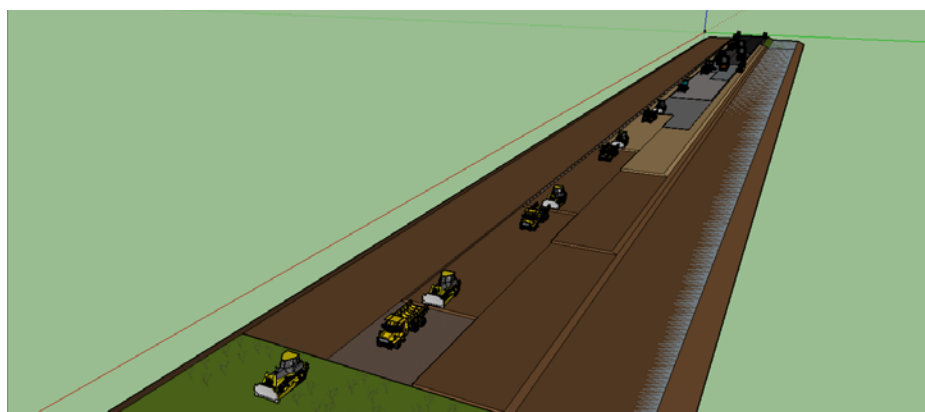


Рисунок 1. 3D-модель строительства автомобильной дороги

Модель представляет собой последовательность строительства автомобильной дороги, включающую девять технологических участков. Это позволяет рассматривать особенности технологии строительства в интерактивном формате, и, несомненно, вызовет интерес обучающихся к предмету.

В ближайшее время планируется приступить к процессу изготовления деталей натурной модели.

Несомненно, важным этапом останется оценка эффективности модели в образовательном процессе. Анализ планируется выполнить с помощью заранее разработанной анкеты, вопросы которой будут отражать особенности устройства элементов автомобильной дороги на представленной модели.

Библиографический список

1. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс]:– Электрон.текстовые дан. –Академик, 2000 – Режим доступа: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1883590>.

2. Манько, Н.Н. Когнитивная визуализация педагогических объектов в современных технологиях обучения. /Н.Н.Манько // Образование и наука 2009 №8 (65)- Екатеринбург: Уральское отделение Российской академии образования. – 167 с.

3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. № 201.

Научный руководитель: доцент кафедры автомобильных дорог и аэродромов Замятин Алексей Валерьевич

Обоснование принципов построения системы определения топологии внутренней поверхности РВС

Андреева М.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время актуальна задача разработки системы определения топологии поверхности резервуаров вертикальных стальных (РВС), которая обладала бы высокой точностью измерений, высокой степенью автоматизации и могла бы применяться при обследовании РВС на предмет наличия геометрических несовершенств[1, 2].

Структура разработанной системы определения топологии поверхности РВС, отвечающей вышеуказанным требованиям, приведена на рисунке 1.

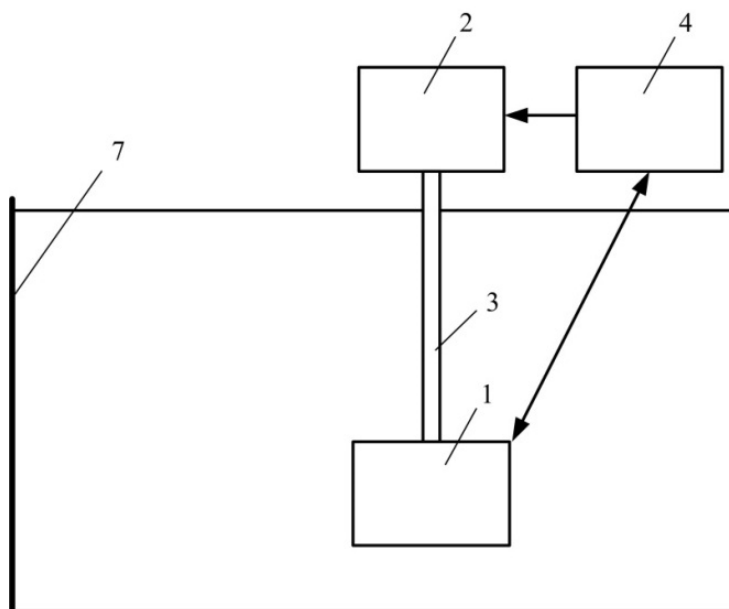


Рисунок 1. Структурная схема системы

Ключевым элементом системы является измерительный блок 1, жестко прикрепленный к механизму 2 металлической телескопической штангой 3. Механизм 2 состоит из двухшаговых двигателей и блока управления шаговыми двигателями, соединенным с компьютером (ПК) 4. Микроконтроллер в составе измерительного блока 1 также соединен с ПК 4 по беспроводному каналу связи.

Измерительный блок имеет цилиндрический корпус и представляет собой совокупность чередующихся с установленным шагом v_d плоскостей сканирования, содержащих лазерные источники и приемники сигнала, с помощью которых осуществляется измерение расстояния до стенки РВС 7 и которые располагаются через равные шаги h_d . Количество источников и приемников на всех плоскостях сканирования одинаково. Все источники и приемники сигнала соединены с микроконтроллером, входящим в состав измерительного блока.

Алгоритм работы системы, измерительный блок которой состоит из одной плоскости сканирования, содержащей один лазерный источник и приемник, приведен в работе [3].

Местоположение точек РВС, замер расстояния до которых будет произведен в ходе сканирования, определяется в процессе формирования карты сканирования РВС, которая имеет вид, изображенный на рисунке 2.

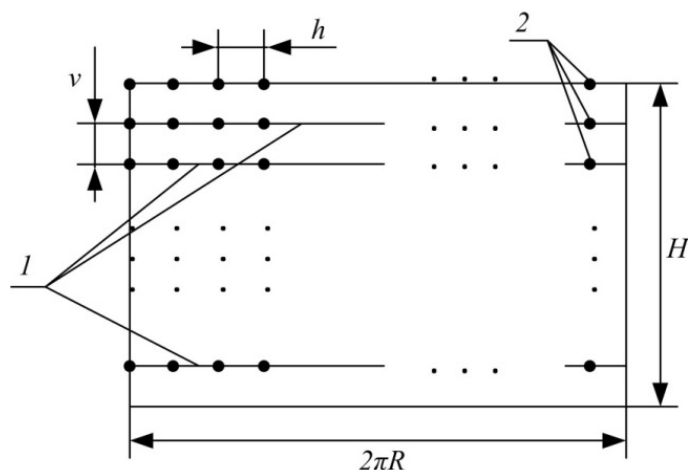


Рисунок 2. Сформированная карта сканирования PVC

Такая карта сканирования представляет собой совокупность точек сканирования, чередующихся с шагом горизонтального сканирования h и расположенных на горизонтальных уровнях сканирования, расстояние между которыми соответствует шагу вертикального сканирования v .

Вводится понятие полосы сканирования – совокупности уровней сканирования (рисунок 2), расстояние до точек которых одновременно измеряется при использовании описанного измерительного блока (принимается, что $v = v_d$).

Была выведена формула, выражающая зависимость времени сканирования от параметров PVC и параметров системы сканирования. Такая формула имеет вид:

$$T = \frac{2\pi R \cdot 1000}{K_d^h h \delta} \cdot \frac{H \cdot 1000}{K_d^v v} + \frac{K_d^v v}{v_b} \cdot \left(\frac{H}{K_d^v v} - 1 \right) \text{ [сек]}, \quad (1)$$

где R – радиус PVC [м], H – высота PVC [м], K_d^h – количество плоскостей сканирования в измерительном блоке, K_d^v – количество лазерных источников и приемников в плоскости сканирования, h – шаг горизонтального сканирования [мм], v – шаг вертикального сканирования [мм], δ – частота считывания данных [Гц], v_b – скорость перемещения измерительного блока по вертикали [мм/сек].

В соответствии с выражением (1) возможно рассчитать параметры измерительного блока, используемого в системе, с учетом того, в течение какого времени и для PVC с какими параметрами необходимо провести сканирование.

Также в соответствии с выражением (1) в среде Matlab был построен график зависимости времени сканирования PVC-100 (радиус 2365 мм, высота 6000 мм), PVC-500 (радиус 4225 мм, высота 9250 мм), PVC-1000 (радиус 5215 мм, высота 12000 мм), PVC-5000 (радиус 11400 мм, высота 12000 мм), PVC-

10000 (радиус 17100 мм, высота 12000 мм) от количества плоскостей сканирования измерительного блока. При этом было принято: $v = h = 5$ мм, $\delta = 100$ Гц, $v_b = 50$ мм/сек, $K_d^v = 8$. График изображен на рисунке 3.

Из приведенного графика видно, что увеличение плоскостей сканирования ведет к уменьшению времени сканирования, что позволяет повысить его эффективность.

Таким образом, главной частью системы определения топологии внутренней поверхности РВС является измерительный блок, представляющий собой совокупность плоскостей сканирования, содержащих лазерные источники и приемники. Выведена формула, показывающая зависимость времени сканирования РВС от его параметров и параметров описанной системы.

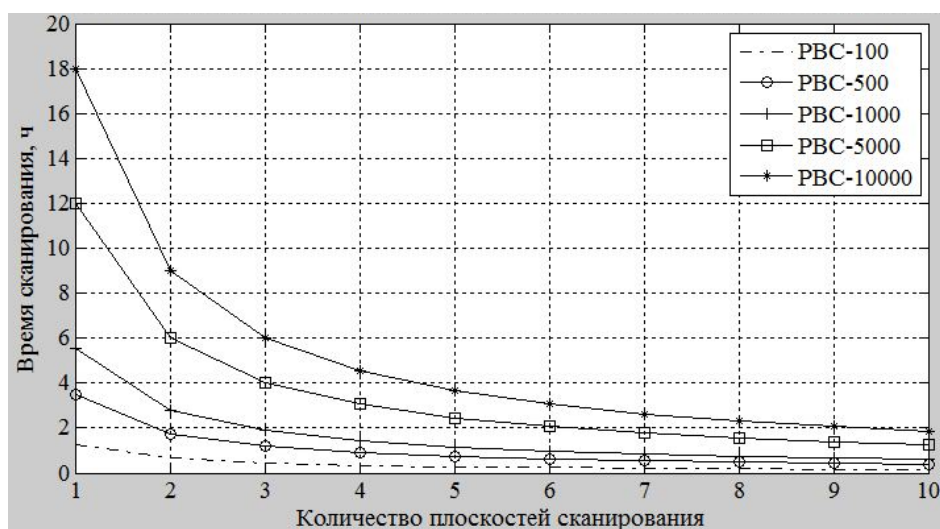


Рисунок 3. График зависимости времени сканирования РВС от количества плоскостей сканирования

Библиографический список

1. Кузяков О.Н., Кучерюк В.И. Методы и средства измерения топологии поверхности, перемещений и деформаций. Тюмень: ТюмГНГУ, 2002. – 172 с.
2. Кучерюк В.И., Кузяков О.Н., Дубатовка У.В. Устройство для определения топологии поверхности муаровым методом // Патент на изобретение RUS 2267087 27.12.2005.
3. Андреева М.А., Кузяков О.Н. Разработка системы для определения топологии внутренней поверхности резервуаров // Энергосбережение и инновационные технологии в ТЭК: сборник материалов международной научно-практической конференции – Тюмень: ТИУ, 2016. – С.17-21.

Научный руководитель: Кузяков О.Н., д.т.н., доцент

Введение пешеходной фазы как фактор влияния на безопасность и пропускную способность на регулируемых пересечениях

Ануфриева Т.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В последнее время на почти всех регулируемых пересечениях г. Тюмени, где предусмотрено движение пешеходов, появилась выделенная пешеходная фаза. Это сопровождалось увеличением времени задержек автотранспортных средств на перекрестках и общим увеличением продолжительности цикла светофорного регулирования.

Данное нововведение связано с вышедшей в 2014 новой редакцией ГОСТ Р 52289-2004 [1], запрещающей движение пешеходных и транспортных потоков в одной фазе и подчиняется общей концепции оценивания дороги (городской улицы) по главному показателю качества – безопасности движения.

Несмотря на очевидную позитивную и достаточно кардинальную роль, на наш взгляд, данный показатель (качество) должен рассматриваться в качестве целевой функции с множеством критериев. Одними из таких критериев должны стать как безопасность, так и транспортные потери (задержки) на пересечении, вкуче с экологическими издержками (шум, выбросы). Причем из всех составных критериев безопасность должна быть основным.

В данной статье проведем предварительные итоги изменения светофорного регулирования на регулируемом пересечении улиц Червишевский тракт – Ставропольская в г. Тюмени, произведенного в 2016 году.

На данном пересечении вместо существовавшего двухфазного регулирования была произведена перенастройка на трехфазное с выделением отдельной пешеходной фазы. Были рассчитаны пропускная способность и среднее время задержки автомобиля по времени дня согласно [2,3]. Продолжительность сигналов светофора бралась для 1-го режима регулирования (6.00-17.00, 18.30-0.00). Данные по интенсивности движения были взяты с видеодетекторов «ТrafіCam». Результаты сравнения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Ед. изм.	Значение до ввода	Значение после ввода
Пропускная способность по направлениям:			
- Червишевский тракт (из центра)	авт/ч	1320	1200
- Червишевский тракт (в центр)	авт/ч	1196	1052
- Ставропольская	авт/ч	502	346
Время задержки одного автомобиля по направлениям:			
- Червишевский тракт (из центра)	с	10-22	22-55
- Червишевский тракт (в центр)	с	13-23	22-52
- Ставропольская	с	32-42	44-128

В результате предварительных расчетов, как мы видим, произошел резкий всплеск задержек транспортных средств из-за уменьшения пропускной способности. Для более точных данных рекомендуется произвести фактический расчет задержек автомобилей по [4].

По информации полка ДПС ГИБДД УМВД России по Тюменской области в период с 2013 по 2015 год на пересечении ул. Червишевский тракт и ул. Ставропольская произошло 14 дорожно-транспортных происшествий, из них 4 наезда на пешехода и 9 столкновений, в которых пострадали 18 человека, погиб – 1 человек. В 2016 году ДТП с пострадавшими на данном участке не зарегистрировано, о чем свидетельствует результаты введения пешеходной фазы на светофорном объекте.

Рассмотренное пересечение расположено в селитебной зоне года и характеризуется интенсивными как транспортными, так и пешеходными потоками. В связи с приведенными обследованиями и расчетами ввод отдельной пешеходной фазы является необходимым. Наряду с этим могут наблюдаться ситуации как с эпизодическим пешеходным движением через пересечение, так и с массовым их переходом.

Для первого случая необходима установка вызывного пешеходного табло. Критерии установки такого табло приведены в ОДМ 218.6.003-2011 [3] для применения на переходах. На наш взгляд необходимо переработать эти критерии для применения на регулируемых пересечениях и примыканиях городских улиц. Также на ситуацию может повлиять наличие адаптивного управления светофорным регулированием для транспортного потока или системы т.н. «умного светофора» [5].

Для второго случая необходимо производить обоснование устройства внеуличного пешеходного перехода.

Выводы:

1) Введение отдельной пешеходной фазы на регулируемых пересечениях вместе с кардинальным снижением числа дорожно-транспортных происшествий с числом пострадавших значительно увеличивает величину задержек и транспортных потерь.

2) Общие параметры пересечений, в т.ч. частные, касающиеся режимов светофорного регулирования, должны рассчитываться на основании целевой функции, образно сведенной к понятию – «качество функционирования объекта или системы», рассчитанной по нескольким составляющим.

3) В качестве составных такой функции необходимо определить главную составляющую - безопасность движения и дополнительную - транспортные потери от задержек транспортных средств.

4) Необходимо произвести в дальнейшем технико-экономическое обоснование по обоснованности применения ввода отдельной пешеходной фазы как одного из конкурирующего варианта в сравнении с устройством вызывного пешеходного табло при эпизодическом пропуске пешеходов и устройством внеуличных пешеходных переходов.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств.
2. ОДМ 218.6.003-2011 Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах. Федеральное дорожное агентство. (Росавтодор). Москва 2013. – 69 с.
3. ОДМ 218.2.020-2012. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог. – М.: Информавтодор, 2012. - 148с.
4. Кременец Ю.А., Печерский М.П., Афанасьев М.Б. Технические средства организации дорожного движения: Учебник для вузов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279с.: ил.
5. Данилов О.Ф. Обзор существующих методик светофорного регулирования / Данилов О.Ф., Осипенко А.М., Шанхоев З.Ш., Галенко С.В. // Организация и безопасность дорожного движения – Сб.: X Международной научно-практической конференция. Т. I. – Тюмень : ТИУ, 2017. – С. 361-365.

Научный руководитель: Андронов Р.В., канд. техн. наук, доцент.

Анализ причин снижения эксплуатационной надежности цементогрунта дорожного назначения и методов его модификации

Анненкова А.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Наиболее актуальным направлением научных исследований в области дорожного строительства согласно статистическому весу в международном информационном поле является повышение эффективности использования строительных материалов (ДСМ) при устройстве дорожных одежд (ДО).

Одним из таких материалов, позволяющим отказаться от использования дорогостоящего цементобетона в Российской Федерации может служить его недорогой аналог - цементогрунт. Наиболее широкое распространение он получил при освоении нефтяных месторождений в Западной Сибири, где нет месторождений каменных материалов, а их транспортировка ведет к удорожанию строительства в несколько раз.

Тем не менее, эффективность применения дорожного цементогрунта в районах Западной Сибири требует детального технико-экономического обоснования. На основе действующей сметно-нормативной базы было выполнено сравнение двух конкурирующих стратегий: транспортировки ДСМ (щебень или цемент) и устройства оснований нежестких ДО автомобильной дороги 3 технической категории [1]. Территориальная привязка выполнена к условиям Тюменского района (г. Тюмень), Ханты-

Мансийского (г. Сургут) и Ямало-Ненецкого (г. Новый Уренгой) автономных округов. Результаты расчетов представлены в виде графической модели на рисунке 1.

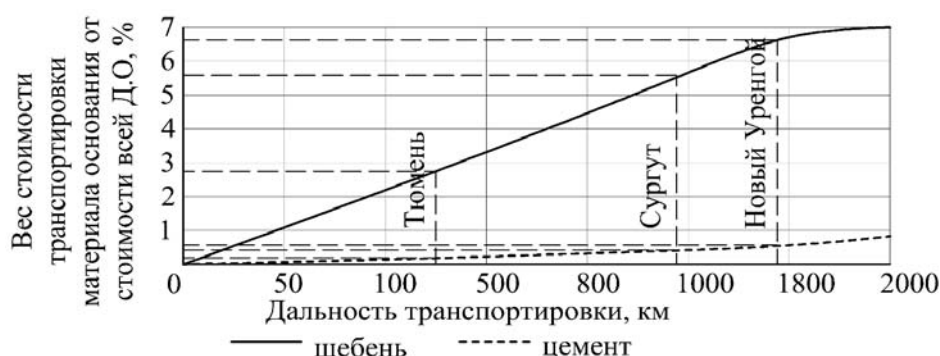


Рисунок 1. Расчетная модель экономической эффективности транспортировки дорожно-строительных материалов для рассматриваемых стратегий

Используя полученные зависимости, в программном комплексе «*Indor Pavement*» (разработчик ООО «ИндорСофт») были запроектированы конструкции дорожных одежд для двух сравниваемых стратегий (рисунок 2). Сравнение по относительному показателю «стоимость прочности Д.О.», показало экономическую эффективность реализации второй стратегии во всех административно-территориальных образованиях Тюменской области.



Рисунок 2. Конструктивные схемы дорожных одежд рассматриваемых стратегий и их прочностно-стоимостные показатели

1 – а/бетон горячей укладки плотный II марки из щебёночной смеси типа А, марка битума БНД 90/130, 2 – а/бетон горячей укладки пористый II марки из щебёночной смеси типа А, марка битума БНД90/130, 3 – щебень фр.40-80 мм с заклиной фракционированным мелким щебнем, 4 – цементогрунт марки М40

Существенным ограничением применения грунтов, укрепленных только неорганическим вяжущим, являются хрупкость, низкая трещиностойкость и выкрашивание, вызванные динамическими нагрузками, тяжелыми природно-климатическими и грунтово-геологическими условиями. Устранение указанных недостатков возможно за счет системы синергетического взаимодействия материаловедческих (уменьшение водоцементного отношения и модификация состава) и технологических факторов (режимы вибрационного уплотнения) формирования цементогрунта, впервые предложенной д.т.н., профессором А.Н. Шуваевым.

Для снижения водопоглощения цементогрунта при его модификации применяют различные добавки: битумные эмульсии, битумоизвестковые пасты, жидкие битумы, гидрофобные поверхностно активные вещества, пиридиновые остатки и кремнийорганические соединения [2].

Выполненный анализ рынка модификаторов показал, что в настоящее время наибольшие спрос и распространение в дорожном строительстве получили кремнийорганические гидрофобизаторы. По техническим характеристикам от производителей были выбраны гидрофобизаторы поверхностного и инъекционного действия для дорожных бетонов, адаптированные для российских условий (таблица 1).

Таблица 1

Технико-экономические характеристики гидрофобизирующих добавок

Наименование материала	Страна производитель	Расход материала, л/100 м ² (% от массы цемента, кг)	Цена за 1 л (кг), руб.	Срок службы, лет
Добавки для поверхностной обработки				
Аквасил	Россия	40	237	Более 10 лет
Аквафоб-Э		40	330	Более 10 лет
Типром У		20	273	Более 10 лет
Типром К		5	403	Более 10 лет
Пенетрон		10 кг	60	Не ограничен
<i>KrytonHydrostop™ Sealer</i>	США	16,7	-	Более 10 лет
<i>Hycrete W500</i>		50	-	Более 10 лет
Добавки инъекционного типа				
ПенетронАдмикс	Россия	(1)	(75)	Не ограничен
Аквасил		(0,4-0,5)	(237)	Более 10 лет
Аквафоб-Э		(0,4-0,5)	(330)	Более 10 лет
Кристаллизол Монолит		(1)	(266)	Не ограничен
<i>Krystol Mortar Admixture™</i>	США	(2)	-	Не ограничен

В ходе выполненного сравнения было выявлено, что наиболее перспективными для дальнейшего исследования являются гидрофобизаторы, выпускаемые ГК «Пенетрон-Россия» и ПК «САЗИ» ввиду их высокого качества, меньшей стоимости и доступности на отечественном рынке [3]. Работы по изучению их влияния на гидрофизические свойства цементогрунта являются пионерными, требуют уточнения дозировок, времени выдерживания и технологических особенностей производства работ и будут продолжены в дальнейших исследованиях.

Библиографический список

1. Проектирование нежестких дорожных одежд. ОДН 218.046-01. – М.: Информавтодор, 2001. – 145 с.
2. Безрук, В.М. Укрепление грунтов в дорожном строительстве / В.М. Безрук. – М.: Транспорт, 1971. – 247 с.
3. Снижение водопоглощения цементогрунта за счет обработки гидрофобизирующими материалами / А.В. Анненкова, А.О. Тюленёв, Р.Х. Дидигов, С.А. Кузьминых // XX научно-образовательная конференция студентов ТИУ: сборник материалов. – Тюмень: РИО ФГБОУ ВО «ТИУ», 2016. - С. 31-34.

Научный руководитель: Тестешев А.А., канд. техн. наук, доцент.

Область применения методов и способов профилактики и борьбы с зимней скользкостью на мостах и путепроводах в городских условиях

Бакаев В.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В зимний период опасными для дорожного движения оказываются мосты, путепроводы, эстакады, т.е. места, где из-за повышенной влажности и резких перепадов температур может образоваться зимняя скользкость. В городских условиях при высокой интенсивности движения важно обеспечить поддержание коэффициента сцепления в нормативных значениях, для чего необходимо оперативно бороться с зимней скользкостью.

Наиболее широкое распространение в практике зимнего содержания автомобильных дорог в нашей стране нашел химический способ. Химический способ основан на использовании химических материалов, обладающих способностью при контакте со снежно-ледяными отложениями переводить их в раствор, не замерзающий при отрицательных температурах [1]. Химический способ самый эффективный он позволяет полностью устранить скользкость и восстановить сцепные качества покрытия, при этом

требуется малый расход материалов и малая потребность в распределителях. Применяя этот метод на мостах и путепроводах, химические активные вещества, которые используются при борьбе с гололедными явлениями, проникая через деформационные швы полностью разрушают защитный слой бетона и оголяют арматуру. Поэтому следует ограничить применение таких реагентов на мостовых сооружениях. Существуют химические реагенты, которые возможно использовать на мостах и путепроводах, но они имеют свои недостатки. К примеру, ацетаты имеют специфический запах уксусной кислоты, что усложняет их применение в городских условиях.

Фрикционный метод состоит в том, что по поверхности ледяного или снежно-ледяного слоя рассыпают мелкий гравий, гранитную крошку, шлак или другие абразивные материалы. Это не устраняет скользкость, а только на некоторое время повышает коэффициент сцепления. В процессе движения транспортных средств имеет место выброс каменных материалов из под колес, при этом в городских условиях происходит забивание дождеприемников [2]. Данный метод применим на дорогах с малой интенсивностью движения и на мостах только при резком похолодании или угрозе оледенения, когда другие способы и методы борьбы со скользкостью неприменимы.

Комбинированный метод подразумевает совместное применение химических и фрикционных ПГМ [1]. Скользкость при комбинированном методе не ликвидируется полностью, а только повышаются сцепные качества, при этом страдают детали кузова автомобилей и дорожной техники, наступает их коррозия, в городских условиях засоряются водостоки. Время действия больше чем у фрикционного, а расход материала меньше чем у химического способа. Применяемые химические реагенты в смеси разрушают защитный слой бетона и создают коррозию арматуры, что ограничивает применение данного способа на мостовых сооружениях.

Во многих западных странах для снижения адгезии льда с покрытием устраивают тонкие слои из специальных асфальтобетонных смесей. Такой метод называют физико-химический. В процессе изготовления асфальтобетонной смеси в нее вводят добавки типа «Грикол», «Верглимит» и «Плюстит», которые на поверхности покрытия создают гидрофобный слой и придают противогололедные свойства асфальтобетонному покрытию [1]. Покрытия с противогололедными добавками, эффективны при диапазоне температур от 0°C до -6°C в случае незначительного количества снежных осадков. Лучший эффект от таких покрытий достигается только при интенсивности движения свыше 5000 авт./сут. Относительно небольшой срок службы такого покрытия составляет 2-6 лет. Исследования, проведенные отечественными и зарубежными учеными показали, подобные покрытия на поверхности всегда имеют тонкий слой рассола, в случае резкого понижения температуры воздуха повышается риск его обледенения. Подобное свойство значительно сокращает применение таких покрытий на мостовых сооружениях [2].

В настоящее время в России всё более широкое распространение получает применение стационарных систем предназначенных для автоматической обработки дорожного полотна жидким противогололедным реагентом. Система оперативно получает с автоматических дорожных метеостанций краткосрочный прогноз образования зимней скользкости, ускоренно обрабатывая дорожное покрытие жидкими ПГМ, автоматически регулируя норму распределения материала в зависимости от изменения погодно-климатических условий и состояния покрытия. Характерными недостатками системы является поливка реагентом проезжающих автомобилей и неожиданное срабатывание для водителей, необходимость устройства специальных емкостей для хранения реагентов в непосредственной близости от инженерного сооружения [4].

Наиболее перспективным методом ликвидации зимней скользкости на покрытии проезжей части мостовых сооружений является тепловой способ. Метод основан на кратковременном нагреве верхнего слоя покрытия глубинными нагревательными элементами, монтируемыми между слоями дорожной одежды и автоматически включающимися в период снегонакопления или льдообразования[3]. Тепловой способ позволяет в автоматическом режиме поддерживать проезжую часть на мостах и путепроводах в чистом и сухом виде, что обеспечивает безопасное и комфортное движение в зимний период. Кроме того, такой метод можно применять на тротуарах, что снизить травматизм пешеходов. Недостатками способа является необходимость обеспечения электричеством, большими капиталовложениями на первоначальном этапе.

Указанные выше методы борьбы с зимней скользкостью имеют свои достоинства и недостатки, исходя из которых имеют свою область применения, однако на мостах и путепроводах в городских условиях они не всегда эффективны. Проанализировав различные способы борьбы с зимней скользкостью, следует отметить, что для ликвидации гололедных явлений на покрытии проезжей части мостовых сооружений в городских условиях предпочтительнее применять тепловой способ. Тепловой способ обладает рядом преимуществ по сравнению с другими. Для его эффективного применения не обязательно присутствие человека, он может работать автоматически. За счет использования данных метеостанций и различных датчиков, возможно предупреждение образования гололедных явлений. При неожиданном включении нагревательных элементов водители, скорее всего, не обратят на это внимание, в отличие от систем автоматической обработки дорожного полотна жидкими реагентами. В результате работы теплового способа в итоге получаем чистое сухое покрытие.

Существуют различные способы обогрева покрытия, основанные на использовании электричества, пара или теплоносителей. В городских условиях необходимо обосновать наиболее предпочтительного способа обогрева покрытий мостов и путепроводов.

Библиографический список

1. Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах : ОДМД : утв. распоряжением Минтранса России от 16.06.2003 № ОС-548-р. – 43 с.
2. Экология зимнего содержания автомобильных дорог – обзорная информация. Вып. 3. – 2003. – Государственная служба дорожного хозяйства Министерства транспорта Российской Федерации. Информационный центр по автомобильным дорогам. – 50 с.
3. Нюдь А.С. Существующие проблемы выявления и ликвидации зимней скользкости на автомобильных дорогах и мостовых сооружениях / А.С. Нюдь, Е.И. Киряков // Вестник ТГАСУ. – 2013. – №2. – С. 354-361.
4. Френкель О.В., Розов С.Ю. Технологии и способы использования противогололедных материалов при борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах и улицах. Информавтодор. М., 2006 г. – С. 90-99.

Научный руководитель Гензе Д.А.

Совершенствование технологии строительства автомобильных дорог с использованием буровых шламов

Бойко М.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Согласно Государственной программе Российской Федерации «Охрана окружающей среды» на 2012–2020 гг., одним из приоритетов экологической политики является снижение образования отходов, а также поэтапное введение запрета на захоронение отходов, которые могут быть использованы в качестве вторичного сырья.

Одними из основных источников загрязнения окружающей среды в России являются предприятия нефтегазовой промышленности. На территории Западной Сибири, где добывается большая часть углеводородного сырья страны, ведутся интенсивные работы по разбурированию месторождений, ежегодно образуется более 1 млн. тонн отходов бурения - бурового шлама, наиболее крупнотоннажного отхода. Шлам, содержащий выбуренную породу, отработанную промывочную жидкость, др. компоненты, ввиду сложного химического состава (табл. 1) способен при контакте с природными комплексами оказывать негативное воздействие и относится к отходам IV класса опасности [3].

Пример состава отходов нефтедобычи ОАО "Когалымнефтегаз"

Компоненты отходов	Состав при бурении скважины (2600 м), т
Вода	314,0
Шлам	150,0
Нефть	29,64
Бентонит	2,8
Различные присадки (КМЦ, ТПФН, КГЖ, КССБ, Гипан, НТФ, Смазочная добавка ИКБ-4ТМ)	2,8

Буровые шламы (БШ) в количестве порядка 300-600 тонн с каждой скважины, либо накапливаются в амбарах и накопителях, либо транспортируются к местам складирования и переработки при так. наз. «безамбарном бурении». Ранее применялись методы захоронения бурового шлама в амбарах. В настоящее время все более широко применяются различные способы переработки БШ.

Для уменьшения влияния буровых шламов на экологическую среду, на сегодняшний день известно несколько способов переработки и утилизации буровых отходов (схема 1):

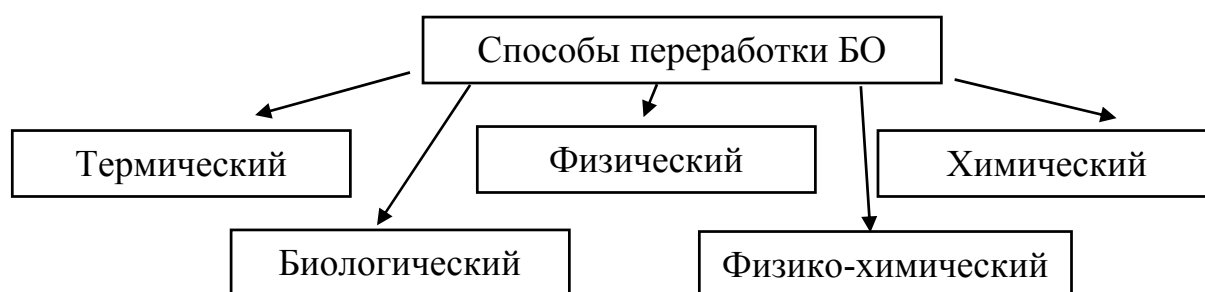


Схема 1. Способы переработки и утилизации буровых отходов

Наиболее перспективным направлением переработки представляется получение материалов для строительства, т.е. утилизация с получением полезной продукции, при этом шлам подвергается воздействию, в корне изменяющему его свойства и состояние.

Более 30 лет, начиная с 1985 года, на кафедре «Автомобильных дорог» ТюмГАСУ - ТИУ ведутся научные исследования и внедренческие работы по технологии переработки БШ с получением строительных и дорожных материалов, которые с успехом могут применяться при обустройстве месторождений, строительстве и ремонте промышленных автодорог.

Комплексная технология утилизации БШ в дорожном строительстве включает целый ряд новых материалов, конструктивных решений, способов производства работ.

Строительные и дорожные материалы на основе БШ включают ряд групп: -укрепленные композиции для устройства дорожных одежд – грунтобетон и тд.;

-материалы для гидроизоляции в дорожных конструкциях и шламовых амбарах;

-грунтовые смеси для производства земляных работ, устройства земляного полотна дорог и площадок;

-плодородные смеси для рекультивации земель и укрепления откосов, и др.;

Новые материалы и технические условия (ТУ) на них, разработанные на кафедре, прошли все необходимые согласования, экспертизы и сертификацию.

Конструктивно-технологические решения и документация РД, СТО, СТП так же прошли все экспертизы, в том числе на федеральном уровне, и служат основой для внедрения разработок кафедры на практике. В последние десятилетия технология переработки БШ применяется на ряде месторождений не только Западной Сибири, но и в других регионах.

Однако, при всей проработанности данной технологии, расширение ее использования на практике сдерживается рядом факторов:

-крайне неоднородным составом и свойствами БШ на различных месторождениях, шламонакопителях, амбарах;

-высокой обводненностью БШ, которые включают отработанный буровой раствор, и сточные воды, недостаточно качественно обезвоживаются в процессе бурения, при хранении дополнительно попадают атмосферные осадки;

-отсутствием точной информации об объемах БШ в некоторых случаях, что требует проведения дополнительных замеров и учета;

-краткостью строительного сезона на севере, что обуславливает необходимость производства переработки и применения полученного материала в период с отрицательными температурами;

-высокой стоимостью переработки, т.к. для получения качественных материалов требуется значительное количество вяжущих и др. компонентов, высокая трудоемкость.

-ограниченностью возможностей проведения дорожных работ, необходимостью выдерживать технологические перерывы, что иногда невозможно по условиям нефтепромысла, т.к. не допускается перекрытие движения. Более предпочтительным с точки зрения нефтегазовых компаний является отверждение БШ при рекультивации амбаров и накопителей.



Рисунок 1 Применение технологии ТюмГАСУ и гравтобетона на основе БШ для рекультивации пыльных амбаров

Выявленные проблемы требуют исследования и поэтапного решения, что позволит повысить эффективность применения буровых отходов в дорожном строительстве, обеспечить качественную переработку и утилизацию БШ с получением полезной продукции, рекультивацию земель и снижение отрицательного воздействия на окружающую среду.

Библиографический список

1. Захаров, А. И. Виды и масштабы воздействия нефтедобывающей промышленности на лесной фонд Ханты-Мансийского автономного округа. / А. И. Захаров, Г. А. Гаркунов, Б. Е. Чижов // Леса и лесное хозяйство Западной Сибири. – 1998. № 6. – С. 149–160.

2. Митрофанов, Н. Г. Строительство автомобильных дорог с применением композиционных материалов на основе грунтов и отходов бурения: На примере нефтедобывающих районов Западной Сибири: дис. ... канд. тех. наук: 05.23.11 / Митрофанов Николай Георгиевич. - М., 2000. - 267 с.

3. Пичугин, Е. А. Оценка воздействия бурового шлама на окружающую природную среду / Е. А. Пичугин // Молодой ученый. - 2013. - №9. - С. 122-123.

Научный руководитель: Митрофанов Н. Г. канд. техн. наук, доцент

Применение трехмерной графики в строительстве

Воронцов Е.О.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В наше время современный архитектор или же строитель используют программы для автоматического проектирования, что позволяет без труда

корректировать и вносить изменения в проект. Применение такого программного обеспечения требует немалой подготовки и знаний в области работ с чертежами. И возникает вопрос, что делать, если заказчик, не имеющий должного образования, нуждается в объяснении и демонстрации данного проекта. В этом случае на помощь приходит трехмерная визуализация.

Главным достоинством трехмерной визуализации заключается в отображении смоделированного объекта на основе разработанных чертежей, с реалистичным представлением изображения в перспективе [1]. Трехмерная визуализация позволит тщательно разглядеть и оценить форму объекта, степень выразительности его геометрии на уровне привычного взгляда и угла обзора. Именно визуализация объекта позволит еще на стадии проектирования наглядно оценить будущий проект (рисунок 1).

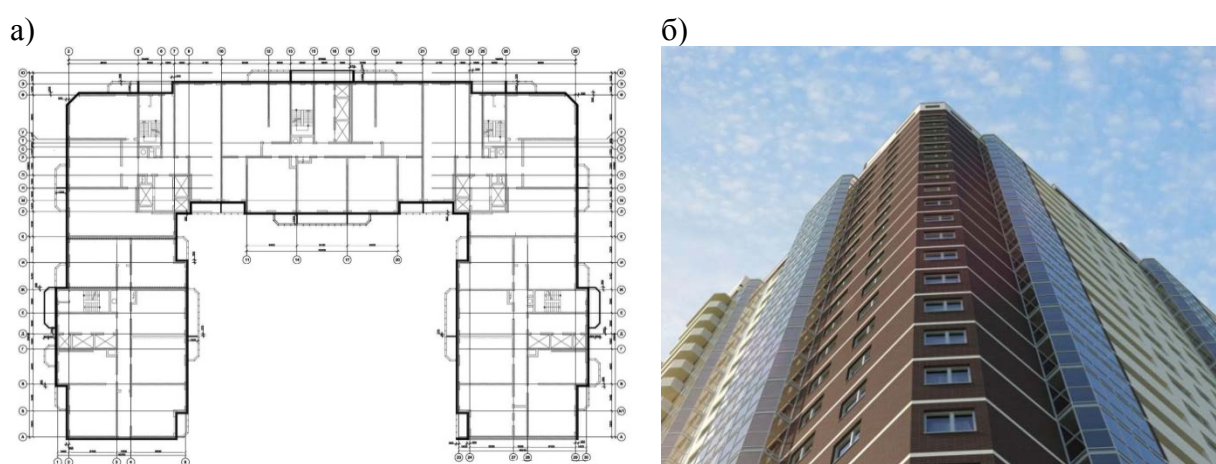


Рисунок 1. Сравнение представления проекта.
а - план типового этажа жилого дома;
б - трехмерное представление фасада того же дома

Трехмерная визуализация даст множество возможностей и позволяет решить следующие проблемы:

- **Реклама и маркетинг**
Возможность решения вопроса в представлении объекта в объеме, в сравнении с плоским чертежом фасада, тем самым увеличивая спрос на данную продукцию.
- **Увеличение инвестиционных вложений**
Потенциальному инвестору более понятна трехмерная визуализация, в отличие от проектной документации, чертежей и схем. Проект, представленный в простой и понятной форме способствует принятию инвестиционного решения в положительную сторону.
- **Согласование с администрацией местного самоуправления**
Техническая документация с художественной трехмерной визуализацией гораздо быстрее позволит вышестоящим инстанциям принять

решение по внедрению проекта (вписывается в ландшафт, окружающую архитектуру).

Для большого внедрения трехмерной графики в строительство необходимо создать высококвалифицированных специалистов в этой области. Необходимо создать базу знаний у студентов, обучающихся в строительных вузах, создавая тем самым конкурентоспособность на рынке, имея не только опыт в проектировании, но и моделировании трехмерных объектов [2,3].

Библиографический список

1. Верстак В.А. 3ds Max 2008 / Верстак В.А. – Санкт-Петербург: Питер, 2008. - 416с.
2. Мухина М.Л. Современные методы обучения бакалавриата графическим дисциплинам/ Мухина М.Л., Черноталова К.Л., Ширшова И.А. // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 4. – С. 128.
3. Апольских Е.И. 3D Моделирование в образовании/ Апольских Е.И., Лобанцова Е.В., // Педагогическое образование на Алтае. 2014. № 1. – С. 117-119.

Научный руководитель: Цыганкова М.А., старший преподаватель, Баянов Д.С.

Обеспечение трещиностойкости асфальтобетонного покрытия на автомобильных дорогах Тюменской области (на примере Уватского района)

Гостев Д.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Борьба с трещинообразованием в дорожных покрытиях является актуальным направлением в мировой практике. Применение эффективных методов ликвидации трещин позволило бы увеличить сроки службы покрытий, снизить затраты на их содержание и ремонт. Большая работа проделана учеными как по совершенствованию составов асфальтобетонов с целью предотвращения появления температурных и усталостных трещин, так и по разработке конструктивно-технологических мероприятий для решения проблемы возникновения отраженных трещин в асфальтобетонных слоях усиления [1].

В данной статье рассмотрен вопрос о применении трещинопрерывающего слоя на участке км 421+000 – км 435+000, автомобильной дороги общего пользования федерального значения Р-404 Тюмень – Тобольск – Ханты-Мансийск в границах Уватского района км 309+784 – км 542+665.

Как известно, Уватский район, относится к территории, приравненной к районам Крайнего Севера, характеризуется неблагоприятным суровым климатом, в зимний период низкими температурами воздуха, высотой снежного покрова до 78 см и избыточными осадками до 501 мм в год.

Существующий участок представляет следующую конструкцию автомобильной дороги (далее – АД): толщина асфальтобетонного (далее – А/Б) покрытия составляет 0,04 – 0,10 м, железобетонной (далее – Ж/Б) плиты 0,14 м, щебня – 0,05 – 0,10 м. Насыпной грунт по оси трассы представлен песком мелким средней плотности малой степени водонасыщения. Мощность насыпного слоя составляет 0,70 – 7,88 м. Подстилающие грунты представлены суглинком легким песчанистым тугопластичной и текучепластичной консистенции. Вскрытая мощность подстилающего слоя составляет 1,80 – 4,90 м [2].

Выше изложенная конструкция дорожной одежды (далее – ДО) позволяла сохранять нормативные требования на протяжении 2-х сезонов, но в связи с ежегодным увеличением интенсивности движения транспортных средств, изменением состава транспортного потока и учётом климатических, инженерно-геологических условий местности, происходила подвижность Ж/Б плит в основании, что приводило к интенсивному образованию трещин в покрытии дороги [2].

Технические параметры участка АД км 421+000 – км 435+000 представлены в таблице 1.

Как показывает практика, полностью избежать образования трещин в дорожной конструкции практически не удаётся. Возможно, лишь обеспечить трещиностойкость (отсрочить проявление трещин), материаловедческими (улучшение свойств конструктивных слоёв покрытия и основания) и конструктивно-технологическими решениями.

Изучив характер и причину образования отраженных трещин, предлагаем рассмотреть вариант дорожной конструкции с применением трещинопрерывающего слоя из «тощего» бетона. Во-первых, для того чтобы уменьшить характерные проявления температурных деформаций и воздействий на покрытие, при понижении температуры, и получить плавную переходную часть между Ж/Б плитами и асфальтобетонным покрытием. Во-вторых, с целью объединения работы нижележащих Ж/Б в основании, не давая им воспринимать нагрузки по отдельности [3]. Конструктивная схема ДО с применением трещинопрерывающего слоя, представлена на рисунке 1.

Технология производства работ при устройстве трещинопрерывающего слоя из «тощего» бетона отличается своей простотой и представлена в Методических рекомендациях по устройству оснований ДО из «тощего» бетона.

Технические параметры участка АД км 421+000 – км 435+000

Наименование показателей	Единица измерения	Проектные
Техническая категория дороги		III
Протяженность	км	14
Расчетная скорость	км/час	100
Число полос движения	шт.	2
Ширина земляного полотна	м	12
Ширина полосы движения	м	3,5
Ширина проезжей части	м	7
Ширина обочин	м	2,5
Ширина краевой полосы у обочины	м	0,5
Осевая нагрузка	кН	115
Интенсивность движения за 2016 год	авт./сут.	7439
Тип дорожной одежды		Капитальный

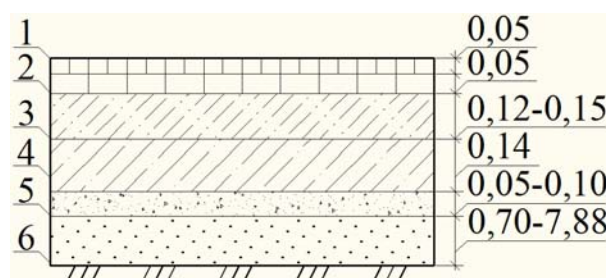


Рисунок 1. Конструктивная схема ДО с применением трещинопрерывающего слоя в виде «тощего» бетона. Размеры даны в метрах

1 – плотный А/Б; 2 – пористый А/Б; 3 – трещинопрерывающий слой из «тощего» бетона; 4 – Ж/Б плита; 5 – щебень; 6 – насыпной грунт – песок мелкий

Преимуществами этой смеси по сравнению с грунтами и каменными материалами, укрепленными цементом, являются более высокая однородность и прочность таких бетонов при более низком или одинаковом расходе цемента,

а также предусмотрена нарезка швов сжатия в трещинопрерывающем слое из «тощего» бетона через 12 – 15 м, с целью предотвращения беспорядочного образования трещин в покрытии от температурных деформаций [4].

В августе – сентябре 2016 на км 456+000 – км 464+000 автомобильной дороги общего пользования федерального значения Р-404 Тюмень – Тобольск – Ханты-Мансийск экспериментально было выполнено устройство ДО с применением трещинопрерывающего слоя из «тощего» бетона.

Предусмотрены работы по мониторингу данного участка для определения эффективности применения трещинопрерывающего слоя из «тощего» бетона.

На данном этапе сделаны следующие решения:

- 1) Увеличить толщину трещинопрерывающего слоя для повышения его трещиностойкости;
- 2) Выполнить послойную нарезку швов в асфальтобетонном покрытии над швами в основании, заполнив их специальными герметизирующими материалами, для обеспечения ровности и направленного образования температурных и отраженных трещин.

Библиографический список

1. Абайдуллина Т.Н., Шабанова Ю.Н., Мухаметова Л.С., Ястремский Д.А. Органо – минеральные смеси с использованием асфальтогранулята / Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов Т. 2. – Тюмень: ТИУ, 2016. – С. 17–19.
2. Галкин, С.В. Дороги Югры. Прошлое, настоящее, будущее: Сборник воспоминаний активных участников строительства автомобильных дорог Ханты-Мансийского автономного округа – Югры / С.В.Галкин. – Тюмень: Поиск, 2004. – 256 с.
3. Санников С.П., Куюков С.А., Маслов Д.В. Анализ причин разрушения автомобильных дорог на заболоченных территориях Тюменской области (на примере Уватского района) [Электронный ресурс] / Санников С.П., Куюков С.А., Маслов Д.В. // Научно-технический вестник Поволжья. – 2014. – № 1. – Режим доступа: http://elibrary.ru/download/elibrary_21491324_85235421.pdf.
4. ОДМ. Методические рекомендации по устройству оснований дорожных одежд из «тощего» бетона. – М.: ФГУП «Информавтодор», 2003. – 37 с.

Научный руководитель: Некрасова И.Ю., канд. экон. наук, доцент.

Факторы, влияющие на несущую способность свайных фундаментов, и способы её повышения

Джабраилова К.Р.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Город - это плотная социальная среда, в которой важную роль имеют комплексные коммунальные удобства и общие зоны отдыха. Все чаще заказчики в условиях плотной застройки крупных городов для оптимизации городского пространства прибегают к строительству высотных зданий и сооружений. Во всем мире высотное строительство является одним из основных решений проблемы развития городов и их обустройства. При

этом одновременно возникаю новые задачи области проектирования, технологий строительства. Так, например, при строительстве каркасных зданий и сооружений, высота которых составляет более 75м и соответственно считающиеся высотными, основание должно будет воспринимать давление около 375 кН/м², а при возведении уникальных объектов, высота которых по определению составляет не менее 100м [1], давление составит 500кН/м² [1-3].

При этом существенная доля территории многих крупных городов России сложена слабыми водонасыщенными пылевато-глинистыми грунтами, в Тюмени их мощность достигает от 8 до 15 и более метров [4, 5]. В таких случаях при строительстве на сильносжимаемых основаниях предпочтение обычно отдается фундаментам глубокого заложения, таким как свайные или комбинированные. Под сильносжимаемыми основаниями понимается такое напластование грунтов, которые имеют усредненный модуль деформации по глубине сжимаемой толщи до 10МПа [6]. В строительной практике свайные фундаменты весьма распространены, разработано большое количество постоянно актуализируемой нормативной литературы, проводятся экспериментальные исследования.

С развитием многоэтажного строительства и, как следствие, увеличением нагрузок на фундамент, в целях избегания потери прочности основания, превышения максимально допустимых осадок и давления на основание, возникает необходимость в увеличении расчетной предельной нагрузки на сваю, а именно несущей способности сваи [7, 8]. Несущая способность сваи характеризуется количественным показателем нагрузки, которую способна выдержать свая, при учете деформации грунта под её острием.

В настоящее время в области фундаментостроения все больше проявляется тенденция к использованию систем с регулируемыми свойствами, в которых инженер не является пассивным участником процесса проектирования и определения напряжено-деформированное состояние системы «фундамент - основание», а так же может активно участвовать в оптимизации этого процесса. Изменения свойств грунтов основания путем их преобразования разными методами, введением в работу новых материалов и конструктивных элементов, позволяет в определенной степени регулировать взаимодействие грунтового основания со зданиями и сооружениями, что существенно повышает их экономичность и строительных характеристики. Так, при проектировании свайного фундамента, подбирая унифицированные типоразмеры свай, необходимо в полной мере использовать допускаемую нагрузку на сваю, обеспечивая устойчивость сваи по грунту и материалу.

Наиболее важными факторами, влияющими на несущую способность свай, являются такие свойства грунта, как их плотность и консистен-

ция, его механические характеристики, напряженно-деформированное состояние основания, а также характер погружения свай в грунтовое основание, их длины и вида.

Так, при устройстве забивных свай вокруг ствола образуется щель, которая приводит к разуплотнению грунта в межсвайном пространстве и его осадке. После чего нарушается сопряжение ростверка с основанием и нагрузка на грунт передается неравномерно. В случае если, расстояние между осями свай малы, то при забивке сваи происходит большое наложение зон уплотнения и грунт перемещается в имеющиеся уже вокруг ствола свай щели. Данное явление снижает передачу нагрузки на боковую поверхность сваи. А для характерных в нашей области сильносжимаемых оснований при забивке свай грунтам свойственно уплотняться за счет отжатия поровой воды. Однако, вода, поднимающаяся вверх по капиллярам вдоль ствола сваи, уменьшает трение по боковой поверхности, тем самым значительно снижая несущую способность сваи [9-11].

Также, важно учитывать возможный «эффект краевой сваи», который в пределах одной конструкции может привести к перераспределению напряжений с локальным перенагружением и развитием неравномерных осадок [12].

Одним из способов увеличения несущей способности свай и исключения негативных последствий, связанных с их устройством, является технология предварительного и циклического нагружения. К группе свай и отдельным сваям прикладывается статическая нагрузка, превышающая величину проектной более чем на 20% с помощью домкратов и создается несколько петель гистерезиса с двумя-тремя циклами нагружения – разгружения свай. По окончании предварительного нагружения свай, можно получить сходные параметры для окончательного нагружения в процессе эксплуатации вдоль всей боковой поверхности сваи [13]. Данный способ был применен при уширении и укреплении моста в г.Вене, длиной 1022м. Также в Вене при строительстве здания Миллениум высотой 202м помимо предварительного нагружения всех свай улучшали свойства грунта по средством виброуплотнения, с помощью чего поверхностные грунты уплотнились и стали более однородными.

Эффективное увеличение несущей способности свай и улучшение физико-механических характеристик грунтового массива можно наблюдать при опрессовке основания комбинированного ленточно-свайного фундамента (КЛСФ). При нагнетании раствора в искусственное основание пролетной части КЛСФ в грунтовом основании создается дополнительное боковое давление, которое воздействует на сваи, а в массиве грунта накапливаются остаточные деформации и остаточные напряжения, влияющие на НДС грунтового основания непосредственно при статическом нагружении фундамента. При действии начальных ступеней эксплуатационной нагрузки грунт в активном слое работает в соответствии с модулем разгрузки E_e [4, 14].

В настоящее время до сих пор одним из основных видов фундаментов для строительства высотных сооружений остаются сваи. Для проектирования таких зданий, отвечающих всем требованиям и нормам по прочности, устойчивости и деформациям, необходимо обеспечить наибольшую эффективность применяемого фундамента. Поэтому поиск новых решений по повышению несущей способности свайных фундаментов не теряет свою актуальность и в настоящее время.

Библиографический список

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации: [ФЗ №190- : принят Гос.Думой 22 дек. 2004г.: с изменениями на 7 мар. 2017г.]. – М.: Российская газета, 2004.
2. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин Г.К. Гид по геотехнике (путеводитель по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям) / ПИ «Геореконструкция» - СПб. 2010. – 208с.
3. ТР 182-08. Технические рекомендации по научно-техническому сопровождению и мониторингу строительства большепролетных, высотных и других уникальных зданий и сооружений – М.: ГУП «НИИМосстрой», 2008 -27с.
4. Степанов, М.А. Взаимодействие комбинированных ленточных свайных фундаментов с предварительно опрессованным грунтовым основанием: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.02 / Степанов Максим Андреевич. - Тюмень, 2015 - 189с.
5. Пронозин, Я.А. Экспериментальное обоснование использования ленточных свайных фундаментов с предварительно напряженным грунтовым основанием / Я.А. Пронозин, М.А. Степанов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. - 2014. - №2. - С. 180–189.
6. Пронозин, Я.А. Регулирование напряженно-деформированного состояния основания комбинированных ленточно-свайных фундаментов / Я.А. Пронозин, М.А. Степанов, Д.В. Волосюк // Основания, фундаменты и механика грунтов. - 2016. - №3. - С. 16–20.
7. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*– М.:2011. – 161с.
8. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85– М.:2011. – 86с.
9. Бартоломей, А.А. Прогноз осадок свайных фундаментов/ А.А. Бартоломей, И.М. Омельчак, Б.С. Юшков - М.: Стройиздат, 1994.- 384 с.
10. Бахолдин, Б.В. К вопросу о сопротивлении грунта по боковой поверхности сваи / Б.В. Бахолдин, Н.Т. Игонькин // Основания, фундаменты и подземные сооружения: труды НИИОСП. Вып. 58. – 1968г. С. 9-13.

11. Моторный, А.Н. Современные представления несущей способности забивных свай: автореф. дис. ...канд. тех. наук: 05.23.00/ Моторный Антон Николаевич. – Киев., 2014. – 10 с.

12. Петрухин, В.П. Эффект краевой сваи и его учет при расчете плитного ростверка / В.П. Петрухин // Развитие городов и геотехнического строительства. – 2007. N 11. – С.90-97.

13. Брандль Х. Предварительное нагружение свай для уменьшения неравномерных осадок зданий / Х.Брандль // Реконструкция городов и геотехническое строительство. – 2005.- №9. – С.118-131.

14. Пронозин, Я.А. Влияние опрессовки основания комбинированных фундаментов на изменение несущей способности свай / Я.А. Пронозин, О.С. Порошин, М.А. Степанов // Вестник Тюменского государственного архитектурно-строительного университета. - 2015. - №2. - С. 29-34

Научный руководитель: Степанов М.А., канд. техн. наук.

Контактный слой «фундамент – грунтовое основание» при промерзании и оттаивании

Духонин А.В., Степанов М.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На большей части территории Российской Федерации, зима продолжительна и крайне сурова [1]. Чаще всего работы нулевого цикла строительства стараются производить в теплое время года, но, следует заметить, не всегда это возможно соблюсти по тем или иным причинам. В строительных нормах: СП 45.13330.2012 [2], СП 22.13330.2012 [3] и др. указаны требования о необходимости сохранения структуры контактного слоя грунта и о недопущении промораживания и расструктурирования грунтов в основании при различных механических и гидрометеорологических воздействиях. Зачастую возникают ситуации, когда возведение фундаментов необходимо произвести в зимний период или межсезонный, в это время строительные работы могут сопровождаться атмосферными осадками и знакопеременными температурами в течение суток. Это случается из-за возможных задержек в процессе строительства или в соответствие с планами инвестиционных проектов. В таких ситуациях при производстве работ следует учесть, что глинистые водонасыщенные грунты имеют особенность вспучиваться при промерзании и давать осадку при оттаивании, что будет приводить к их расструктуриванию. В процессе промерзания-оттаивания значительно снижается прочность таких грунтов и увеличивается сжимаемость. Это может привести к снижению надежности основания и эксплуатационной пригодности конструкций подземной части сооружения.

Исследованием защиты и предохранения грунтов от промерзания занимались такие ученые, как Абелев М.Ю. [4] и Абелев Ю.М. [5], Кирнев А.Д. [6], Литвинов О.О. [7], Гольдштейн М.Н. [8], Киселев М.Ф. [9] и другие.

Для обеспечения технической безопасности и удовлетворения эксплуатационных требований предлагается способ восстановления контактного слоя, который включает установку труб-инъекторов с отверстиями, расположенными в уровне подготовки из щебня, в ростверк свайного фундамента [10]. Восстановление слоя «фундамент - грунтовое основание» производится путем нагнетания цементного раствора через трубы-инъекторы в пустоты щебеночной подготовки и образовавшиеся под фундаментом полости с последующим его твердением (Рисунок 1).

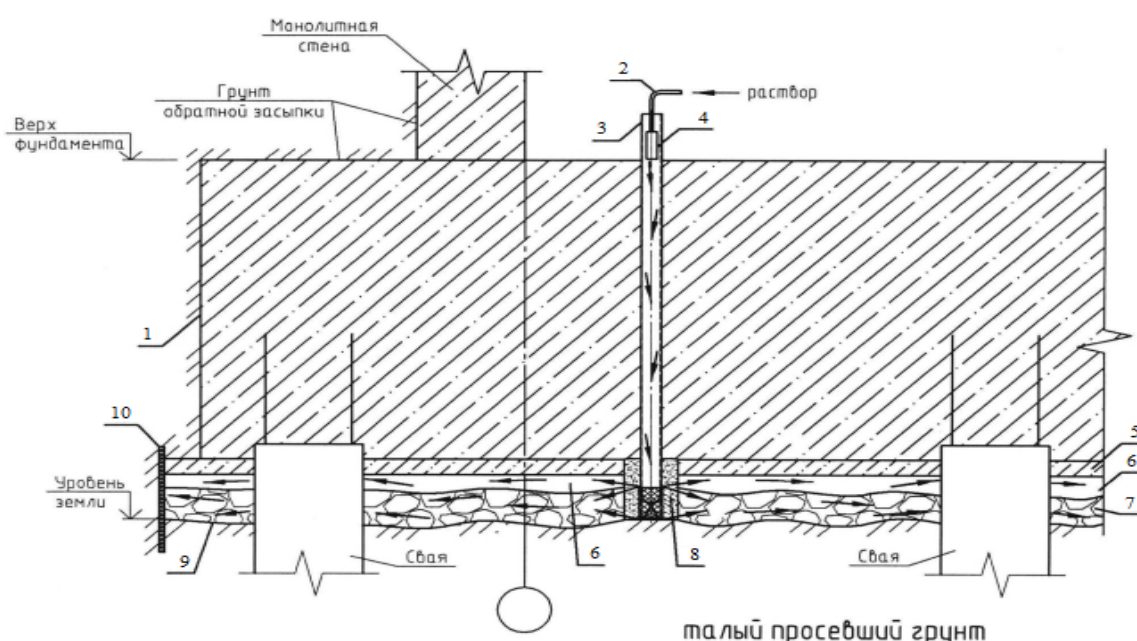


Рисунок 1. Схема восстановления контактного слоя:
 1-плитный ростверк, 2-гибкий шланг,
 3-иньектор, 4-пакер, 5-подготовка из бетона,
 6-пустоты, 7-подготовка щебеночная, 8-зернистый заполнитель,
 9-оттаявший грунт, 10-непроницаемый барьер [11]

Данный способ позволит предотвратить чрезмерные осадки фундамента, крены, устранить последствия расструктурирования грунта основания.

Библиографический список

1. СП 131.13330.2012. Свод правил. Строительная климатология. Актуализированная редакция взамен СНиП 23-01-99*. – Введ. 2013-01-01 – м.: Минрегион России, 2012.

2. СП 45.13330.2012 земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87. – Введ. 2013-01-01 – м.: Минрегион России, 2011.

3. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. – Введ. 2011-05-20 – м.: Минрегион России, 2011.

4. Абелев М.Ю. Строительство промышленных и гражданских сооружений на слабых водонасыщенных грунтах. — М.: Стройиздат, 1983, - 248 с.

5. Абелев Ю.М., Абелев М.Ю. Основы проектирования и строительства на просадочных грунтах. — М.: Стройиздат, 1979, — 272 с.

6. Кирнев А.Д., Субботин А.И., Евтушенко С.И. Технология возведения зданий и специальных сооружений / Серия «Учебник для высшей школы». – Ростов н/Д: «Феникс», 2005, – 576 с.

7. Литвинов О.О. и др. Технология строительного производства. – Киев: Высш. шк., 1977, - 479 с.

8. Гольдштейн М.Н. Деформации земляного полотна и оснований сооружений при промерзании и оттаивании. - М.: Трансжелдориздат, 1948, - 212 с.

9. Киселев М.Ф. Теория сжимаемости оттаивающих грунтов под давлением. - Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1978, - 176 с.

10. Ким Б.Г. Способ устройства комбинированных фундаментов в зимний период / Б.Г. Ким, М.А. Степанов, Д.В. Волосюк / Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. - 2016. - Т.7, №2. - С. 83-92.

11. Способ восстановления контактного слоя «фундамент - грунтовое основание»: пат. 2572477 Рос. Федерация: МПК51 E02D27/26 (2006.01) / М.А. Степанов, Я.А. Пронозин, Д.В. Волосюк; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Тюменский государственный архитектурно-строительный университет. – Оpubл. 12.01.15. Бюл. №1.

Научный руководитель: Степанов М.А., канд. техн. наук.

Обоснование геометрических параметров цементогрунтовой плиты

Жигайлов А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

При строительстве оснований автомобильных дорог различных категорий используется преимущественно каменный материал (щебень, гра-

вий). Отсутствие каменного материала на территории многих регионов вызывает необходимость в транспортировке щебня из соседних областей по железной дороге и далее автосамосвалами до объекта. Это основная причина значительного удорожания дорожного строительства, а также снижения темпа производства работ. Решением данной проблемы является замена привозных каменных материалов укрепленными грунтами (цементогрунтом) [1].

Для регулирования физико-механических свойств укрепленного грунта можно вводить в состав смеси различные добавки на основе поверхностно-активных веществ, а также использовать для поверхностной обработки гидрофобизирующие материалы [2].

Существует два способа устройства цементогрунтового основания. Первый основан на приготовлении смеси непосредственно на участке строительства путем перемешивания фрезой или ресайклером, а второй – приготовление смеси в грунтосмесительной установке. Качество перемешивания смеси по второму способу значительно выше, что влияет на прочность конструкции в процессе эксплуатации.

Альтернативой существующим способам предлагается устройство сборного основания дорожной одежды из готовых цементогрунтовых плит, обработанных гидрофобизирующим материалом.

Приготовленная, в заводских условиях, смесь перегружается в специальные формы и уплотняется, а после режима твердения обрабатывается по всей поверхности гидрофобизатором.

Преимуществами использования плит являются продолжительный срок службы за счет равномерной передачи давления в конструкции, низкая стоимость проведения работ по устройству слоя за счет применения местных материалов, а также возможность укладки плит при отрицательных температурах за счет применения различных нанодобавок.

Предлагается изготавливать плиту со скошенными гранями под углом 45° . Скошенные грани обеспечивают опирание каждой последующей плиты на предыдущую, за счет чего осуществляется равномерное восприятие нагрузки передаваемой с покрытия на слой основания.

Укладку плит следует организовывать механическим способом. Первоначально осуществляется обвязка плиты перпендикулярно осевой линии полипропиленовыми упаковочными лентами шириной 19 миллиметров. Фиксация ленты обеспечивается натяжным устройством с обязательной установкой металлических замков и колец. Далее плита фиксируется по осевой линии двухветвевым текстильным ленточным стропом длиной 1,5 метра и грузоподъемностью 2 тонны [3]. В процессе работы угол между ветвями стропа не должен превышать 90° (рисунок 1).

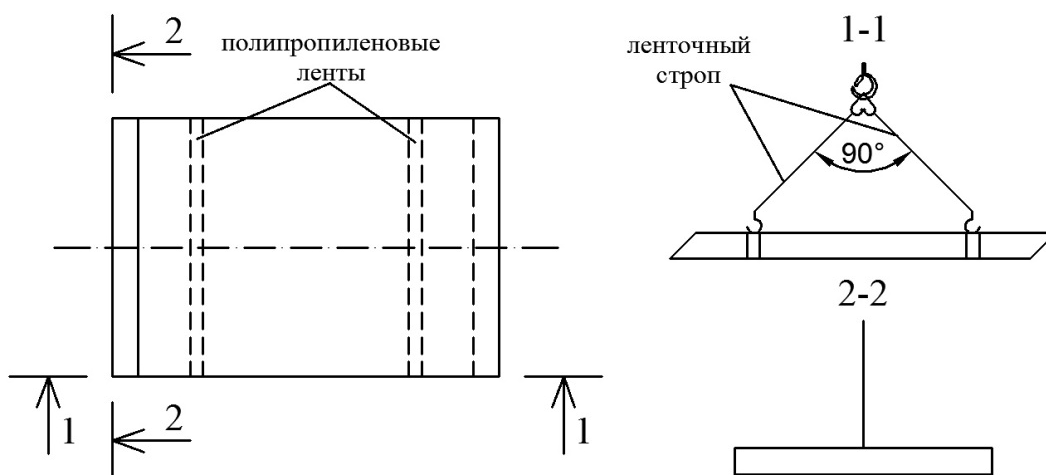


Рисунок 1. Строповка плиты

Допустимое относительное удлинение стропа не должно превышать 6% независимо от коэффициента запаса и величины разрушающей нагрузки. Текстильный строп должен быть надежно зафиксирован на крюке грузоподъемной машины посредством защелки [3].

Укладка плит осуществляется последовательно вдоль оси дороги с плотной стыковкой друг к другу. Площадь контакта плиты с подготовленным основанием должна составлять не менее 95%. При строповке и монтаже плит возникает вероятность разрушения изделия под собственным весом. Соответственно необходимо обосновать геометрические параметры плиты из условия прочности материала при строповке. В качестве расчетной может быть принята схема с приложением сосредоточенной нагрузки в центре плиты.

В этом случае, работоспособность плиты при подъеме оценивается по коэффициенту запаса прочности:

$$K_3 = \frac{M_{доп}}{M_{max}}, \quad (1)$$

где $M_{доп}$ – допустимый момент, возникающий при поднятии плиты, кН*м;

M_{max} – максимальный момент, кН*м.

Для обеспечения дополнительной надёжности конструкции коэффициент запаса прочности должен быть не менее 1,3, чтобы избежать разрушения в случае возможных ошибок при расчетах и технологии изготовления плит.

При расчете коэффициента запаса прочности толщина плиты назначалась с привязкой к рекомендуемой толщине оснований дорожных одежд. Ширина плиты назначалась кратной ширине основания дорожной одежды автомобильных дорог, тротуаров и велосипедных дорожек [4,5].

Таблица 1

Расчетные показатели плиты

Прочность на растяжение при изгибе, $(R_{изг})$, кН/м ²	Толщина h , м	Сопро-тивление се-чения изгибу W , м ³	Допустимый момент $M_{доп}$, кН*м	Вес, (Q) , кг			Максимальный момент (M_{max}) , кН*м			Коэффициент запаса $K_з$					
				при длине плиты (L) , м			при длине плиты (L) , м			при длине плиты (L) , м					
				0,75	1,0	1,5	1,75	0,75	1,0	1,5	1,75	0,75	1,0	1,5	
200	0,10	0,0013	0,25	96	128	191	223	0,18	0,32	0,72	0,98	1,39	0,78	0,35	0,26
	0,12	0,0018	0,36	115	153	230	267	0,22	0,38	0,86	1,17	1,67	0,94	0,42	0,31
	0,14	0,0025	0,49	134	179	268	312	0,25	0,45	1,00	1,37	1,95	1,10	0,49	0,36
	0,16	0,0032	0,64	153	204	306	357	0,29	0,51	1,15	1,56	2,23	1,25	0,56	0,41
	0,18	0,0041	0,81	172	230	344	402	0,32	0,57	1,29	1,76	2,51	1,41	0,63	0,46
	0,20	0,0050	1,00	191	255	383	446	0,36	0,64	1,43	1,95	2,79	1,57	0,70	0,51
	0,22	0,0061	1,21	210	281	421	491	0,39	0,70	1,58	2,15	3,07	1,73	0,77	0,56
	0,24	0,0072	1,44	230	306	459	536	0,43	0,77	1,72	2,34	3,35	1,88	0,84	0,61
	0,10	0,0013	0,50	95	128	191	223	0,18	0,32	0,72	0,98	1,57	0,70	0,70	0,51
	0,12	0,0018	0,72	115	153	230	268	0,22	0,38	0,86	1,17	3,35	1,88	0,84	0,61
	0,14	0,0025	0,98	134	179	268	312	0,25	0,45	1,00	1,37	3,90	2,20	0,98	0,72
	0,16	0,0032	1,28	153	204	306	357	0,29	0,51	1,15	1,56	4,46	2,51	1,12	0,82
0,18	0,0041	1,62	172	230	344	402	0,32	0,57	1,29	1,76	5,02	2,82	1,25	0,92	
0,20	0,0050	2,00	191	255	383	446	0,36	0,64	1,43	1,95	5,58	3,14	1,39	1,02	
0,22	0,0061	2,42	210	281	421	491	0,39	0,70	1,58	2,15	6,14	3,45	1,53	1,13	
0,24	0,0072	2,88	230	306	459	536	0,43	0,77	1,72	2,34	6,69	3,76	1,67	1,23	
800	0,10	0,0013	1,00	96	128	191	223	0,18	0,32	0,72	0,98	5,58	3,14	1,39	1,02
	0,12	0,0018	1,44	115	153	230	268	0,22	0,38	0,86	1,17	6,69	3,76	1,67	1,23
	0,14	0,0025	1,96	134	179	268	312	0,25	0,45	1,00	1,37	7,81	4,39	1,95	1,43
	0,16	0,0032	2,56	153	204	306	357	0,29	0,51	1,15	1,56	8,92	5,02	2,23	1,64
	0,18	0,0041	3,24	172	230	344	402	0,32	0,57	1,29	1,76	10,04	5,65	2,51	1,84
	0,20	0,0050	4,00	191	255	383	446	0,36	0,64	1,43	1,95	11,15	6,27	2,79	2,05
	0,22	0,0061	4,84	210	281	421	491	0,39	0,70	1,58	2,15	12,27	6,90	3,07	2,25
	0,24	0,0072	5,76	230	306	459	536	0,43	0,77	1,72	2,34	13,39	7,53	3,35	2,46

Плотность изделия принималась на основании лабораторных исследований [6].

Прочность на растяжение при изгибе назначалась с привязкой к маркам цементогрунта по прочности М10, М20, М40 [7]. Результаты расчетов представлены в таблице 1. (Ширина плиты составляет 0,75 м.; Плотность материала плиты равна 1700 кг/м³; цветом выделены параметры, удовлетворяющие критериям расчета

По результатам расчета можно сделать следующие выводы:

- с учетом интенсивности движения и нагрузок для автомобильных дорог III-V категорий рекомендуется использовать плиты с размерами 0,75x1,5 метров и 0,75x1,75 метров с прочностью на растяжение при изгибе 400 и 800 кН/м²;
- для тротуаров и велосипедных дорожки рекомендуются плиты с типоразмером 0,75x0,75 метров и 0,75x1,0 метров с прочностью на растяжение при изгибе 200 и 400 кН/м².

Библиографический список

1. Безрук, В.М. Укрепление грунтов: учебное пособие / В.М.Безрук. - М.: Транспорт, 1965. – 340 с.

2. Санников, С.П. Влияние материалов серии «Типром» и «Пенетрон» на свойства цементогрунта, применяемого в дорожном строительстве / С.П. Санников, А.А. Жигайлов, В.С. Андреев // Научно-технический вестник Поволжья, 2015, № 1. – С. 132–134.

3. РД 24-СЗК-01-01 Стропы грузовые общего назначения на текстильной основе. Требования к устройству и безопасной эксплуатации. - М.: ФГУП " Научно-технический центр по безопасности в промышленности", 2006. – 29 с.

4. ГОСТ Р 52766-2007. Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2008. – 31 с.

5. ГОСТ Р 52399-2005. Геометрические элементы автомобильных дорог. – М.: Стандартинформ, 2006. – 10 с.

6. Санников С.П. Оценка комплексного влияния нагрузки при уплотнении и материала «Типром У» на свойства цементогрунта / С.П. Санников, С.А. Куюков, А.А. Жигайлов // Актуальные проблемы архитектуры, строительства, энергоэффективности и экологии – 2016: сборник материалов международной научно-практической конференции. – Т. I. – Тюмень: РИО ФГБОУ ВО Тюменский индустриальный университет, 2016. – С. 144–149

7. ГОСТ 23558-94. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими материалами, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия. – М.: ФГУП «СоюздорНИИ», 1995. – 10 с.

Научный руководитель: заведующий кафедрой автомобильных дорог и аэродромов Санников Сергей Павлович, канд. техн. наук, доцент

Использование нефтешлама в дорожном строительстве

Каримов Д.М.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время все более остро встаёт глобальная проблема накопления отходов производственно-хозяйственной деятельности человечества и необходимости их утилизации. Например, ежегодное количество отходов в России составляет около 60 млн. тонн, и лишь 4-5% из них подвергаются переработке, остальная масса размещается на свалках и полигонах, обуславливая техногенное загрязнение окружающей среды. 2017 год объявлен в России годом экологии, что подчеркивает актуальность разработки и внедрения способов использования отходов с получением полезной продукции.

В Тюменской области, ХМАО, ЯНАО основным видом промышленности является нефтегазовая отрасль. Работа предприятий по разбурированию месторождений, добыче, транспортировке углеводородов обуславливает образование значительного количества нефтезагрязненных отходов, которые в целом могут быть названы нефтешламами, т.к. содержат фракции нефти (нефтепродуктов, осадков) твёрдую фазу, воду и другие компоненты.

Например, на одном из крупнейших предприятий области- ООО «РН- Юганскнефтегаз», в год образуется до 10 тыс. тонн шламов от зачистки резервуаров (РВС) с высоким содержанием нефти (2013 г. [1]), в целом по региону объём накопление нефтешламов на порядок выше, «запасы» нефтешлама в России составляют около 600 тыс. тонн.

В Республике Таджикистан разрабатываются ряд месторождений, содержащих тяжелую нефть, что обуславливает накопление нефтешламов порядка 15 тыс тонн[3].

Таким образом, проблема утилизации нефтешламов актуальна не только для Тюменской области и России, но и для Таджикистана.

В общем виде, нефтешламы можно разделить на 3 группы по условиям образования и составам - грунтовые, придонные и резервуарного типа.

Первые образуются при проливах нефтепродуктов на почву в процессе производственных процессов либо при авариях-порывах трубопроводов и т.п.

Придонные шламы образуются при оседании нефти на дне водоемов, накопителей, амбаров.

Нефтешламы резервуарного типа- при хранении и транспортировке нефти, при зачистке РВС, трубопроводов, различных емкостей, отстойников.

Другим видом отходов, который начинает образовываться в регионе, являются шламы переработки, образующиеся на заводах нефтехимии.

Разнообразие технологических процессов и местных условий месторождений обуславливает значительную неоднородность количественного состава нефтешламов, вместе с тем качественно они содержат в основном общие фазы, образующие густую вязкую пастообразную массу или эмульсию, обводнённую, с содержанием воды 10-70 %. Шламы также содержат порядка 20-80 нефтепродуктов (как правило, загустевших и тяжелых фракций, с высоким содержанием парафинов, смол, асфальтенов), и 5-30% механических примесей в виде грунта (песка, ила, глины), абразивной или металлической пыли, окислов т.п.

Нефтешламы содержат значительное количество токсичных веществ и относятся к опасным отходам III или IV класса, что требует соблюдения специальных мер при их хранении и переработке, с соблюдением экологических и санитарных норм.

Наиболее целесообразной представляется комплексная утилизация нефтешламов, т.е. переработка нефтесодержащих отходов, как вторичного сырья, с учетом их свойств и составов, и максимального использования всех составляющих для получения полезной продукции, в первую очередь материалов для дорожного строительства, обустройства месторождений.

В исследованиях и на практике разрабатываются и находят применение различные технологии и установки по переработке нефтешламов [2], которыми занимаются ведущие научные школы и предприятия.

Основные методы переработки следующие: термические, химические, биологические, физические [3].

Наиболее перспективными представляются разработки и предложения кафедры АДиА ТИУ и Казанского ГАСУ по получению дорожно-строительных материалов.

ТИУ предложена комплексная схема переработки нефтесодержащих отходов. Во-первых, отмыв дополнительной товарной нефти при зачистке РВС, затем отмыв замазученого грунта и шлама на установке КУПНШ с получением песка шламового по ТУ 5711-007-76841742-10, пригодного для дорожного строительства

Во - вторых - использование нефтешлама, замазученного грунта и промежуточных отходов для получения композиций для устройства оснований дорожных одежд, комплексно укрепленных органическими вяжущими (фракции нефти) и минеральными (цемент, известь).

Данный материал-Грунтобетон, изготавливается по ТУ 5745-009-76841742-10 и соответствует требованиям ГОСТ 30491-97.

Для Тюменский области основными грунтами, укрепляемыми комплексным вяжущим, являются пески мелкие и пылеватые, распространённые в регионе. При этом добавка фракций нефти, нефтешлама улучшает физико-механические свойства композиции - прочность на сжатие и растяжение, водостойкость, деформативность. Требуемая оптимальная дозировка фракций нефти (от 3 до 8%) обеспечивается рациональным подбо-

ром компонентов смеси, с учетом её содержания в исходных и частично обезвреженных шламах. Ниже, в табл. 1, приведены составы и результаты испытания грунтов, укрепленных с добавками нефтешламов, замазученных грунтов и пропантов.

Таким образом, все подготовленные образцы укрепленных грунтов на основе отходов ГРП и РВС соответствуют требованиям ГОСТ 30491-97. Для Таджикистана, где имеются местные каменные материалы, в т.ч. малопрочный щебень, наибольший интерес представляют проводившиеся в КазГАСУ, разработки по технологии устройства дорожных одежд из минеральных материалов, обработанных цементом с добавкой нефтешлама [2].

Таблица 1

Показатель	Значения для проб			
	№ 1	№ 2	№ 3	№4
Дозировка нефти, с учетом остаточного содержания, % от тв. фазы	8	4	6	3
Дозировка цемента, %	14	8	12	6
Плотность укрепленного грунта, г/см ³	2,15	2,12	2,05	2,10
Прочность на сжатие, МПа	5,60	2,60	2,40	1,90
Прочность на растяжение при изгибе, МПа	1,20	0,85	0,48	0,63
Водопоглощение, %	2,1	3,6	3,2	4,3
Класс опасности	IV	IV	IV	IV

Установлено, что максимальные значения плотности, прочности (3,39МПа) и модуля упругости(552МПа) достигаются при оптимальном содержании цемента 8% и нефтешлама 10-15% от массы щебня. Так же бывают целесообразны добавки других веществ (напр., сульфата железа).

Таким образом, подтверждается возможность и технико-экономическая эффективность использования нефтешлама в дорожном строительстве.

Вместе с тем, имеется ряд проблем, требующих дальнейшего изучения и проработки, а именно:

- вопросы экологического обоснования и согласования, мониторинга;
- получение более стабильных показателей нефтешлама, как органического вяжущего, соответствующего нормативным документам;
- привязка имеющихся разработок к объектам, современным машинам и технологиям, разработка технических решений;

Необходимо дальнейшее уточнение научных данных по нефтешламам, как вторичному сырью для применения в дорожном строительстве, на практике, в конкретных условиях и объектах.

Библиографический список

1. Разработка технологии по переработке нефтесодержащих отходов от ГРП и зачистки РВС с получением необходимой разрешительной документации: заключительный отчет по НИР /Митрофанов Н.Г. – Тюмень: ФГБОУ ТюмГАСУ, 2012. - 159 с.

2. Ильина, О. Н. Обоснование технологии строительства оснований дорожных одежд из минеральных материалов, обработанных цементом с добавкой нефтешлама: дис. ... канд. тех. наук: 05.23.11 / Ильина Ольга Николаевна. – М., 2005.- 155 с.

3. Оев, А.М. Дорожные битумы и эмульсий из тяжелых высокосернистых нефтей таджикской депрессии / А.М. Оев. – Душанбе: матбуот, 2007. – 138 с.

Научный руководитель Митрофанов Н.Г. канд. техн. наук, доцент

Эффективность малоэтажного домостроения

Киравов З.Р., Баянов Д.С., Ибрагимова М.Г.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В развитых странах строительная промышленность (в том числе жилые, общественные и промышленные здания) занимает значительное место в национальной экономике и осуществляется в больших объемах. Постоянно растущий спрос на жилье вызвал «к жизни» новые методы строительства, использование новых технологий [1,2], для возведения зданий и сооружений. На фоне этого процесса, возникает вопрос о выборе вариантов домостроения. Существуют высотное, среднеэтажное и малоэтажное домостроение.

В контексте данной статьи рассматривается малоэтажное домостроение, его недостатки, преимущества и перспективы развития. Возможными трудностями могут быть отсутствие развитых транспортной и инженерной инфраструктур за пределами городов и высокая стоимость участков земли. Еще одной трудностью является отсутствие системы контроля и надзора за строительством малоэтажных зданий на территории России. В связи с этим возникают затянутые сроки строительства и проблемы с обманутыми дольщиками.

Основными преимуществами данных домов являются малые затраты на строительство, быстрая оборачиваемость средств, короткие сроки строительства, а соответственно меньший риск у покупателя и застройщика. Такой вид жилья обладает более низкой себестоимостью. При строительстве домов до 3-х этажей, не требуется проведение государственной экс-

пертизы, которая занимает достаточно много времени и финансовых затрат. Выбирая квартиру, покупатель рассчитывает на благоустроенную территорию, отсутствие проблем с парковочными местами, экологически чистые территории. Все эти требования удовлетворяет малоэтажная застройка.

Рынок строительной продукции открывает огромный ассортимент товаров для строительства домов малой этажности. Одним из вариантов такого домостроения является строительство быстровозводимых конструкций (на сегодняшний день составляет 20- 30% в общем объеме рынка малоэтажного строения на территории РФ). В перспективе доля сегмента существенно вырастет. Стоит отметить набирающий популярность – газобетон, который в условиях строительства домов малой этажности является оптимальным строительным материалом.

Перспективы малоэтажного домостроения высоки. Разработана ведомственная целевая программа «Развитие малоэтажного жилищного строительства в РФ» [3], направленная на поддержку развития спроса и предложения малоэтажного домостроения. За последние 6 лет спрос на дома малой этажности постепенно увеличивается (рисунок 1).

Мировая практика строительства малоэтажных домов показывает эффективность строительства поселков с развитой коммунальной, транспортной, социальной инфраструктурой. На территории России работа в этом направлении только начата.

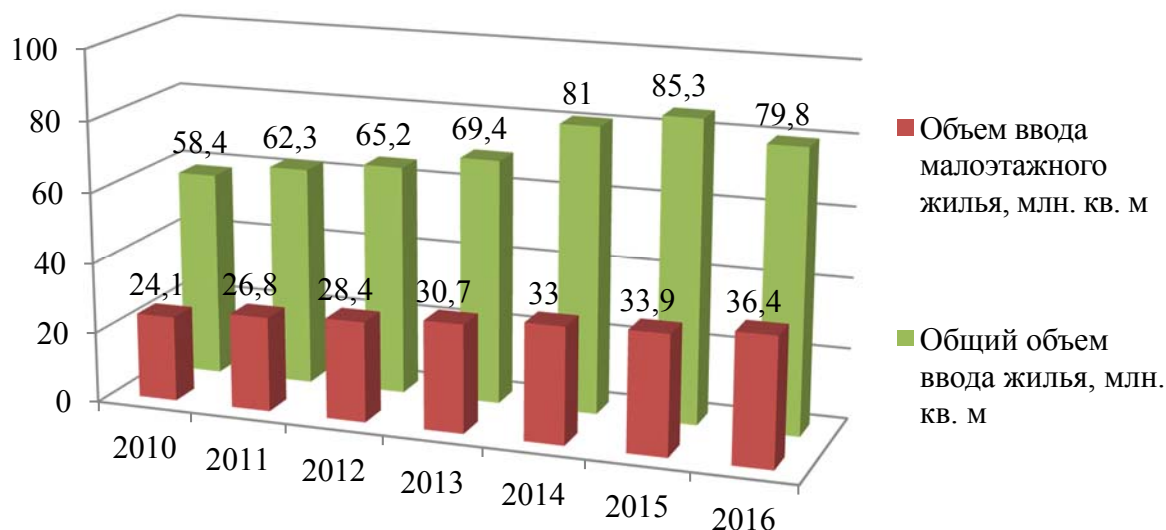


Рисунок 1. Объем жилищного строительства в РФ на период с 2010 по 2016 г., млн. кв. м.

Библиографический список:

1. Гончарова Н.А. Привлечение инновационных технологий в области малоэтажного строительства: научное издание / Н. А. Гончарова, Е. А. Сладкова, В. Д. Вялых // Труды Братского государственного университета. - 2014. - С. 48-50.

2. Гусакова Н.В. Инновационные технологии энергообеспечения малоэтажных поселений в инвестиционных проектах малоэтажного строительства/ Н.В. Гусакова // Проблемы экономики и управления строительством и управления строительством в условиях экологически ориентированного развития: материалы Всероссийской научно-практической онлайн-конференции с международным участием и элементами научной школы для молодежи. – Иркутск: ИПО БГУЭП, 2014. – С. 121-125.

3. Ведомственная целевая программа «Развитие малоэтажного жилищного строительства в Российской Федерации». Минрегионразвитие РФ, М., 2011.(проект).

Научный руководитель: Малышкин А.П., канд. техн. наук, доцент, Баянов Д.С.

О корректировке статистических критериев прогнозирования уровня аварийности в результате проведения дорожно-ремонтных работ по современным технологиям

Косинцева А.Н.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Согласно статистике каждый год в России погибает около 30 тысяч человек. Огромное количество аварий не может не беспокоить автолюбителей, пешеходов и правоохранительные органы. Эта тревожная ситуация требует принятия действующих мер по обеспечению безопасности на дорогах.

Ежедневно на территории Российской Федерации фиксируются более 1000 ДТП с пострадавшими, 10% из которых погибают. Более 80% всех дорожно-транспортных происшествий происходят на уличных дорожных сетях городов и населенных пунктов.

Для сокращения количества дорожно-транспортных проводятся различные мероприятия. Существует перечень работ позволяющий спрогнозировать при помощи определенной методики [1] вероятность снижения ДТП после их реализации. Данный перечень является далеко не полным, в нем отсутствуют многие мероприятия, позволяющие повысить безопасность движения.

В Федеральной целевой программе «Повышение безопасности дорожного движения в 2006-2012 годах» было отмечено, что в Российской Федерации фактически отсутствует процедура адекватного выбора и оценки организационно-планировочных и инженерных мер, направленных на совершенствование организации движения транспорта и пешеходов [2].

На VI Международной выставке «ДорогаЭкспо - 2015» специалисты в рамках заседания обозначили целый ряд проблем. Основной из них является нормативно-правовое регулирование: в то время как технологии стремительно развиваются, нормативная база «не торопится» вносить изменения, полностью охватывающие передовые технологии [3].

На сочинской конференции в июне 2015 года, собравшиеся практически единогласно сошлись в одном вопросе: устаревшие стандарты, которыми пользуется Главгосэкспертиза, тормозят внедрение инновационных технологий в дорожную отрасль [4].

Следует обратить внимание на то что в течении последних лет так как проблема действительно крайне актуальна и остается не решенной было разработано и предложено большое количество инновационных методик и вероятностных подходов к расчетам, учитывающие вероятностную сущность системы "водитель - автомобиль - дорога - окружающая среда" (ВАДС), так же были изобретены, внедрены и используются множество новых технологий, машин, аппаратов, некапиталоемких мероприятий по снижению аварийности и т.д., которые до сих пор не освещены в существующих нормативных документах.

Таким образом, применение новых материалов и технологий в вопросе повышения безопасности несет одиночный характер в виде опытных участков. Не смотря на то, что многие технологии известны уже давно, до сих пор не существует методики позволяющей спрогнозировать изменение числа ДТП после их реализации.

Применяя существующие, как указано выше неполные и не всегда современные методы оценки безопасности дорожного движения на улицах города, при оценке опасности геометрических элементов улиц и различных дорожно-транспортных ситуаций, а также разработке мероприятий по повышению безопасности движения нельзя не обратить внимание на то, что в некотором количестве случаев они не обеспечивают необходимый заявленный результат и их использование приостанавливает возможный значительный прогресс в данной области.

В таблице 1 представлено сравнение снижения количества ДТП, рассчитанного с применением действующей методики с фактически случившимися, на примере города Тюмень.

Сравнение прогнозируемого и фактического числа ДТП

Адрес участка	Среднее количество ДТП до введения мероприятия	Прогнозируемое количество ДТП после проведения мероприятия	Фактическое среднее количество ДТП после проведения мероприятия
Канализирование движения на пересечениях и примыканиях со светофорным режимом			
50 лет Октября – М. Горького	8,5	6,275	6,75
Щербакова – Дружбы	6	4,44	5,25
Ватутина – Дружбы	4,5	4,14	4,33
Светофорное регулирование пешеходного движения			
Пермякова, 83	6,2	4,9	5,72
Ленина, 54	8,1	7,12	7,37
Республики, 129	4,33	2,33	5,33
Введение светофорного регулирования на пересечениях			
Челюскинцев – Хохрякова	5,26	2,47	6,33

Перечень мероприятий описанный непосредственно для повышения безопасности движения дорог в пределах населенных пунктов ограничен 13 мероприятиями [1], что абсолютно неприемлемо с учетом процента ДТП, происходящих на улицах и городских дорогах УДС.

Приняв для расчета мероприятия, рассчитанные для участков автомобильных дорог, находящихся вне населенных пунктов, мы видим огромное расхождение в прогнозируемых и реальных числах дорожно-транспортных происшествий (таблица 1).

Предлагая дорожно-ремонтные работы из этого ограниченного перечня сложно оценить возможный эффект. Нельзя не обратить внимание на то, что в некотором количестве случаев данные мероприятия не обеспечивают необходимый заявленный результат. Кроме того, отсутствие перечня охватывающих в полной мере современных мероприятий, повышающих безопасность движения, затрудняет обоснованный выбор наиболее эффективного и экономичного способа.

Подводя итог выше сказанному, рационально предположить, что существующим методикам и коэффициентам необходима корректировка, благодаря которым будут учитываться особенности городских условий, интенсивность движения, количество и ширина полос и т.д. Так же необходимым условием является увеличение перечня возможных мероприятий по повышению безопасности дорожного движения с учетом научно-технического прогресса, инновационных разработок и новых теорий.

Библиографический список

1. ОДМ 218.4.004-2009 Руководство по устранению и профилактике возникновения участков концентрации ДТП при эксплуатации автомобильных дорог. – М.: Информавтодор, 2009. – 94с.
2. Концепция федеральной целевой программы "Повышение безопасности дорожного движения в 2013 - 2020 годах": [Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 октября 2012 г. N 1995-р]. – М.: Собрание законодательства Российской Федерации, 2012. – 6282 с.
3. Терехова, Л. Безопасность на дороге – кто в ответе? [Электронный ресурс] / Л.Терехова // ДорИнфо. – 2015. – Режим доступа: http://dorinfo.ru/99_detail.php?ELEMENT_ID=34563
4. Гринмирис, А. Барьеры на дороге инноваций [Электронный ресурс] / А.Гринмирис // ДорИнфо. – 2016. – Режим доступа: http://dorinfo.ru/99_detail.php?ELEMENT_ID=39390

Научный руководитель: Гензе Д.А., канд. техн. наук.

Анализ масштабного фактора при моделировании автомобильной дороги на многолетнемерзлых грунтах

Макаров А.С., Шанхоев З.Ш., Земеров И.В., Скворцов Д.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время происходит активное освоение Арктики и развитие строительства в ее широтах, однако в процессе возведения зданий и сооружений возникает ряд проблем и обстоятельств, которые необходимо решать. Как известно, одной из главных проблем развития Арктической зоны Российской Федерации является отсутствие жилищно-транспортной инфраструктуры.

Для решения проблемы строительства всепогодных автомобильных дорог с твердым покрытием предложено использовать некондиционные грунты¹ в теле земляного полотна за счет армирования геосинтетическим материалом некондиционных грунтов, установкой термостабилизаторов и устройством термопрослоек в слоях земляного полотна и основания дороги.

Так как проведение натуральных экспериментов и мониторинг автомобильной дороги в условиях Арктики является дорогостоящим мероприятием, предложено разработать экспериментальный стенд, позволяющий моделировать температурно-влажностные условия основания автомобильной дороги и земляного полотна на многолетнемерзлых грунтах. В связи с

¹ Некондиционные грунты – непригодные для строительства грунты, полученные при проведении дорожных земляных работ, вывезенные и складированные в заранее выбранное место [1].

этим возникает ряд сложностей с выбором геометрического масштаба, масштаба по времени и температурного режима исследуемого объекта. Для выявления масштабного фактора предлагается выполнить численный эксперимент, моделирующий температурно-криогенный режим основания автомобильной дороги и земляного полотна в масштабах 1:1 и 1:10. В ходе численного эксперимента предложено заменить нестационарный температурный режим окружающей среды исследуемого объекта на стационарный режим в масштабируемой модели в летний и зимний период. Для подтверждения достоверности полученных данных при моделировании результаты численного эксперимента с уменьшенной модели (у.м.) будут сопоставляться с результатами натуральной модели, а также с результатами мониторинга, проводимого на автомобильной дороге «г. Сургут – г. Салехард, участок г. Новый Уренгой – г. Надым. 1 пусковой комплекс: п. Пангоды (км 870) – п. Правохетгинский (км 936)».

Моделируемый объект привязан к реальным условиям, данные брались из инженерно-гидрометеорологических изысканий на объекте «Строительство автомобильной дороги г. Сургут – г. Салехард, участок г. Новый Уренгой – г. Надым. 1 пусковой комплекс: п. Пангоды (км 870) – п. Правохетгинский (км 936). Корректировка».

На первом этапе в численном эксперименте моделировалось основание. В качестве образца было предложено использовать однородный грунт, а именно суглинок, со следующими физическими характеристиками: плотность сухого грунта ρ_d – 1508 кг/м³ и влажность W – 30%. Теплофизические характеристики грунта моделируемого основания приведены в таблице 1.

Таблица 1

Теплофизические характеристики грунта моделируемого основания

λ_f , Вт/(м*°С)	λ_{th} , Вт/(м*°С)	C_f , кДж/(м ³ *°С)	C_{th} , кДж/(м ³ *°С)	L_v , МДж/м ³
1,65	1,45	2805,58	3332,68	84,83

При моделировании объекта использовалась программа QFrost [2], позволяющая создавать аналоговые теплофизические процессы в грунтах. Для подтверждения достоверности полученных результатов по ВСН 84-89 в программе QFrost был выполнен расчет исследуемого объекта с граничными условий третьего рода и со следующими геометрическими размерами: ширина – 150 м, глубина – 150 м. В результате получены следующие данные, глубина промерзания-оттаивания деятельного слоя исследуемого объекта составила 1,7 м, глубина амплитуды нулевых колебаний температуры исследуемого объекта 6,1 метра.

При моделировании у.м. в масштабе 1:10 в программе QFrost [2] был осуществлен переход от нестационарного температурного режима к стац-

онарному с принятием в расчете средних по многолетним данным температуры воздуха за период отрицательных и положительных температур: соответственно $T_{f,m}=-14,81^{\circ}\text{C}$ и $T_{th,m}=10,33^{\circ}\text{C}$ и с граничными условиями первого рода. Ширина модели в масштабе 1:1 оценивалась расчетом температурного воздействия конструкции автомобильной дороги на основании. При расчете модели в масштабе 1:1 была определена граница теплового влияния конструкции автомобильной дороги на основание: ширина – 30 м, глубина – 16 м. В численном эксперименте на у.м. моделировался теплый и холодный период работы объекта. Величина теплого и холодного периода устанавливалась путем контрольной фиксации глубины промерзания-оттаивания деятельного слоя в масштабе 1:10. Цикличность попеременного промерзания и оттаивания деятельного слоя в численном эксперименте на у.м. повторялась 4 раза. Результаты численного эксперимента на у.м. показаны на рисунке 1.

Сравнивая результаты численного расчета в масштабе 1:1 и у.м., получены следующие значения масштаба по времени: в период положительных температур масштаб равен $t_{th,c}^{M1:10} : t_{th,c}^{M1:1} = 40 : 3727,20 = 1 : 93,18$, в период отрицательных температур масштаб равен $t_{f,c}^{M1:10} : t_{f,c}^{M1:1} = 50 : 5032,80 = 1 : 100,66$, где $t_{th,c}^{M1:1}$ – расчетный период положительных температур при М 1:1 равный 3727,20 ч;

$t_{f,c}^{M1:1}$ – расчетный период отрицательных температур при М 1:1 равный 5032,80 ч;

$t_{th,c}^{M1:10}$ – расчетный период положительных температур при М 1:10 равный 40 ч;

$t_{f,c}^{M1:10}$ – расчетный период отрицательных температур при М 1:10 равный 50 ч.

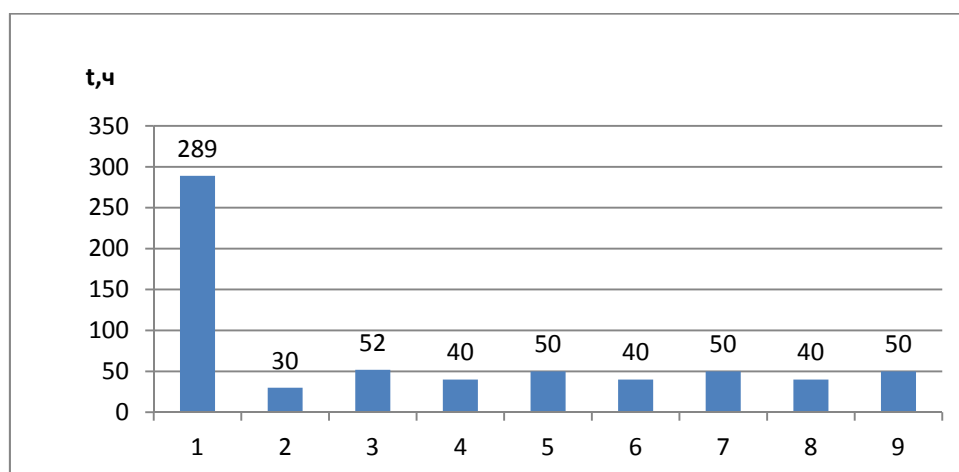


Рисунок 1. График попеременного промерзания-оттаивания деятельного слоя во времени на у.м. в масштабе 1:10: 1 – полное промерзание у.м., 2, 4, 6, 8 – первое, второе, третье, четвертое оттаивание у.м., 3, 5, 7, 9 – первое, второе, третье, четвертое промерзание у.м.

В исследованиях Карлова В.Д. [3] упоминается, что во время проведения лабораторного эксперимента им был принят масштаб моделирования 1:10, а масштаб времени – 1:100, т.к. последний должен быть равен квадрату масштаба линейных размеров.

В результате проведения численного эксперимента установлен(а):

- масштаб по времени при моделировании стационарного режима теплого и холодного периода на у.м. к натурной составляет соответственно 1:93,18 и 1:100,66;
- зависимость геометрического масштаба и масштаба времени, полученная в численном эксперименте на у.м., совпадающая с результатами исследования Карлова В.Д., что говорит о достоверности полученных данных.

Библиографический список

1. Справочник дорожных терминов / Под ред. д-ра техн. наук проф. В. В. Ушакова. - М.: «ЭКОН-ИНФОРМ», 2005. – 256 с.;
2. <http://qfrost.net>, Лицензия: GNU General Public License, версия 3 (прим. программный комплекс QFrost был предоставлен автором программы Песоцким Д.Г. для проведения численного моделирования теплофизических процессов в грунтах);
3. Карлов, В.Д. Сезоннопромерзающие грунты как основания сооружений: дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.02 / Карлов Владислав Дмитриевич. - СПб., 1998. - 349 с.;
4. ВСН 84-89 (Минтрансстрой СССР) Изыскания, проектирование и строительство автомобильных дорог в районах вечной мерзлоты. – М.: Союздорнии, 1990.

Научный руководитель: Краев Ал.Н., канд. техн. наук, доцент.

Анализ работы дорожной одежды с основанием из укрепленных грунтов

Кубасов Д.В., Кожемякина Т.Д. Мартынов М.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время в Российской Федерации более двадцати областей не имеют своих каменных материалов, их транспортировка приводит к удорожанию строительства в 3-5 раз. Для снижения стоимости строительства можно использовать укрепленные грунты в основании дорожной одежды [1].

Наиболее распространены в нашей стране грунты укрепленные цементом, чаще всего их применяют как основание дорожной одежды дорог различных категорий [1].

Целью проводимых исследований является анализ работы дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием на цементогрунтовом основании и разработка альтернативной конструкции для повышения ее долговечности.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

1 проанализировать опыт использования конструкции дорожной одежды с асфальтобетонным покрытием и цементогрунтовым основанием;

2 выявить преимущества и недостатки конструкции с цементогрунтовым основанием;

3 проанализировать влияние цементогрунтового основания на условия работы асфальтобетонного покрытия;

4 разработать альтернативную дорожную одежду с целью повышения долговечности конструкции и доказать эффективность ее работы.

В сравнении с основанием из каменного материала конструкция дорожной одежды с цементогрунтовым основанием имеет ряд преимуществ, так как такое основание:

- обеспечивает благоприятный водно-тепловой режим конструкции;
- снижает влажность активной зоны земляного полотна;
- обеспечивает хорошую ровность покрытия;
- повышает прочность при сжатии;
- упрощает технологию устройства;
- снижает стоимость строительства.

Наряду с достоинствами, такая конструкция имеет существенные недостатки [1]:

- низкая трещиностойкость;
- низкая сдвигоустойчивость в плоскости между покрытием и основанием;
- низкое сцепление асфальтобетонного слоя с цементогрунтом, и как следствие этого, значительные деформации покрытия в виде волн, сдвигов, разрывов.

К основным причинам разрушения конструкции дорожной одежды с цементогрунтовым основанием относятся [1]:

- климатические факторы (перепады температур, солнечная радиация, ветер, осадки);
- статическая и динамическая нагрузка от транспортных средств.

В результате воздействий факторов в дорожной одежде возникают различные напряжения: изгибающие, вертикальные и касательные от транспортных средств; растягивающие от температуры; дополнительные растягивающие в зоне трещины (шва) основания из укрепленного грунта.

По эпюрам напряжений (рис.1) можно судить о том, как они распространяются в конструктивных слоях дорожной одежды. Например, сжимающие напряжения достигают своего максимума на покрытии дорожной одежды, сдвигающие напряжения имеют максимальное значение между слоями конструкции, а растягивающие напряжения постепенно нарастают к основанию дорожной одежды.

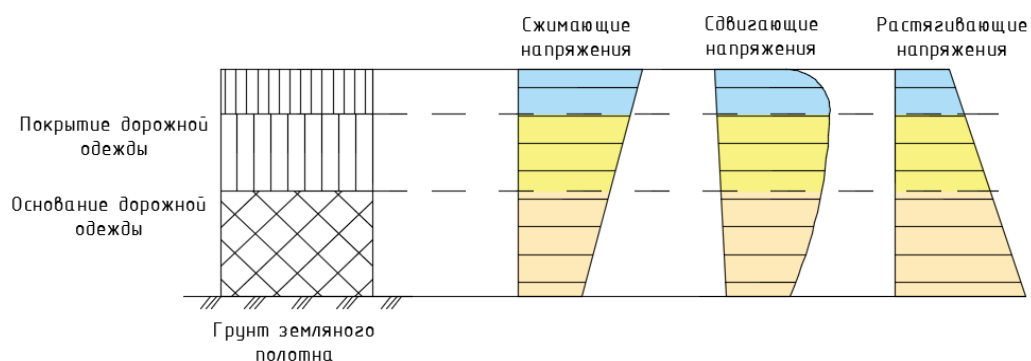


Рисунок 1. Эпюры напряжений, возникающих в слоях дорожной одежды

Возникающие напряжения в дорожных одеждах приводят к появлению различного вида трещин [2]:

- отраженных (проявляются при концентрации напряжений в покрытии над швами и трещинами основания);
- температурных (возникают при охлаждении покрытия из-за старения битума, с учетом того, что с течением времени асфальтобетон теряет свою деформационную способность);
- силовых (образуются от действия транспортной нагрузки при недостаточной прочности основания и (или) покрытия);
- технологических (возникают в результате ошибок при подборе состава асфальтобетонной смеси, нарушений процессов укладки и уплотнения смеси, а также в местах сопряжений смежных полос асфальтобетонного покрытия);
- усталостных (преимущественно возникают в виде поперечных трещин на нижней поверхности покрытия вследствие прогиба слоев дорожной одежды под длительным воздействием нагрузки и природных факторов, с течением времени прорастают на всю толщину дорожного покрытия).

На сегодняшний день существует несколько способов предотвращения образования трещин: увеличение толщины битумоминеральных покрытий; устройство трещинопрерывающих прослоек между слоями основания и покрытия; фрагментирование основания путем устройства швов; армирование битумоминеральных покрытий и жестких оснований (например, резиновой крошкой); исключение сцепления между основанием и покрытием (например, устройством синтетических прослоек); увеличение

деформативности основания за счет уменьшения дозировок цемента, введения в состав укрепленного грунта органических вяжущих [1].

На кафедре автомобильных дорог и аэродромов Тюменского индустриального университета предложен альтернативный способ конструирования дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием на цементогрунтовом основании, а именно – фрагментирование основания объемной пластиковой решеткой (рис.2).

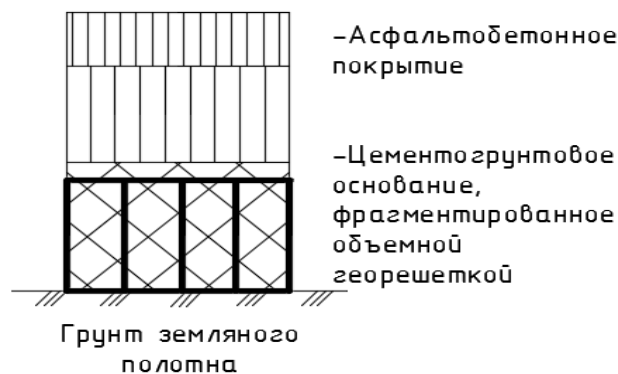


Рисунок 2. Конструкция дорожной одежды с цементогрунтовым основанием фрагментированным объемной пластиковой решеткой

Предлагаемая конструкция будет иметь ряд преимуществ, в частности разделение основание на блоки в процессе строительства объемной георешеткой будет способствовать повышению трещиностойкости асфальтобетонного покрытия, за счет чего будет увеличиваться срок службы дорожной одежды в целом.

Предложенный метод конструирования требует более детальной проработки с точки зрения параметров фрагментации (размеров георешетки, обоснования методики расчета, подбора материалов и т.д.).

Доказательства эффективности данной конструкции будут представлены после проведения ряда лабораторных и натурных исследований.

Библиографический список

1. Обзорная информация «Строительство дорожной одежды низкой стоимости с основаниями из укрепленных грунтов с тонкослойным покрытием» [Электронный ресурс] // Выпуск 1. - 2003.- Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/data1/56/56232/>.

2. Анализ причин возникновения трещин в дорожных покрытиях и критерии их трещиностойкости [Электронный ресурс] // Дорожное строительство. - 2011.- Режим доступа: <https://www.bsc.by/story/analiz-prichin-vozniknoveniya-treshchin-v-dorozhnyh-pokrytyah-i-kriterii-ih>.

Научный руководитель: ассистент кафедры автомобильных дорог и аэродромов Кубасов Денис Викторович

Проектирование состава асфальтобетонной смеси по методу «Supergrave» для условий юга Тюменской области

Куделина О.Н., Замятин А.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Дорога – сложное инженерно-техническое сооружение, и, конечно же, довольно дорогостоящее, причем как при строительстве, так и в содержании. Не случайно для дорожно-строительной отрасли задача увеличения срока службы дорожного покрытия является одной из самых важных, так как именно оно воспринимает давления от подвижных нагрузок и распределяет их по земляному полотну. Дороге необходима прочная одежда, что в свою очередь требует качественных материалов, уплотненных до высокой плотности.

95% автомобильных дорог строятся с асфальтобетонным покрытием, так как оно имеет ряд преимуществ над другими покрытиями. Главное отличие асфальтобетона от бетонов на минеральных вяжущих заключается в его термопластичности, т.е. размягчении и снижении прочности в жаркие летние дни, и повышении твердости и прочности при отрицательной температуре в зимнее время года.

В настоящее время существует достаточно большое количество методик проектирования составов асфальтобетонных смесей, каждая из которых адаптирована к каким-то конкретным условиям.

Среди существующих методов проектирования составов асфальтобетонных смесей наибольшую эффективность получил зарубежный метод подбора составов асфальтобетонных смесей Института Асфальта (США) под названием «Supergrave».

Применение системы «Supergrave» позволяет подобрать наиболее оптимальный состав асфальтобетонных смесей для дорожного покрытия, исходя из свойств местных строительных материалов, климатических условий и интенсивности движения (в том числе грузового транспорта).

Прогнозирование работоспособности и долговечности асфальтобетонных покрытий в различных условиях эксплуатации относится к одной из сложнейших проблем дорожной отрасли.

Учитывая тот факт, что в каждом регионе России разнообразный климат, актуальной задачей является выбор требуемого качества вяжущего для конкретных условий эксплуатации участка автомобильной дороги.

Данный вопрос является актуальным и для юга Тюменской области.

Согласно карте дорожно-климатического районирования юг Тюменской области относится ко II₂ и III₁ дорожно – климатическим зонам [1], для которых, чаще всего применяется битум нефтяной дорожный БНД 60/90 и в северных районах БНД 90/130 [2].

В системе проектирования «Supergrave», марка вяжущего устанавливается исходя из расчетной летней и зимней температуры покрытия на территории строительства [3].

В рамках исследования был произведен анализ температур районов юга Тюменской области за 5-ти летний период (Таблица 1).

Таблица 1

Анализ температур юга Тюменской области за 2012-2016 гг.

№ п/п	Наименование местности	Абсолютный МАХ, °С	АбсолютныйМІN, °С
1	Вагайское	34,0	-43,5
2	Викулово	35,3	-40,2
3	Гольшманово	35,6	-40,0
4	Демьянское	34,0	-46,2
5	Ишим	35,3	-38,4
6	Тюмень	35,6	-39,6
7	Тобольск	33,7	-44,7
8	Уват	33,8	-43,2
9	Ялуторовск	36,0	-42,3
10	Ярково	34,1	-40,2

Данный анализ является основанием к определению рациональной марки вяжущего расчетным методом.

Применение нового метода позволит создать высокопрочное и устойчивое к деформациям дорожное покрытие, а также повысить срок службы покрытия на 20-40 %, что благоприятно отразится на экономике региона. [6]

Марка битумного вяжущего определяется интервалом работоспособности (PG Grade) между двумя температурами испытания, соответствующими минимальной и максимальной расчетным температурам асфальтобетонного покрытия в рассматриваемом регионе строительства. При определении марки вяжущего требования к показателям деформативности и вязкоупругим свойствам остаются неизменными, а изменяется температурный диапазон, в котором эти требования должны выполняться [4].

К сожалению, на данный момент, на территории Российской Федерации недостаточно марок органического вяжущего, способных выдерживать требуемые параметры качества, поэтому одной из важнейших задач нефтеперерабатывающих заводов и дорожных организаций является оптимальный подбор марки вяжущего на этапе проектирования, что позволит избежать раннего образования дефектов [5].

Также для того, чтобы применять технические условия «Supergravel» в России необходимы не только кардинальные изменения нормативно-технической базы в области битумных вяжущих, но и привязка нормативных требований к местным условиям юга Тюменской области. Новые методы испытания битумных образцов отличаются повышенной сложно-

стью, поэтому могут найти применение в крупных российских корпорациях по производству органических вяжущих для дорожного строительства и в дорожных научно-исследовательских центрах.

Библиографический список

1. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*. – М.: Минрегион России, 2012. – 116 с.
2. ГОСТ 22245-90 Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия (с Изменением N 1). – М.: Издательство стандартов, 1990. – 9с.
3. Кирюхин, Г.Н. Температурные режимы работы асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог// Дороги и мосты. – 2013. – N2. – С.20.
4. Кирюхин, Г.Н. Плюсы и минусы системы проектирования асфальтобетона «Суперпейв»// Мир дорог. – 2014. – N 74. – С. 9.
5. Голубин, К.Д. / Строительство и архитектура/ К.Д. Голубин// Выбор рациональной марки вяжущего из расчета по методологии суперпэйв для условий юга России – Ростов-на-Дону: Международная научно-практическая конференция. – Ростов-на-Дону: Редакционно-издательский центр РГСУ, 2015. – С.198-200.
6. Федеральное дорожное агентство. Министерство транспорта Российской Федерации: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://rosavtodor.ru/>.

Научный руководитель: Замятин А.В., доцент, кандидат технических наук.

Использование буроинъекционных свай для усиления оснований и фундаментов

Кукарский С.Н.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Общие сведения о буроинъекционных сваях

Буроинъекционная свая — свая, формируемая в массиве грунта инъектированием подвижной бетонной смеси под давлением и последующей опрессовкой околосвайного грунта основания [1].

Буроинъекционные сваи зачастую устраиваются при усилении фундаментов (ленточных, столбчатых) для повышения их несущей способности, передачи от здания на прочные и плотные слои основания части нагрузки.

Кроме того, буроинъекционные сваи могут использоваться как анкеры для крепления подпорных стен, бортов котлованов, откосов, а также для строительства свайных фундаментов [2, 3, 4, 5].

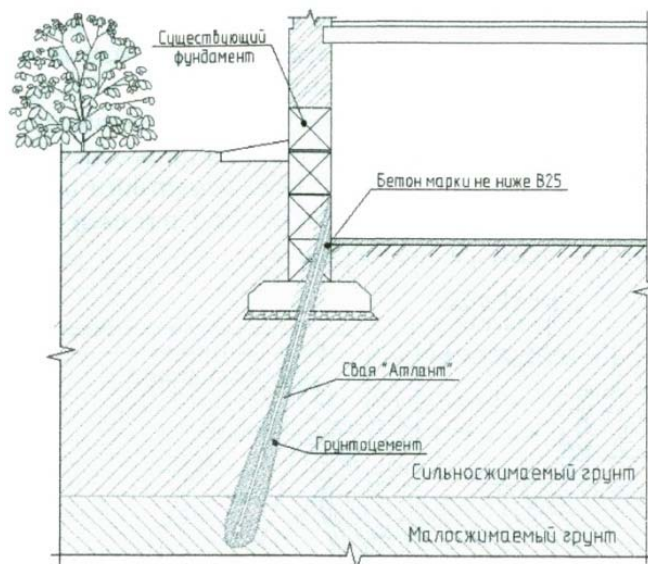


Рисунок 1. Усиление ленточного фундамента буринъекционной свай «Атлант» [2]

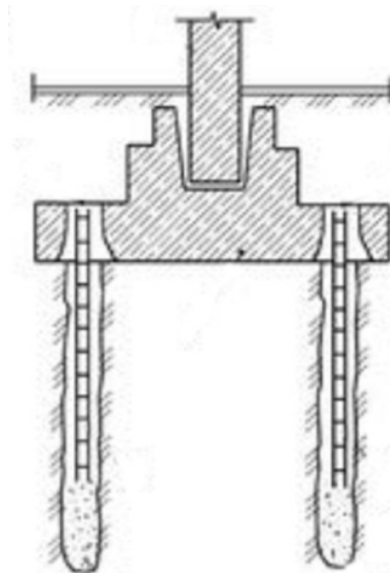


Рисунок 2. Повышение несущей способности фундаментов путем передачи части нагрузки от колонны здания на сваи [1]



Рисунок 3. Применение свай *TITAN* при устройстве фундаментов, креплении подпорных стен и откосов, строительстве тоннелей, дренажей [3]

Виды буринъекционных свай, их конструкция и технология производства

В настоящее время наиболее распространенными видами буринъекционных свай являются сваи «TITAN» и их отечественный аналог «Атлант». Основа обеих технологий заключается в бурении скважин, используя штанги, не извлекаемые после окончания бурения. После затвердевания инъецированного цементного раствора, в грунте формируется цементная свая, а штанга выступает в качестве армирующего элемента. Цементный раствор, в свою очередь, обеспечивает защиту штанги от коррозии. Трубы по длине соединяются муфтами, обеспечивающими высокую прочность соединения.

Рассмотрим отличия зарубежной технологии изготовления и устройства свай и анкеров от Российской. В технологии «TITAN» в качестве штанг используются полые трубчатые элементы с накатанной волновой поверхностью, обеспечивающей высокие показатели сцепления на границе труба — цементный камень. Российские специалисты применяют как конструкции с винтовыми штангами, так и со штангами из высокопрочной трубы с гладкой поверхностью, производство которых широко распространено по всей территории нашей страны, что значительно снижает стоимость применения технологии. Испытания показали, что использование гладких труб незначительно снижает несущую способность анкеров [4] и не влияет на несущую способность висячих свай, в которых роль «навивки» выполняют соединительные муфты.

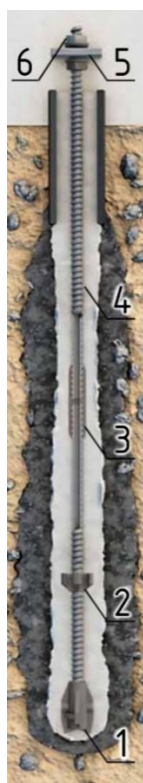


Рисунок 4. Конструкция буринъекционной сваи «TITAN» [3]:

- 1 — буровая головка;
- 2 — центратор;
- 3 — соединительная муфта;
- 4 — штанга с волновой поверхностью;
- 5 — опорная плита;
- 6 — гайка

Преимущества и недостатки буринъекционных свай

Рассмотрим преимущества:

- 1) высокая несущая способность (при большой глубине);
- 2) производство работ без откопки котлована, траншей и без бурения скважин;
- 3) высокая механизация работ, малое количество технологических операций;
- 4) отсутствие динамических воздействий на грунтовое основание — это ключевой критерий при производстве работ в плотной городской застройке;
- 5) небольшие габариты технологического оборудования, позволяющие вести работы внутри подвалов зданий при усилении оснований и фундаментов зданий;
- 6) при усилении не требуется приостановка эксплуатации здания.

Рассмотрим недостатки:

- 1) требуется уделять большое внимание технике безопасности при устройстве буринъекционных свай т.к. оборудование нагнетает раствор под высоким давлением;
- 2) недостаточная расчетно-нормативная база для их проектирования — практически всегда прибегают к предварительным испытаниям свай в условиях конкретной строительной площадки;
- 3) высокая стоимость.

Стоит отметить, что существует проблема определения влияния остаточного напряженного состояния на несущую способность свай. Дальнейшие исследования, в том числе, будут направлены на исследование этого вопроса.

Библиографический список

1. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения / Под общей ред. В. А. Ильичева и Р. А. Мангушева. — М.: Изд-во АСВ, 2014. — 72 с.
2. Технология ремонтных и восстановительных работ: Учебник / Под ред. Я. А. Пронозина — М.: Изд-во АСВ, 2016. — 148 с.
3. *TITAN Injection Pile. An innovation prevails / Friedr. Ischebeck GmbH* — 12 с.
4. Применение анкерных свай «Атлант» в подземном строительстве. Малинин А. Г., Малинин Д. А. // Специальная строительная техника
5. Патент на полезную модель RU2603314C1. Способ возведения сваи для усиления фундамента / Сахарова И. Д., Казарян В. Ю. — 2016.

Научный руководитель: Пронозин Я. А., д-р техн. наук, доцент.

Использование замороженного основания при строительстве водорпусных труб на автозимниках с продленным сроком службы

Соколова А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Автозимники с продленными сроками эксплуатации обеспечивают проезд автомобильного транспорта в течение зимнего и части (или всего) летнего периодов года [1]. В летний период такие автозимники должны обеспечивать отвод естественно мигрирующей поверхностной воды. Для этого в пониженных местах устраивают водопропускные трубы, в основном, металлические.

Для строительства промысловых дорог на слабых основаниях предлагается замороженное основание под водопропускной трубой. Промороженная торфяная плита должна обеспечивать устойчивость трубы и работать в течении всего периода эксплуатации автозимника. Для этого необходимо обеспечить поступление отрицательной температуры к промороженной торфяной плите для ее возобновления во второй и последующие годы эксплуатации конструкции без использования хладагентов. Это достигается путем монтажа в основание торфяной плиты системы проводников из теплорассеивающей пластмассы [2 - Теплорассеивающие пластмассы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://teplostok-plastic.ru>] и вывода их на поверхность (рисунок 1).

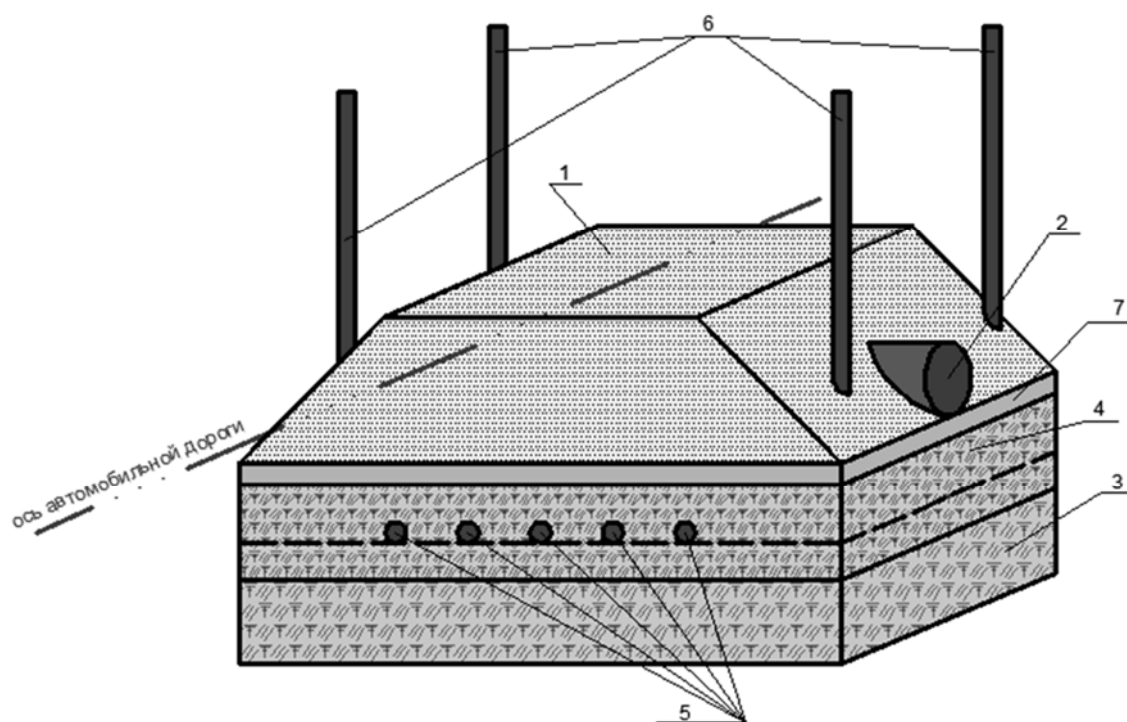


Рисунок 1. Поперечный профиль конструкции на замороженном основании

Конструкция создается следующим образом: поверхность болота в зимний период очищается от снега; течение нескольких месяцев болотная толща (3) промораживается на необходимую для обеспечения устойчивости конструкции глубину, таким образом создается замороженная торфяная плита (4); нарезаются траншеи, в которые закладываются соединенные между собой теплорассеивающие элементы (5); траншеи засыпаются мерзлым торфом, устраивается теплоизоляционный слой (7) для недопущения оттаивания основания сверху, монтируется металлическая водопропускная труба (2) и засыпается грунтом земляного полотна (1), подсоединяются проводники (6), которые обеспечивают связь теплорассеивающей системы, заложенной в основание с отрицательной температурой окружающего воздуха.

В первый зимний период через проводники «холода» будет происходить дальнейшее намораживание торфяной плиты.

С наступлением теплого периода связь проводников «холода» с системой нужно прерывать, иначе они станут снабжать ее ненужным теплом. За счет теплоизоляционного слоя приток тепла сверху (из окружающего воздуха) происходить не будет. В теплый период эксплуатации предусматривается осадка и оттаивание плиты снизу на допустимую величину за счет естественной миграции воды под конструкцией в болотной толще.

С наступлением устойчивой отрицательной температуры воздуха, во второй и последующие зимние периоды проводники «холода» снова монтируются, и замороженная торфяная плита восстанавливает свои первоначальные параметры.

Задачи, решаемые изобретением: снижение стоимости строительства оснований водопропускных труб на автомобильных дорогах за счет сокращения объемов привозного дренирующего грунта, это подтверждается расчетом интегрального эффекта для предлагаемой конструкции в сравнении с «плавающей» насыпью.

Для расчета показателя эффективности мероприятий, используем следующую формулу:

$$\Xi = \sum_t^T \frac{(R_t - Z_t)}{(1+T)^t} - \sum_t^T \frac{K_t}{(1+T)^t} \quad (1)$$

где R_t - эффект от снижения сметной стоимости в году t ;

Z_t - текущие затраты в году t ;

K_t - единовременные затраты в году t ;

T - момент окончания расчетного периода (7 лет) [3].

Вспомогательная таблица для расчета интегрального эффекта $\Delta_{\text{инт}}$

Годы	Конструкции							
	«Плавающая» насыпь				Предлагаемая конструкция			
	Rt	Zt	$\frac{(R_t - Z_t)}{(1+T)^t}$	$\frac{K_t}{(1+T)^t}$	Rt	Zt	$\frac{(R_t - Z_t)}{(1+T)^t}$	$\frac{K_t}{(1+T)^t}$
1	31,127	18,08	$\frac{(1+T)^t}{1,6309}$	$\frac{(1+T)^t}{29,572}$	120,137	18,08	$\frac{(1+T)^t}{12,7571}$	$\frac{(1+T)^t}{33,4629}$
2	31,127	84,514	-0,8342	3,6965	120,137	18,08	1,5946	4,18286
3	31,127	67,705	-0,0714	0,46206	120,137	18,08	0,1993	0,52286
4	31,127	56,204	-0,0061	0,05776	120,137	18,08	0,0249	0,06536
5	31,127	18,08	0,0004	0,00722	120,137	18,08	0,0031	0,00817
6	31,127	18,08	0,0000	0,0009	120,137	18,08	0,0004	0,00102
7	31,127	39,665	0,0000	0,00011	120,137	18,08	0,00005	0,00013
Итого:			0,7196	33,7966			14,5796	38,2433

Для «плавающей» насыпи:
 $\Delta_{\text{инт}}=0,7196-33,7966=-33,077$ тыс. руб.

Для предлагаемой конструкции:
 $\Delta_{\text{инт}}=14,5796-38,2433=-23,6637$ тыс. руб.

Отрицательным $\Delta_{\text{инт}}$ получается из-за невероятно крупных единовременных затрат, и не превышающего их эффекта от снижения сметной стоимости. Однако, даже в этом случае отчетливо видно, что предлагаемая конструкция имеет явное преимущество.

Новизна заявленного технического решения обеспечивается тем, что для возобновления мерзлой торфяной плиты не требуется полностью переустраивать участок или использовать хладагенты и дополнительное оборудование для их циркуляции.

Библиографический список

1. Ведомственные строительные нормы: ВСН 137-89. Проектирование, строительство и содержание зимних автомобильных дорог в условиях Сибири и Северо-Востока СССР. – Взамен ВСН 137-77; введ. 20.02.1989. – Минтрансстрой СССР, 1989. – 87 с.

2. Теплорассеивающие пластмассы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://teplostok-plastic.ru>.

3. Отраслевой дорожный методический документ: ОДМ 218.4.023-2015. Методические рекомендации по оценке эффективности строитель-

ства, реконструкции, капитального ремонта и ремонта автомобильных дорог. – Введ. 10.11.2015. – Москва: Росавтодор, 2015. – 9-10 с.

Научный руководитель: Куюков С.А., канд. техн. наук, доцент

Разработка корреляционных зависимостей характеристик транспортных потоков в различных метеорологических и дорожных условиях городов Уральского федерального округа

Лощина И.Е.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Для разработки мероприятий по развитию дорожной инфраструктуры и транспортной системы объектов городского типа в качестве исходных данных необходимы сведения о характеристиках и параметрах транспортных потоков на улично-дорожной сети (УДС) в один и тот же момент времени.

Одним из наиболее эффективных и экономичных методов одновременного исследования дорожного движения является дистанционный мониторинг транспортных потоков на основе спутникового наблюдения [1].

Для дешифровки результатов дистанционного спутникового мониторинга, возникает необходимость в формировании математической модели транспортного потока (ТП), связывающей такие характеристики дорожного движения как интенсивность N , плотность q и скорость V [2].

Основой разработанных корреляционных зависимостей, явился онлайн-мониторинг характеристик дорожного движения через камеры видеонаблюдения за УДС крупнейших городов Уральского федерального округа: Екатеринбурга, Перми, Челябинска и Тюмени.

Уменьшение трудоемкости мониторинговых работ, было достигнуто за счет исследования движения на отдельных улицах-«маркерах», характеризующих общими закономерностями изменения часовой интенсивности, по следующим типам:

- Тип 1: утренний и вечерний час «пик»;
- Тип 2: утренний, дневной и вечерний час «пик»;
- Тип 3: деградирующая часовая интенсивность;
- Тип 4: стабильная часовая интенсивность.

Учет влияния на режим движения метеорологических факторов заключался в проведении мониторинга при следующих расчетных состояниях покрытия улиц и дорог:

- а) сухое чистое;
- б) поверхность чистая, мокрая;
- в) поверхность мокрая, загрязненная;

г) слой рыхлого снега на поверхности толщиной 10-20 мм, имеется только во время снегопада и метелей, в перерывах между проходами снегоочистительных машин.

Полученные статические данные стали основой для построения диаграмм транспортных потоков, дифференцированных по полосам движения, типам улиц и дорог и расчетным состояниям поверхности дорожного покрытия, показанных на рисунке 1.

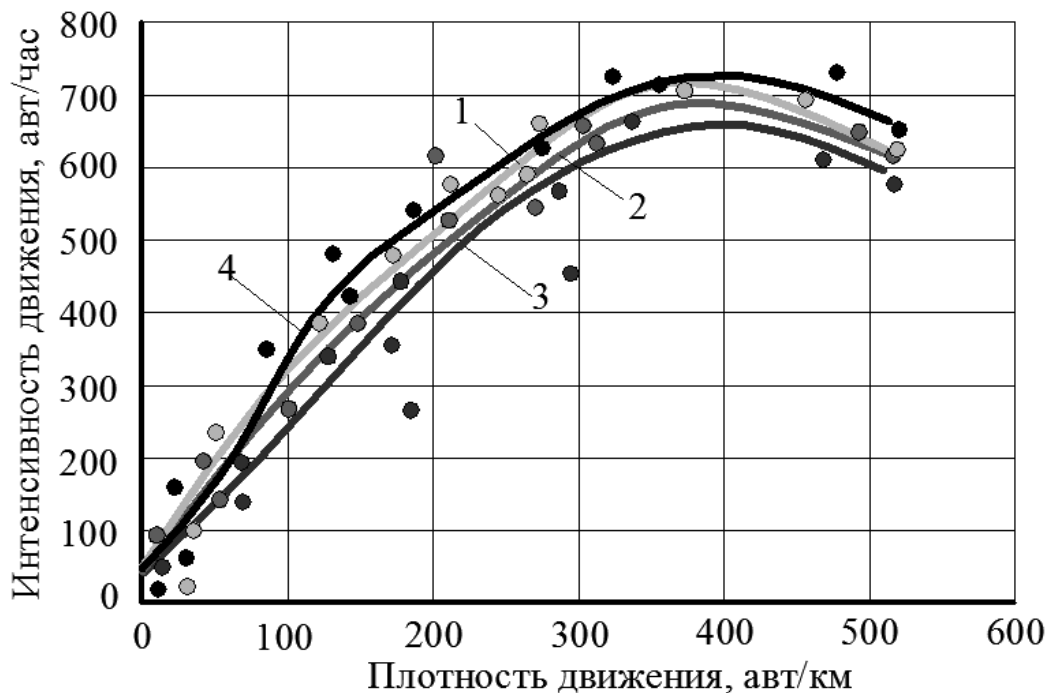


Рисунок 1. Диаграмма транспортного потока на улицах и городских дорогах

I типа при сухом и чистом покрытии (пример):

- 1 – $N = -0,0045 \cdot q^2 + 3,404 \cdot q + 53,876$ (г. Екатеринбург);
- 2 – $N = -0,0034 \cdot q^2 + 2,501 \cdot q + 44,267$ (г. Пермь);
- 3 – $N = -0,0034 \cdot q^2 + 2,5244 \cdot q + 30,225$ (г. Челябинск);
- 4 – $N = -0,0067 \cdot q^2 + 4,0872 \cdot q + 66,041$ (г. Тюмень).

Выбор корреляционных зависимостей, осуществлялся по минимальному отклонению логарифмических и квадратичных функций, оценка достоверности разработанных зависимостей производилась с помощью коэффициента детерминации [3]. По результатам расчетов, для каждого типа улиц и дорог, номера полосы движения и вида расчетного состояниям поверхности покрытия были разработаны соответствующие математические зависимости $N = f(q)$, представленные в таблице 1.

В настоящее время, для автоматизации процессов и выполнения всего цикла работ, связанных с дешифровкой результатов дистанционного мониторинга материалов спутникового наблюдения, на основе разрабо-

танных корреляционных зависимостей характеристик транспортных потоков, ведутся разработки программного продукта в программной среде Python.

Таблица 1

Общие математические уравнения транспортных потоков улиц и городских дорог в различных погодных условиях

Тип улиц и дорог	Расчетное состояние дорожного покрытия	Функциональная зависимость
1	сухое	$N = -0,0041 \cdot q^2 + 2,913 \cdot q + 18,892$
	влажное, чистое	$N = -0,0045 \cdot q^2 + 3,097 \cdot q + 3,7217$
	мокрое, загрязненное	$N = 13,752 \cdot q^{0,6353}$
	рыхлый снег	$N = -0,0032 \cdot q^2 + 2,189 \cdot q + 55,009$
2	сухое	$N = -0,0042 \cdot q^2 + 2,794 \cdot q + 25,998$
	влажное, чистое	$N = -0,0045 \cdot q^2 + 3,070 \cdot q + 23,317$
	мокрое, загрязненное	$N = 28,54 \cdot q^{0,496}$
	рыхлый снег	$N = 38,341 \cdot q^{0,4534}$
3	сухое	$N = -0,0039 \cdot q^2 + 2,6179 \cdot q + 65,823$
	влажное, чистое	$N = -0,0038 \cdot q^2 + 2,6185 \cdot q + 59,886$
	мокрое, загрязненное	$N = 14,946 \cdot q^{0,5877}$
	рыхлый снег	$N = 8,3888 \cdot q^{0,7208}$
4	сухое	$N = -0,0048 \cdot q^2 + 3,1345 \cdot q + 46,356$
	влажное, чистое	$N = -0,0045 \cdot q^2 + 2,8829 \cdot q + 52,645$
	мокрое, загрязненное	$N = -0,0042 \cdot q^2 + 2,7011 \cdot q + 47,181$
	рыхлый снег	$N = -0,0036 \cdot q^2 + 2,4951 \cdot q + 59,393$

Библиографический список

1. Тестешев, А. М. Дистанционный мониторинг транспортных потоков г. Тюмени при различных состояниях дорожного покрытия на основе спутникового наблюдения [Текст] / А.М. Тестешев, А.А. Тестешев, И.Е. Лощина // Актуальные проблемы архитектуры, строительства, энергоэффективности и экологии – 2016: сборник материалов международной научно-практической конференции. – Т. I. – Тюмень: РИО ФГБОУ ВО Тюменский индустриальный университет, 2016. – С.167-173.

2. Хейт, Ф. Математическая теория транспортных потоков [Текст] / Ф. Хейт. – М. : Мир, 1966. – 287 с.

3. Testeshev, A.A., Timohovetz, V.D. (2017, January). Methodology of traffic flows remote monitoring in the Ural Federal District largest cities using satellite monitoring data. *AIP Conference Proceedings, Volume 1800, Issue 1*. Retrieved March 30, 2017, from <http://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.4973066>.

Научный руководитель: Тестешев А.А., канд. техн. наук, доцент

Оценка соответствия нормативов в сфере организации зимнего содержания улиц и дорог факторам внешней среды г. Тюмени

Марамчина А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Работы по зимнему содержанию улиц и городских дорог направлены на обеспечение безопасного, комфортабельного и экономичного движения транспортных средств, согласно требованиям действующей нормативной базы. С этой целью дорожно-эксплуатационные организации в течение зимнего периода, выполняют комплекс работ по сметанию, сгребанию снега с формированием снежного вала, очистке проезжей части от снега, удалению снежного наката, распределению противогололедных материалов (ПГМ), погрузке и вывозу снега. Данные работ выполняются в большом объеме с нормируемыми цикличностями [1], которые, как показал анализ, не всегда соответствуют частоте возникновения неблагоприятных метеорологических явлений (таблица 1).

Таблица 1

Кратность выполнения работ по зимнему содержанию автомобильных дорог общего пользования местного значения г. Тюмени

Группа дорог	Кратность выполнения работ, не менее, раз в месяц					
	Подметание	Сгребание снега	Очистка от снега	Удаление наката	Распределение ПГМ	Погрузка и вывоз снега
А	40 (43)*	10	15	15	15 (17)**	20
Б	30 (32)*	8	10	10	10 (11)**	20

* - среднее количество снегопадов в месяц;

** - среднее количество случаев зимней скользкости в месяц.

В результате городские субъекты дорожного хозяйства часто не в полной мере обеспечивают требуемый уровень эксплуатационного содержания, что в целом приводит к снижению эксплуатационной надежности улично-дорожной сети (УДС) в зимний период. Последствиями этого являются множество нареканий граждан на деятельность дорожно-коммунальных служб, появление транспортных заторов и увеличение рисков возникновения аварийных ситуаций. На рисунке 1 отображено распределение числа ДТП по месяцам 2016 года, причиной которых стали неудовлетворительные дорожные условия, в том числе из-за недостатков зимнего содержания.

Работы по зимнему содержанию УДС выполняются в условиях высокоинтенсивного городского трафика, плотного паркинга и заторных явлений транспортных средств, что значительно усложняет организацию их

выполнения: увеличиваются сроки выполнения работ, снижается производительности труда, что в целом приводит к снижению качества зимнего содержания.

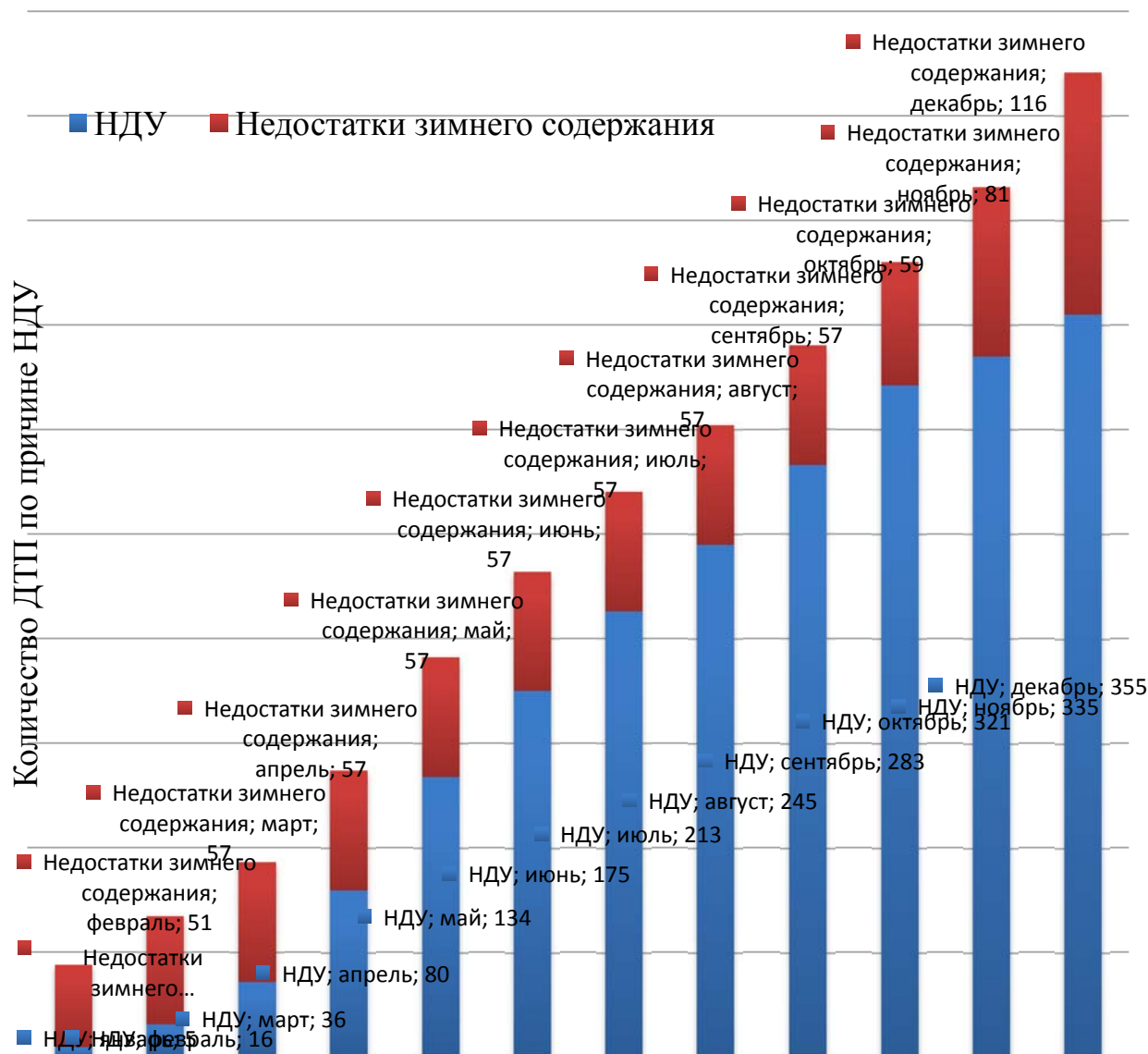


Диаграмма 1. Распределение числа ДТП по месяцам за 2016 год, причиной которых стали неудовлетворительные дорожные условия

Дополнительные сложности организации зимнего содержания обусловлены нехваткой машинных ресурсов у подрядных организаций. Так, согласно [2] общее количество недостающей по городу техники составляет 112 единиц, из них комбинированных дорожных машин (КДМ) – 46, лаповых снегопогрузчиков – 7 и подметальных машин – 59.

В попытке установить причину ненадлежащего состояния улиц и городских дорог в зимний период выяснилось, что, несмотря, на ресурсную ограниченность (финансовую и машинную) деятельности по содержанию, дорожные службы выполняют регламентные работы в предусмотренные нормативами директивные сроки. Возникшее несоответствие между нор-

мируемыми требованиями к состоянию улиц и фактическим результатом деятельности дорожных организаций, по нашему мнению, позволяет говорить о необходимости актуализации нормативов под объективные транспортные, дорожные и метеорологические условия г. Тюмени.

Отечественные технические нормативы устанавливают только предельно допустимые значения требований к зимнему содержанию, однако правовая база позволяет субъектам Российской Федерации (РФ) вносить изменения в существующие технические регламенты, а так же создавать на их основе собственные, с учетом климатических и метеорологических особенностей регионов. Согласно пункту 2 статьи 9.1 главы 2 Федерального закона 21.12.2002 г. №184 «О техническом регулировании» [3] для принятия нормативно правового акта необходимо произвести:

- обоснование необходимости принятия технического регламента с указанием требований, которые отличаются от положений соответствующих международных стандартов или обязательных требований, действующих на территории РФ;

- финансово-экономическое обоснование принятия технического регламента.

Критерием технико-экономического обоснования является обеспечение показателем состояния улиц в зимний период минимума приведённых затрат по дорожно-эксплуатационной деятельности и автомобильному транспорту (формула 1):

$$П = C_{\text{дор}} + ДТ + У \rightarrow \min \quad (1)$$

где П – приведенные затраты, тыс. руб.;

$C_{\text{дор}}$ – затраты на зимнее содержание улиц и дорог, тыс. руб.;

ДТ – дорожно-транспортные затраты, тыс. руб.;

У – ущерб народного хозяйства от ДТП, тыс. руб.

Решение поставленной задачи невозможно без перехода на инновационные методы управления зимним содержанием, основанных на качественно новых формах организации и технологии работы дорожных служб по предупреждению и профилактике образования зимней скользкости [4].

Многие страны Европы перешли на профилактику образования зимней скользкости, используя специализированное дорожное метеорологическое обеспечение. Применяемые для этих целей специальные высокопроизводительные КДМ, способны распределять ПГМ с минимальными нормами (от 15 г/м²), при краткосрочном (с заблаговременностью 1-6 ч) прогнозе возможного образования скользкости и выпадения осадков.

Применение положительного зарубежного опыта и инженерно обоснованных показателей зимнего содержания улиц и дорог, адаптированных под конкретные условия г. Тюмени позволит выйти на качественно новый уровень технологий и организации работ, а кроме того может стать решением ограниченности машинных ресурсов и минимизировать объемы финансирования.

Библиографический список

1. Распоряжения Администрации города Тюмени №1179-рк «О текущем содержании территории г. Тюмени» (ред. от 03.08.2015): принято Администрацией г. Тюмени 30 декабря 2009 г.;

2. Обоснование и расчет потребности в машинных ресурсах на содержание в зимний период улиц и городских дорог города Тюмени: отчёт о НИР/ Тюмень: 2013. – 73 с.;

3. Российская Федерация. Законы: О техническом регулировании: федер. закон: принят Гос. Думой 15 декабря 2002 г. : одобр. Советом Федерации 18 декабря 2002 г.] – М. Москва, 2002 – 48 с.;

4. Самодурова Т.В. Оперативное управление зимним содержанием дорог: Научные основы: Монография / Т.В. Самодурова; Воронеж. архит.-строит. ун-т. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та., – 2003. – 168 с.

Научный руководитель: Тестешев А.А., канд. техн. наук, доцент.

Определение коэффициента эффективности для комбинированных фундаментов в грунтовых условиях, характерных для юга Тюменской области

Миллер Е.В., Степанов М.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Комбинированный фундамент – это фундамент, состоящий из железобетонной плиты и свай, совместно передающих нагрузку на основание [1]. Являясь комбинацией плиты и свай, такой фундамент обладает некоторыми преимуществами перед традиционными видами фундаментов: они обладают высокой распределительной способностью, достигающейся за счет взаимодействия плиты и грунта в межсвайном пространстве (рисунок 1), а так же значительной жесткостью основания, что приводит к уменьшению общей величины и неравномерности осадок по сравнению с плитой. Комбинированные фундаменты были впервые использованы при строительстве небоскребов во Франкфурте – на – Майне в 80-90х гг. (Мессетурм, Майнтауэр и т.д.) [2]. В России технология, основанная на использовании комбинированных фундаментов, была применена на ряде

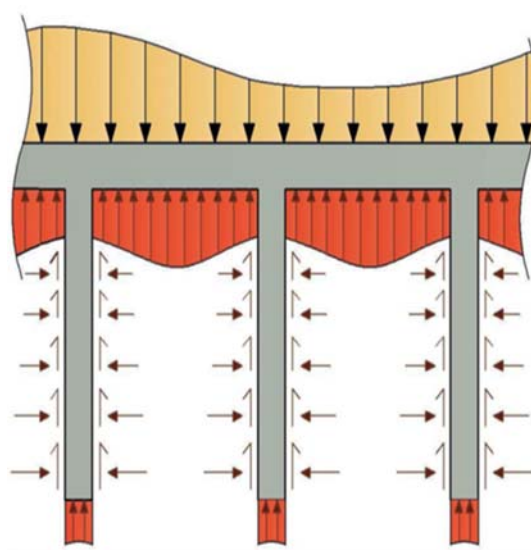


Рисунок 1. Взаимодействие комбинированного фундамента с грунтом основания

знаковых объектов, таких как здания ММДЦ Москва-Сити, Лахта-Центр в г. Санкт-Петербург и многих других. Эффективными такие фундаменты могут быть и применительно к грунтовым условиям юга Тюменской области [3,4,5,6].

Однако массовое проектирование комбинированных фундаментов сопряжено с такой проблемой, как отсутствие единого математического аппарата для их расчета. Все методики и указания по расчету комбинированных фундаментов, известные ныне, не являются обязательными и носят лишь рекомендательный характер [1]. Поэтому в настоящее время для этих целей зачастую используются различные программные комплексы.

С целью моделирования и дальнейшего исследования работы комбинированного фундамента в грунтовых условиях юга Тюменской области был использован программный комплекс, использующий МКЭ, PLAXIS 8.2 [7].

Прежде всего, была выполнена калибровка и верификация расчетной модели. Для этого было произведено моделирование и дальнейшее сравнение с результатами полевых испытаний двух главных составляющих комбинированного фундамента – плиты и сваи. Калибровка модели производилась в условиях осесимметричной постановки. Результаты калибровки представлены в виде графиков зависимости осадки от нагрузки (рисунок 2)[8,9].

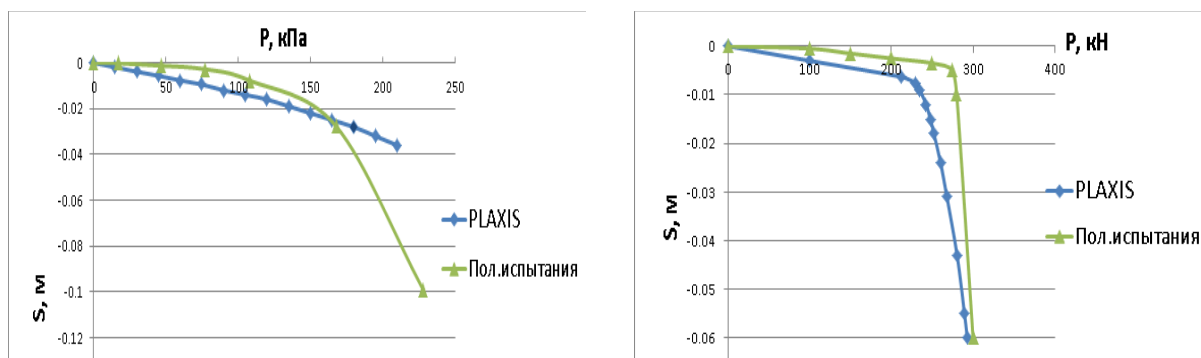


Рисунок 2. Графики зависимости осадки от нагрузки для плиты (слева) и для сваи (справа)

Сравнение результатов моделирования с результатами полевых испытаний позволяет сделать вывод об адекватности принятой расчетной модели.

После завершения калибровки модели была выполнена серия расчетов комбинированных фундаментов различной конфигурации. Результатом расчета стала таблица значений нагрузки, при которой осадка фундамента достигает предельно допустимого для зданий и сооружений значения, на основе которой в дальнейшем был рассчитан коэффициент эффективности фундамента. Значения коэффициента представлены в виде графика (рисунок 3).

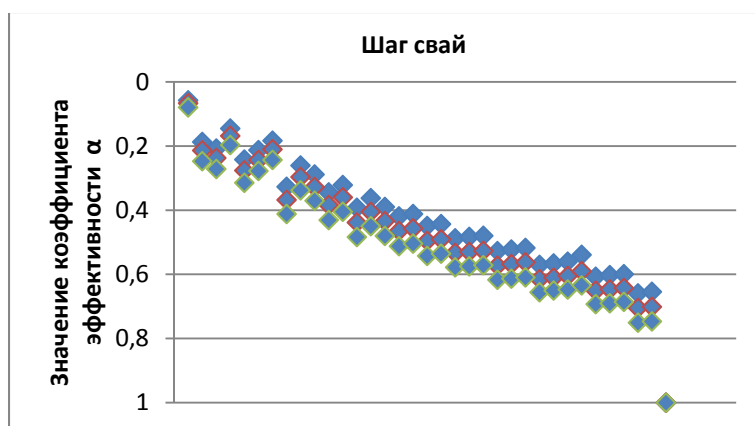


Рисунок 3. График распределения коэффициента эффективности в зависимости от увеличения шага свай

Выводы:

- Моделирование является сложным процессом, и от того, насколько модель соответствует описываемому объекту, зависит достоверность результатов расчета, что делает необходимым проведение верификации расчетной модели [10,11];
- Несущая способность комбинированного фундамента не превышает суммы несущей способности свайного фундамента и предельно допустимой нагрузки на плиту;
- Результаты расчета коэффициента эффективности комбинированного фундамента распределяются следующим образом: для «традиционного» свайного фундамента с шагом $3-6d$, где d – это диаметр сваи или ее сторона, значение коэффициента эффективности α варьируется от 0,19 до 0,37; максимальная эффективность фундамента достигается при шаге от $8d$ до $20d$ при коэффициенте $\alpha = 0,3..0,6$.

Библиографический список

1. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85.
2. Катценбах, Р. Основные принципы проектирования и мониторинга высотных зданий Франкфурта-на-Майне. Случаи из практики/ Р. Катценбах, А. Шмитт, Х. Рамм // Реконструкция городов и геотехническое строительство. – 2005. – №9. – С.80 – 99.
3. Миллер, Е.В. Возможности использования комбинированных фундаментов в грунтовых условиях, характерных для юга Тюменской области / Е.В. Миллер, М.А. Степанов // Актуальные проблемы архитектуры, строительства, энергоэффективности и экологии - 2016: сборник материалов международной научно-практической конференции. – В 3-х т. – Т.1. – Тюмень: РИО ФГБОУ ВО Тюменский индустриальный университет, 2016. – С. 110–115.

4. Степанов, М.А. Взаимодействие комбинированных ленточных свайных фундаментов с предварительно опрессованным грунтовым основанием: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.02 / Степанов Максим Андреевич. - Тюмень, 2015 - 189 с.

5. Пронозин, Я.А. Экспериментальное обоснование использования ленточных свайных фундаментов с предварительно напряженным грунтовым основанием / Я.А. Пронозин, М.А. Степанов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. - 2014. - №2. - С. 180–189.

6. Чикишев, В.М. Расчетно-экспериментальное обоснование использования свайно-оболочечных фундаментов в высотном строительстве / В.М. Чикишев, Я.А. Пронозин, Л.Е. Мальцев, Ю.В. Зазуля, М.А. Степанов // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2012. Вып. 1 (20).

7. Руководство пользователя Plaxis / R.V.J. Brinkgreve, W.M. Swolf. Пер.с англ. СПб.: НИП-Информатика, 2007.

8. Пронозин Я.А. Анализ деформируемости основания, сложенного слабыми глинистыми грунтами, в зависимости от распределения давлений по подошве фундамента/Я.А. Пронозин, Н.Ю. Киселев // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №6. – 53с.

9. Каманин А.М. Определение несущей способности сваи по начальным данным статического нагружения/ А.М. Каманин // Современные технологии в строительстве. – 2013. – №2 . – 4с.

10. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Гид по геотехнике (путеводитель по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям). СПб.: Издательство института «Геореконструкция», 2012. - 288 с.

11. Мельников Р.В. Калибровка параметров модели Hardening Soil по результатам лабораторных испытаний в программе SoilTest / Р.В. Мельников, Р.Х. Сагитова // Академический вестник УралНИИПроект РААСН. - 2016. - №3. - Стр. 79-83.

Научный руководитель : Степанов М.А., канд. техн. наук.

Стабилизация торфяных грунтов при строительстве автомобильных дорог

Москалёв В.А., Замятин А.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В Тюменской области одной из главных, и наиболее перспективных отраслей является нефтегазовая промышленность. Широкое распространение торфяных грунтов на территории Западной Сибири, усложняет развитие нефтегазовой промышленности, из-за сложности строительства автомобильных дорог. В настоящее время применяется множество конструк-

ций при проектировании автомобильных дорог на болотах, основные из них: полная замена слабого грунта на более прочный дренирующий грунт («выторфовка») или земляное полотно, устраиваемое непосредственно на торфяном основании («плавающая» насыпь). Главным недостатком полной «выторфовки» является высокая стоимость и материалоемкость работ, а при устройстве земляного полотна по типу «плавающей» насыпи необходимо применение дополнительных материалов (лежневого настила, геосинтетических материалов, и т.д.). Устройство вертикальных дрен менее дорогой способ, однако, требует применения специальных машин и механизмов, конструкция менее устойчива во время эксплуатации, высока вероятность осадок и деформации.

Один из способов устройства земляного полотна на болотах, является стабилизация торфяных грунтов.

Целью стабилизации торфяных грунтов является повышение прочностных и деформационных свойств грунтов путем их смешения с минеральными вяжущими.

Задачи стабилизации грунтов:

- повышение прочности торфяного грунта для обеспечения устойчивости насыпи;
- повышение деформативных качеств торфяного грунта с целью уменьшения осадки и снижения времени консолидации;
- повышение динамической жесткости торфяного грунта для снижения упругих деформаций возникающих от подвижной нагрузки.

Для оценки эффективности применения стабилизации слабых грунтов была проведена серия испытаний в лаборатории кафедры «Автомобильных дорог и аэродромов» Строительного института «Тюменского индустриального университета». Проведенные испытания позволили оценить возможность стабилизации торфяных грунтов.

Для испытаний были отобраны пробы торфа влажностью 800%.

В качестве стабилизатора применено комплексное вяжущее состоящее из портландцемента марки М400 и гашеной извести в соотношении 1:2. Количество стабилизаторов принято 50 кг/м³, 100 кг/м³, 200 кг/м³, 300 кг/м³. А также совместное применение стабилизатора в количестве 200 кг/м³ с минеральным грунтом (песком мелким) с расходом 0,3 м³ на 1 м³ торфа.

После набора прочности были проведены испытания образцов, рисунок 1. Образцы с дозировкой стабилизатора 50 кг/м³ и 100 кг/м³ испытаниям не подвергались ввиду их разрушения, на основании чего можно сделать вывод о недостаточном влиянии таких дозировок на прочностные свойства торфяного грунта. При дозировке 200 кг/м³ среднее значение разрушающей нагрузки составило 2 кгс (0,02 кН), при дозировке 300 кг/м³ среднее значение разрушающей нагрузки 3 кгс (0,03 кН), при дозировке 200 кг/м³. При совместном применении стабилизатора и минерального грунта среднее значение разрушающей нагрузки составило 5 кгс (0,05 кН).



Рисунок 1. Испытание образцов на прессе

Прочность определяется по формуле:

$$R_{сж} = \frac{P_{сж}}{F}, [кПа] \quad (1)$$

где: $P_{сж}$ – разрушающая нагрузка, Н;

F – площадь поперечного сечения образца, m^2 .

При дозировке стабилизатора 200 кг/м^3 средняя прочность составила $15,92 \text{ кПа}$, при дозировке 300 кг/м^3 средняя прочность составила $23,88 \text{ кПа}$, при совместном применении стабилизатора и минерального грунта $39,8 \text{ кПа}$. Результаты испытаний представлены на рисунке 2.

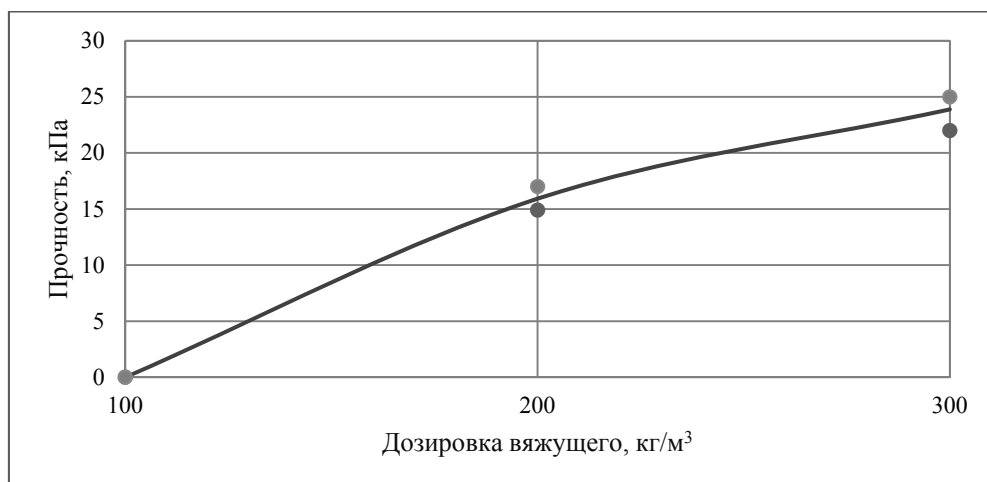


Рисунок 2. Показатели прочности на сжатие (7 суток)

Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что торфяной грунт пригоден к стабилизации. Увеличение дозировки стабилизатора на 50 % приведет к увеличению прочности материала на 50 %. Добавление минерального грунта повышает прочность на 150 % при одинаковой дозировке стабилизатора (200 кг/м³). Требуется дальнейшее исследование, направленное на выявление экономически эффективных видов и дозировок применяемых стабилизаторов, разработку конструкций земляного полотна автомобильных дорог с применением стабилизированных грунтов.

Библиографический список

1. СТО СРО 083-029ЕН-2011. Разработка и реализация методов стабилизации слабых грунтов органического происхождения. Часть 2. Руководство по проектно-конструкторским работам: Стабилизация слабых грунтов. Екатеринбург: Союз стройиндустрии Свердловской области. 2011. 98с.
2. СП 78.13330-2012 Автомобильные дороги. М.: Союздорнии, 2012. 118с.
3. ВСН 26-90. Инструкция по проектированию и строительству автомобильных дорог нефтяных и газовых промыслов Западной Сибири. М.: Минтранс СССР, 1991. 49 с.

Научный руководитель: Замятин А.В., доцент, кандидат технических наук.

Снижение ресурсоемкости работ по зимнему содержанию улиц и городских дорог за счет термической утилизации снега

Набоков И.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время основным методом утилизации снега является его вывоз на специализированные полигоны, располагающиеся за городом [1,2]. Для вывоза снега к данным полигонам необходимо привлечь значительное количество автосамосвалов. Большое число автосамосвалов негативно влияет на экологию, затрудняет движение транспортного потока. Непосредственно утилизация снега сводится к его складированию на полигонах до наступления положительных температур, в результате чего происходит процесс таяния. Соответственно, площадь полигонов необходимо определять с учетом климатических особенностей того или иного региона его среднемесячных температур и количества осадков. Но в любом случае, это значительные территории. В результате утилизации снежных масс образуются талые воды, которые имеют в своем составе значительную часть различных химических элементов накопленных в го-

родских условиях. Это и противогололедные реагенты, и продукты выхлопных газов, и бытовой мусор и т.д. Все это негативным образом влияет на окружающую среду, может попасть в почву и в различные водные источники [2]. Таким образом, данный способ утилизации снега является не самым эффективным и экологичным и требует значительное количество ресурсов для своей работы.

Альтернативным методом является термическая утилизация снега. Суть способа в сборе и транспортировке снега на места утилизации снега с помощью снегоплавильных установок. В зависимости от типа снегоплавильной установки транспортированный снег загружается в теплообменник, в котором происходит таяние снега, с помощью погрузчика или непосредственно с кузова автосамосвала. В результате таяния снега образуется вода, которая сливается в ближайшую ливневую канализацию [3].

Снегоплавильные установки можно устанавливать непосредственно в черте города, в местах где имеется ливневая канализация и подходящие площадки [3]. При необходимости можно устроить несколько снегоплавильных пунктов в разных районах города, что позволит сократить дальность транспортировки, а следовательно и количество автосамосвалов. Талые воды попадая в ливневую канализацию могут быть переработаны на очистных сооружениях, что положительно сказывается на экологии. Но для обслуживания большой площади необходимы значительные единовременные затраты на приобретение необходимого количества снегоплавильных установок.

По типу установки классифицируются:

1. мобильные;
2. стационарные;
3. снегоплавильные комплексы.

По виду топливного источника снегоплавильные установки различают на:

- а) питание от теплосети;
- б) питание от дизеля;
- в) питание от газа;
- г) питание от электроэнергии.

Мобильные установки позволяют развернуть снегоплавильный пункт в подходящем месте, произвести утилизацию снега в пределах необходимого района, после чего вернуть ее на базу. Это позволяет временно использовать площади, парковки, пустыри. Но установки подобного типа обладают меньшей производительностью.

Стационарные установки имеют большую производительность, возможна работа без погрузчика с непосредственной разгрузкой автосамосвала в приемный бункер. Для функционирования подобных установок необходимо устроить огороженную площадь имеющую удобные подъезды, ливневую канализацию.

Сравнение снегоплавильных установок

Источник тепла / Показатель	Дизельное топливо	Природный газ	Теплосети	Электричество
Диапазон производительности	10 - 300 м ³ /час	100 – 1000 м ³ /час	1 – 30 м ³ /час	0.5 – 4 м ³ /час
Потребление топлива	От 2,5 до 3 литров на 1 м ³ снега	1 м ³ газа на м ³ снега	0.025 Гкал на м ³ снега	25 - 30 кВт*ч на м ³ снега
Расходы на плавление	70 – 90 руб на 1 м ³ снега	22 руб на 1 м ³ снега	20 - 30 руб на 1 м ³ снега	70 - 120 руб на 1 м ³ снега
Преимущества	Мобильность, высокая производительность, безопасность, быстрая окупаемость	Высокая производительность, низкая себестоимость плавления	Дешевый источник энергии, простота обслуживания, бесшумность	Простота обслуживания, мобильность, компактность, бесшумность
Недостатки	Шумность, наличие выхлопных газов	Отсутствие мобильности, сложность согласования, повышенный уровень опасности, шумность, наличие выхлопных газов	Небольшая производительность, отсутствие мобильности	Высокая стоимость плавления, маленькая производительность, необходимость в свободных мощностях

Снегоплавильные комплексы представляют собой комплекс инженерных сооружений, расположенных на канализационных каналах и коллекторах. Для работы данного комплекса нужна огражденная площадка средних размеров с подъездом к дробилкам. Снежные массы разгружаются с автосамосвала в дробилку, после чего в снегоплавильную камеру, где снег плавится посредством сточных вод. Снегоплавильные комплексы обладают большой производительностью, но требуют затрат на обслуживание [1,2].

Независимо от типа установки необходимо обеспечить источник тепла. Каждый из них обладает определенными преимуществами и недостатками (таблица 1).

Применение снегоплавильных установок позволяет:

1. сократить дальность перевозок, что в свою очередь снижает необходимое количество автосамосвалов;
2. уменьшить площади занимаемых земель необходимые для утилизации;

3. уменьшить загрязнение грунтов и водных источников;
4. сократить время и расходы на утилизацию снежных масс;
5. обеспечить утилизацию снега непосредственно после выпадения осадков.

В городах снег для утилизации собирается не только с проезжей части улиц и дорог, но и с тротуаров, площадей и дворов. Все это дает большой объем снега на утилизацию которого требуется большое количество ресурсов. Снизить необходимое количество ресурсов возможно за счет грамотного и обоснованного выбора снегоплавильных установок, а также мест их расположения.

Библиографический список

1. Борисюк, Н.В. Утилизация снежной массы в городе (на примере Москвы) / Н.В. Борисюк // Дорожная техника. – М.: Славутич, 2004. – №5. – С. 136-139.

2. Дерюшева, Н.Л. Совершенствование технологии утилизации снежных масс с дорожных покрытий на стационарных снегоплавильных пунктах систем водоотведения: дис. на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.23.04 / Дерюшева Надежда Леонидовна. – М., 2016. – 128с.

3. Никитин, А.В. Снеготаялки / А.В. Никитин. – М.: Мин-во коммунального хозяйства РСФСР, 1952. – 79с.

Научный руководитель: Гензе Д.А., канд. техн. наук, доцент.

Оценка температурного режима узла примыкания оконного блока к проему в наружной стене

Новикова А.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Одной из основных задач при проектировании жилых зданий является обеспечение их тепловой защиты в зимний период. Под тепловой защитой подразумевается не только традиционное утепление наружных стен, но и создание теплозащитной оболочки здания, в том числе за счет оптимизации конструктивных решений узлов примыкания конструкций с целью снижения тепловых потерь.

В статье [1] отмечалось, что одной из причин повышенных теплопотерь является нарушение или некачественное выполнение герметичности уплотнений в узлах примыкания оконных и дверных балконных блоков к проемам в наружных стенах. Как правило, именно в этих узлах наблюдаются низкие, в том числе отрицательные температуры поверхностей ограждающих конструкций, и, как следствие, выпадение на них конденсата.

В связи с этим с помощью программы *ELCUT* [2] выполнено численное моделирование стационарного процесса теплопередачи через конструкцию наружной стены в месте оконного откоса с целью оценки температурного режима характерного сечения и с последующим выбором наиболее рационального конструктивного решения монтажного шва ограждающей конструкции.

К рассмотрению принята конструкция наружной стены с эффективным утеплителем, расположенным в толще стены. Оконный блок – из ПВХ профилей с двойным стеклопакетом. Конструктивное решение закрепления оконного блока в стеновом проеме – с помощью гибких анкерных пластин. Температуры внутреннего и наружного воздуха приняты в соответствии с нормами проектирования и климатическими условиями города Тюмени. Расчетная схема с указанием граничных условий представлена на рисунке 1.

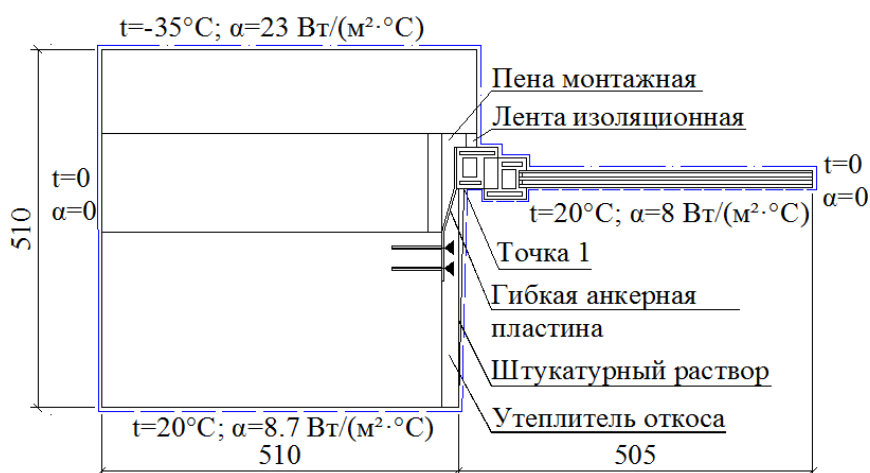


Рисунок 1. Расчетная схема с указанием граничных условий

В качестве целевой функции рассматривается температура на поверхности ограждающей конструкции в точке 1 (см. рис. 1).

В качестве варьируемых рассмотрены следующие факторы: x_1 – коэффициент теплопроводности монтажной пены; x_2 – толщина слоя монтажной пены; x_3 – качество заполнения стыков монтажной пеной (коэффициент теплопроводности монтажной пены $0,035 \text{ Вт}/\text{м} \cdot ^{\circ}\text{C}$); x_4 – коэффициент теплопроводности изоляционной саморасширяющейся ленты или герметизирующей мастики (при наличии); x_5 – глубина заделки крепежных элементов в стене; x_6 – коэффициент теплопроводности теплоизоляции откосов (при наличии); x_7 – фиктивный фактор (введен для оценки дисперсии ошибок).

Понятно, что степень влияния этих факторов различна: ряд факторов оказывает существенное влияние на выходную величину – целевую функцию, а остальные воздействуют на нее незначительно.

Для применения обычных методов математического моделирования требуется проведение большого количества экспериментов, а также исследование не только самих факторов, но и их всевозможных комбинаций. Однако, существуют специальные методы, которые при выполнении некоторых предпосылок позволяют выявить существенные факторы с помощью небольшого числа экспериментов и при небольших затратах вычислительного времени. В данном случае для выделения доминирующих факторов выбран один из таких методов – метод Плакетта-Бермана [3]. Данный метод состоит в получении грубых оценок воздействия факторов при минимальном числе экспериментов.

При моделировании в программе *ELCUT* в точке 1 на поверхности узла примыкания ограждающих конструкций получены значения температуры в интервале от - 0,14 °С до 8,13 °С.

Результаты проверки значимости факторов сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Результаты проверки значимости факторов

Фактор	Уровень фактора		Значение \hat{a}_i	Значимость фактора $ \hat{a}_i \geq t_{кр} \cdot s_i$
	нижняя граница	верхняя граница		
x_1	0,019 Вт/м·°С	0,035 Вт/м·°С	-0,75	-
x_2	20 мм	50 мм	-1,99	да
x_3	некачественно	качественно	-0,58	-
x_4	нет	0,029 Вт/м·°С	0,96	-
x_5	72 мм	172 мм	-0,34	-
x_6	нет	0,041 Вт/м·°С	-0,87	-
x_7	-	-	-0,29	-

Пояснение к позициям таблицы 1: значимыми являются лишь факторы при $|\hat{a}_i| \geq 1,07$, где \hat{a}_i – коэффициент, равный половине оценки эффекта \hat{V}_i соответствующего фактора, s_i – дисперсия ошибок.

Полученные результаты позволяют сделать выводы по оптимизации устройства оконного проема с позиций отсутствия условий выпадения конденсата на поверхностях ограждающих конструкций в рассматриваемом узле.

Существенное влияние на целевую функцию оказывает лишь второй фактор – толщина слоя монтажной пены, и, следовательно, толщина монтажного зазора. Таким образом, при проектировании следует толщину слоя монтажной пены назначать равной размеру монтажного зазора, принятому минимальным.

Первый фактор, а также факторы с третьего по шестой при заданных условиях практически не оказывают влияния на целевую функцию. Таким образом, их обеспечение должно соответствовать требованиям соответствующих норм.

В программе *ELCUT* выполнено численное моделирование стационарного процесса теплопередачи через конструкцию наружной стены в месте оконного откоса при наиболее рациональном конструктивном решении монтажного шва ограждающих конструкций (с позиции проведенного моделирования и требований нормативно-технической документации). Результат моделирования стационарного процесса теплопередачи приведен на рисунке 2.

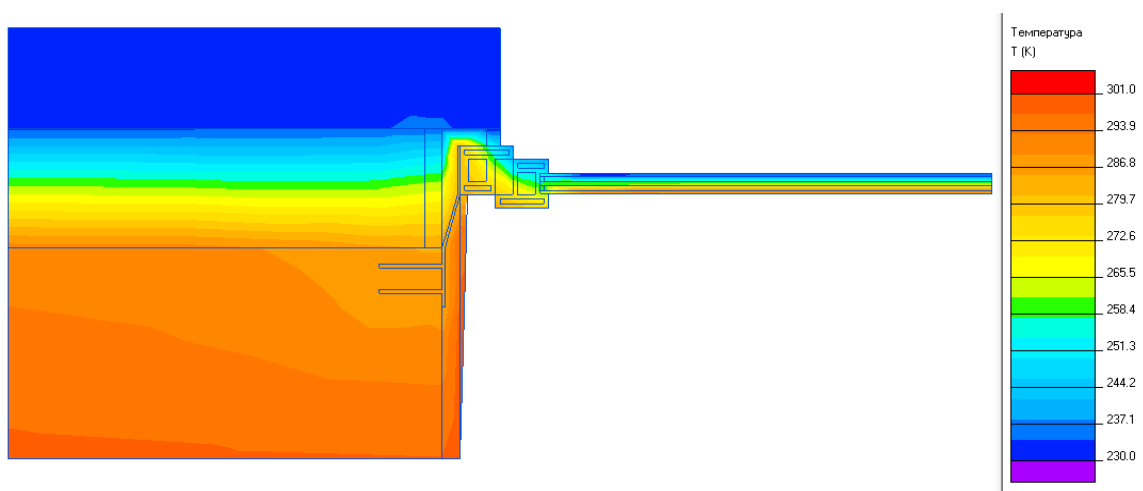


Рисунок 2. Результат моделирования стационарного процесса теплопередачи

При оптимизации получены следующее значение (см. рис. 2) температуры на поверхности ограждающей конструкции в точке 1 (см. рис. 1) – 10,7 °С, что подтверждает улучшение теплозащитных качеств ограждающей конструкции.

Библиографический список

1. Новикова, А.С. Обзор нарушений тепловой защиты на примере жилых объектов города Тюмени / А.С. Новикова, Н.Д. Корсун // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы международной научно-практической конференции, студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов – Т. 1. – Тюмень: ТИУ, 2016. –С. 237-241.
2. <http://elcut.ru/index.htm>
3. Хартман, К. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов / К. Хартман, Э. Лецкий, В. Шефер и др.; под общ. ред. Э. К. Лецкого. – М.: Мир, 1987. – 522 с.

Научный руководитель: Корсун Н.Д., кандидат технических наук, доцент

Оценка изменения скоростных режимов в зимний период при различных состояниях покрытия автомобильных дорог общего пользования федерального значения в границах Тюменской области

Одинцов Д.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Скорость движения является интегральным показателем, который наиболее полно отражает все основные транспортно-эксплуатационные показатели автомобильных дорог. Она зависит от дорожных, транспортных и метеорологических факторов.

Наиболее значимые изменения скоростных режимов связаны с сезонностью и вызваны изменчивостью дорожных условий в части вариативности состояний дорожного покрытия. Особенно ярко это проглядывается в зимний период, характеризующийся многообразием расчетных состояний (рыхлый снег, снежный накат, гололед и др.) покрытий дорог.

Помимо этого на безопасность движения существенно влияют изменения скорости движения на смежных участках дорог, вызванные различиями их технического уровня и эксплуатационного состояния.

Подтверждением вышесказанного являются статистические материалы, собранные аналитическим отделом УГИБДД УМВД России по Тюменской области в рамках исследования влияния на безопасность движения в зимний период скоростных режимов на дорогах федерального значения за 2010-2017 гг., представленные на рисунке 1.

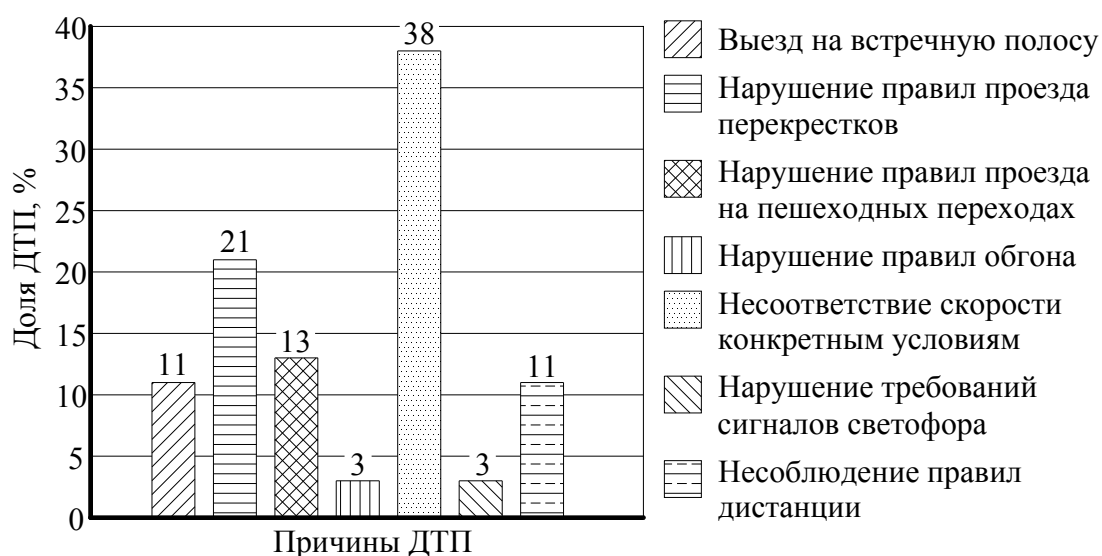


Рисунок 1. Диаграмма распределения ДТП по причинам

Согласно выполненному анализу, несоответствие скорости конкретным условиям является не только преобладающей причиной ДТП, на долю которой приходится наибольшее их число (38 %), но и

сопутствующим фактором при возникновении ДТП по другим причинам (от 1 % до 7 %).

В связи с этим, возникла необходимость в экспериментальном исследовании изменения скоростных режимов как по протяженности дорог, так и при различных состояниях дорожного покрытия, которое позволит выявить потенциальные аварийно-опасные участки и может явиться основой для применения автоматизированных систем управления скоростными режимами. Принцип действия таких систем основан на превентивном реагировании на метеорологические факторы, с доведением информации о рекомендуемых скоростных режимах до участников движения через дорожные знаки с переменной информацией.

Экспериментальные исследования, выполненные с октября 2015 г. по март 2017 г., включали натурные проезды по четырем дорогам общего пользования федерального значения в границах Тюменской области в количестве 48 выездов, из расчета по 3 выезда на 4 расчетных состояния. Определение скорости выполнялось в прямом и обратном направлениях методом следования за лидером [1]. По результатам натурных экспериментов были построены графики изменения скоростей движения и коэффициентов безопасности (рисунок 2).



Рисунок 2. График изменения скоростей движения и коэффициентов безопасности при различных состояниях дорожного покрытия на участке дороги Р404 «Тюмень – Ханты-Мансийск», км 40+00 – км 50+00 (пример)

Проанализировав графики, можно сделать вывод, что при различных состояниях дорожного покрытия из-за перепадов скоростей движения, участки, не несущие никаких рисков в эталонном состоянии, становятся аварийно-опасными. В среднем, коэффициент безопасности на них варьируется от 0,69 до 0,81, достигая на отдельных участках минимальных значений в 0,26 (при нормативных значениях не менее 0,75). Это условие напрямую свидетельствует о необходимости выравнивания скоростных режимов техническими (капитальный ремонт и реконструкция) и организационными (управление скоростными режимами) мероприятиями дорожно-эксплуатационных служб.

Дополнительно по методике ОДН 218.0.006-2002 [2], была рассчитана средняя безопасная скорость транспортного потока с учетом состояния дорожного покрытия ($V_{без}$). По графику видно, что на практике фактическая скорость движения всегда выше, чем безопасная, что в свою очередь повышает риски возникновения ДТП. Причиной этого является трудность самостоятельного определения безопасного скоростного режима отдельными участниками дорожного движения. Решением данной проблемы могло бы явиться информационное обеспечение водителей о состоянии дорожного покрытия.

Достижение поставленных целей возможно в рамках концепции развития объектов дорожного сервиса, предложенной Федеральным дорожным агентством (Росавтодор). Согласно концепции, внедрение автоматизированных систем управления движением подразумевает возможность их последующей интеграции в системы менеджмента качества содержания дорог. На сегодняшний день такие системы используются в ряде зарубежных стран с похожими климатическими условиями, например США, Канаде, Норвегии и Швеции. В этих странах, автоматизированные комплексы показали отличные результаты, что позволяет говорить о возможности их реализации и в российских условиях [3].

Библиографический список

1. Справочная энциклопедия дорожника: Т. 2. Ремонт и содержание автомобильных дорог / под ред. А. П. Васильева. – М.: Инфрмавтодор, 2004. – 507 с.
2. ОДН 218.0.006-2002. Правила диагностики и оценки состояния автомобильных дорог. – М.: Росавтодор, 2002. – 98 с.
3. Тестешев, А.А., Тимоховец, В.Д. Управление скоростными режимами на дорогах в неблагоприятных погодных условиях зимнего периода / А.А. Тестешев, В.Д. Тимоховец // Научно-технический вестник Поволжья, 2014. № 1. С. 163 – 166.

Научный руководитель: Тестешев А.А., канд. техн. наук, доцент.

К вопросу о выборе способа заделки дефектов на асфальтобетонном покрытии в холодное время года

Панова Е.А., Андронов Р.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В течение всего срока эксплуатации асфальтобетонное покрытие автомобильной дороги подвергается многочисленным воздействиям транспорта и погодно-климатических факторов (колебания температуры, воздействие влаги). Особенно интенсивное разрушение покрытий происходит при циклах замораживания-оттаивания асфальтобетона, которые наблюдаются в осенне-весенний периоды года. Опыт показывает, что с уменьшением прочности дорожной одежды площадь выбоин в процессе эксплуатации резко увеличивается.

Как следует из графика [1], среднегодовая площадь выбоин на 8-й год эксплуатации дорожной одежды капитального типа с асфальтобетонным покрытием при коэффициенте запаса прочности 1,0 составляет около 2 %.

Своевременно не устраненный дефект покрытия не только служит очагом дальнейшего разрушения, но и может быть причиной дорожно-транспортных происшествий.

В связи с этим в холодное время года применяются т.н. «аварийные» способы заделки дефектов на асфальтобетонных покрытиях. В данной статье разберем некоторые перспективные на наш взгляд технологии.

1 способ. Заделка разрушенного места горячей асфальтобетонной смесью с использованием установки для инфракрасного нагрева асфальтобетона. Используется автономный прицеп по заделке выбоин HEPR52V, представленный на рисунке 1. Регенератор и оборудование для нагрева смонтированы вместе. Бункер с подогревом, установленный сзади установки, дает возможность проводить работы круглый год [3].



Рисунок 1. Автономный прицеп HEPR52V



Рисунок 2. Комплект оборудования БЦМ-24.3

2 способ. Струйно-инъекционная технология ямочного ремонта покрытий. Суть ее состоит в том, что все необходимые операции выполняются

рабочим органом одной машины (установки) самоходного или прицепного типа, который представлен на рисунке 2. Идеально подходит для небольших объемов ремонта и сравнительно небольших по размерам выбоин [4].

3 способ. Заделка разрушенного места холодной смесью «Мультигрейд». Смесью «Мультигрейд» применяется круглый год (в том числе зимой) для проведения быстрого и высококачественного ямочного ремонта, площадок, дорог и тротуаров. Представляет собой т.н. полимерасфальтобетонную смесь, в которой в качестве вяжущего применяется модифицированный гелеобразный нефтяной битум (МАК-битум). Смесью поставляется в герметичных емкостях и готовая к применению (рисунок 3), не требует разогрева, перевозится на любые расстояния, имеет длительный срок хранения [5]. Не требуется никакой предварительной обработки ремонтного места.



Рисунок 3. Холодная смесь «Мультигрейд»

В таблице 1 приведен сравнительный анализ вышеприведенных способов заделки дефектов на асфальтобетонном покрытии в холодное время года, которые можно применять при температуре воздуха до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. [2].

Таблица 1

Сравнительный анализ «аварийных» способов заделки дефектов

Способ заделки	Достоинства	Недостатки
Заделка разрушенного места горячей асфальтобетонной смесью с использованием установки для инфракрасного нагрева асфальтобетона	- широкая сеть имеющихся у дорожников АБЗ; - доступность и наличие всех традиционных исходных материалов; - накопленный опыт выполнения асфальтобетонных работ; - минимальная температура воздуха при укладке до $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$	- увеличение энергозатрат, связанное с разогревом составляющих смеси; - увеличение энергозатрат на разогрев дефектного места; - общее увеличение стоимости ремонтных работ

Струйно-инъекционная технология заделки выбоин	- все необходимые операции выполняются рабочим органом одной машины (установки); - операцию обрезки, разлома или фрезерования можно не производить;	- необходимо устройство защитного слоя из сухого необработанного щебня на участок заплат; - не рекомендуется проводить ремонтных работ при дожде
	- эффективно при ремонте небольших участков; - минимальная температура воздуха при работе до -10 °С	и снегопаде, когда затруднены очистка выбоины и ее подгрунтовка битумной эмульсией.
Заделка выбоин холодной смесью «Мультигрейд»	- минимальная температура воздуха при укладке до -10 °С; - высокая стойкость к транспортным нагрузкам; - не боится атмосферных осадков и может храниться под открытым небом и укладываться в дождливую погоду; - срок хранения до 4 месяцев; - транспортировка на любое расстояние, любым транспортом	- разница прочностных показателей смеси «Мультигрейд» и старого покрытия; - высокая стоимость смеси.

Выводы:

- 5) Большая часть дефектов на асфальтобетонных покрытиях возникает в осенний и весенний периоды.
- 6) В настоящее время актуальной является задача выбора рационального способа заделки дефектов (выбоин) на асфальтобетонных покрытиях в холодное время года (т.н. «аварийный ремонт»).
- 7) После проведенного сравнительного анализа т.н. «аварийных способов» заделки дефектов на асфальтобетонных покрытиях, необходимо произвести технико-экономическое обоснование для выявления наиболее качественного и экономически эффективного способа с учетом доступности и наличия соответствующей техники и материалов.

Библиографический список

1. Васильев А.П. Справочная энциклопедия дорожника / Мин-во транспорта РФ. Федерал. дорож. агентство РОСАВТОДОР ; ред. Васильев А.П. Т. II : Ремонт и содержание автомобильных дорог. – 2004. – 1129 с.
2. Рычкова О.А. Обоснование технологии ремонта дорожных покрытий в зимних условиях гранулированными асфальтобетонными смесями: дис. ... канд. тех. наук: 05.23.11; [Место защиты: СибАДИ]. — Омск, 2010. — 126 с.
3. Автономные прицепы для ямочного ремонта [Электронный ресурс]: Группа компаний Дельта — Режим доступа: <http://www.sealcoat.ru>.

4. Ямочный ремонт по струйно-инъекционной технологии [Электронный ресурс]: Интернет-журнал о строительстве дорог RoadMasters.ru — Режим доступа: <http://roadmasters.ru>.

5. Холодный асфальт Мультигрейд [Электронный ресурс]: Дорожно-строительное предприятие «Дорожник» — Режим доступа: <http://dorognik.com>.

Научный руководитель: Андронов Р.В., канд. техн. наук, доцент.

О возможности организации государственно-частного партнерства в сфере дорожного строительства при реализации проектов на территории Тюменской области

Санников С.П., Пантелеева М.Б.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В конце 2015 года в России ввели систему «Платон», предусматривающую платы за проезд по федеральным автодорогам грузовых автомобилей предельной допустимой массой с грузом двенадцать тонн и выше в счет возмещения вреда, который они причиняют автомобильным дорогам [1].

Согласно планам Федерального дорожного агентства (Росавтодор) денежные средства, полученные благодаря системе «Платон», предполагается в большей степени направлять на поддержку региональных проектов в сфере дорожного хозяйства [1]. То есть благодаря системе «Платон» у государства появилась возможность воплощать в жизнь инициативные проекты регионов, которые не могут быть реализованы без дополнительного источника финансирования только за счет средств регионального бюджета.

На средства, полученные с помощью системы «Платон», в России планируется построить новые трассы в том числе инженерные сооружения, такие как мосты и тоннели.

Росавтодором разработаны критерии рассмотрения региональных заявок на финансирование дорожного строительства за счет собранных через данную систему средств. Эти критерии представлены в документе «Методика отбора проектов строительства (реконструкции) автомобильных дорог (участков автомобильных дорог и (или) искусственных дорожных сооружений), реализуемых субъектами Российской Федерации в рамках концессионных соглашений, для предоставления иных межбюджетных трансфертов в целях достижения целевых показателей региональных программ в сфере дорожного хозяйства, предусматривающих реализацию указанных проектов». Документ представлен на официальном сайте ФДА и находится в открытом доступе [1].

В соответствии с документом методика определяет порядок отбора региональных концессионных проектов по строительству и реконструкции

автодорог регионального или межмуниципального значения или искусственных дорожных сооружений. Именно посредством инструмента концессий государство поддержит бюджет субъектов для достижения высоких показателей региональных программ в сфере дорожного хозяйства [2].

Отбор инициативных проектов, претендующих на получение средств из Дорожного фонда, предполагает анализ их совокупных оценок, свидетельствующих об экономической и социальной эффективности.

По словам начальника управления правового обеспечения проектов государственно-частного партнерства (ГЧП) Федерального дорожного агентства Елены Семеновой, «перед тем как оформлять заявку на региональный дорожный инвестпроект, необходимо обдумать финансовую структуру проекта, в том числе риски. Известно, что риски любого проекта – это ответственность не федерации, а региона. Росавтодор играет роль «старшего брата», включающегося в стоимость проекта, чтобы оказать поддержку и получить высокий результат» [2].

Глава Федерального дорожного агентства Роман Старовойт сообщил, что из федерального бюджета будет финансироваться не более 85 % от стоимости искусственного сооружения и не более 50 % от стоимости дороги. Государством будут финансироваться только строительно-монтажные работы, само же содержание объекта ложится на плечи региона [2].

Межведомственной комиссией при Минтрансе России в 2017 году уже было одобрено софинансирование за счет сборов через систему трех региональных дорожных ГЧП-проектов: обход г. Хабаровска; мост через реку Обь в Новосибирске; участок дороги Пермь–Березняки, включая транспортный обход столицы Пермского края. Объем федерального софинансирования распределен по годам строительства и составляет 55 млрд рублей. Не менее 15 % финансирования в каждом инициативном проекте составляют частные инвестиции.

Такие банки, как Газпромбанк, ВТБ, Сбербанк России, а также другие финансовые институты выражают интерес к региональным инвестпроектам [1].

Интенсивное обустройство дорожной сети города Тюмени в последнее время проявляется в совершенствовании транспортных пересечений магистральных улиц и дорог – часть проектов уже реализована, по отдельным транспортным узлам ведутся работы, по другим уже подготовлена проектная документация.

Одним из проектов, на который могут быть потрачены деньги собранные с владельцев большегрузного транспорта за проезд по федеральным трассам, может стать двухуровневая транспортная развязка на пересечении улиц 50 лет Октября и Пермякова в городе Тюмени [3].

Для того чтобы принять участие в отборе проектов на финансирование строительства дорожной инфраструктуры за счет доходов от «Платона», необходимо соблюсти следующие требования:

- реализация проекта должна осуществляться в формате концессионного соглашения;

- объект концессионного соглашения должен быть включен в планы территориального развития региона;
- стоимость строительства (реконструкции) объекта концессионного соглашения (за вычетом расходов на подготовку проектной документации) с НДС должна быть выше 1,5 млрд рублей;
- финансовая модель должна учитывать не менее 15 % средств из внебюджетных источников.

Инициатор проекта должен представить в ФДА пакет документов: заявление на участие в отборе проектов; паспорт проекта, в котором содержится краткая информация об основных параметрах регионального концессионного проекта и его интегральная оценка; пояснительную записку; копию полученного положительного заключения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий, а также копию положительного заключения о достоверности определения сметной стоимости; копию пояснительной записки к проектной документации; копию заключения в отношении технических исходных данных проекта; годовые прогнозы интенсивности движения по данному объекту по всем категориям транспортных средств за весь срок реализации проекта, созданные на базе транспортной модели; финансовую математическую модель, которая позволяет прогнозировать финансовые потоки проекта; копию заключения внешнего консультанта в отношении финансовой модели; сведения о проведении публичных обсуждений проекта с потенциальными участниками и (или) письма поддержки финансирующих организаций регионального концессионного проекта.

Документы должны быть подписаны уполномоченным должностным лицом высшего исполнительного органа государственной власти субъекта РФ – инициатором проекта и скреплены печатью данного исполнительного органа.

Федеральное дорожное агентство выполняет анализ материалов по проектам поступивших заявок и формирует перечень проектов, получивших наивысшие оценки интегрального балла. Полученный список рассматривается и утверждается Межведомственной комиссией Минтранса России и передается в Правительственную комиссию по транспорту, за которой закреплено право окончательного решения о предоставлении или отказе в финансировании каждого из отобранных проектов [1].

В рамках дальнейшей работы по совершенствованию транспортного узла на пересечении улиц 50 лет Октября и Пермякова в городе Тюмени будет разрабатываться предварительная документация для организации государственно-частного партнерства по системе «Платон», в том числе: годовой прогноз интенсивности движения по всем категориям транспортных средств на базе транспортной модели с применением программного аппарата; финансовая математическая модель, которая позволит прогнозировать финансовые потоки проекта.

Библиографический список

1. Федеральное дорожное агентство [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rosavtodor.ru>.
2. Газета «Гудок» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gudok.ru/infrastructure/>.
3. Санников, С.П. Обоснование конструктивно-технологических решений по совершенствованию транспортного узла на пересечении ул. 50 лет Октября с ул. Пермякова в г. Тюмени / С.П. Санников, М.Б. Пантелеева // Сборник материалов X международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения д-ра. техн. наук, профессора Л.Г. Резника: «Организация и безопасность дорожного движения». – Тюмень, 2017. – С. 287–294.

Научный руководитель: Санников С.П., канд. техн. наук, доцент.

О технике для заглаживания бетонных поверхностей и проблемах ее применения в жилищном строительстве

Парамонова М.О., Семениченко М.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень


В последние несколько лет в Тюменской области ведется интенсивная застройка жилых районов многоэтажными зданиями. Темпы реализации государственной программы «Развитие жилищного строительства» достаточно высоки. В 2016 году в Тюменской области было построено более 13 тысяч квартир общей площадью около 1,684 млн. м², что составило почти 110% от планового показателя (1,535 млн. м²) [1].

Всё больше застройщиков предлагают варианты помещений повышенной комфортности с улучшенной отделкой, которая требует для устройства полов применения стяжек на «черных» полах для последующего устройства «чистого» пола. Полы должны выдерживать длительный срок эксплуатации, конструктивно быть теплыми, нескользкими, гладкими. Общая технология укладки монолитных полов состоит из следующих элементов:

- устройство бетонной, щебеночной и других видов подготовки;
- устройство гидроизоляции;
- укладка, разравнивание и уплотнение одно- или двухслойного покрытия;
- обработка поверхностей (вакуумирование, железнение и другие.) [2].

Поверхности бетонных изделий, покрываемые впоследствии рулонными или плиточными материалами (полы, подготовки и стяжки), должны иметь характеристики [3], представленные в таблице 1.

Требования, предъявляемые к поверхностям, покрываемым рулонными или плиточными материалами

Класс шероховатости	Шероховатость поверхности, мм	Базовая длина замера	Условное обозначение
2-ш	1,2-2,5	200	

В связи с появлением на рынке новых строительных материалов, потребители отдают предпочтение устройству в своих будущих квартирах полов из новых материалов и конструктивных элементов. Наибольшей популярностью пользуются такие напольные покрытия, как ламинат, паркет, керамическая плитка и линолеум.

Ламинат – это древесно-волоконистая плита высокой плотности, которая покрыта тонким слоем полимерного материала, имитирующего древесину, керамическую плитку или мрамор. Большинство видов ламината делается с замковым соединением, которое выполнено на кромках, что обеспечивает получение сплошного пола без применения клея или гвоздей для его закрепления [4].

Перед тем, как укладывать ламинат, поверхность стяжки необходимо выровнять. От того, насколько качественно будет выровнено основание пола (подготовка пола, стяжка или «черный» пол) зависит внешний вид и срок эксплуатации пола. Полы требуют качественной подготовки «черного» пола, который должен быть гладким и ровным для того, чтобы плиты ламината легли ровно и не прогибались.

Заглаживающие машины используются для заглаживания не затвердевших бетонных и им подобных поверхностей и втирания упрочняющих составов в строительной отрасли.

Размер диаметра диска в заглаживающих машинах может быть от 0,25 до 2,1 метра [3].

Конструктивное исполнение заглаживающих машин может быть разнообразным: от ручных машин массой 1,5 – 2 кг до самоходных порталных многодисковых машин массой более 10 тонн [3].

Заглаженная поверхность, обработанная заглаживающей машиной, имеет прекрасные декоративные свойства: гладкость, ровность и может быть значительно уплотнена.

На рынке строительного оборудования представлены различные модели заглаживающих машин, изготовленные производителями из разных стран: Россия, Италия, США, Китай, Германия и других.

Зарубежные машины в РФ применяются на больших поверхностях, при строительстве полов в производственных помещениях, однако, они не находят применения в жилищном строительстве по следующим причинам:

- большой вес предлагаемых машин (вес ручных машин достигает 70 кг);
- большие мощности машин и, следовательно, большие габариты, что затрудняет их доставку, перемещение и применение в жилых помещениях;
- машины с приводом ДВС не допускаются к работе в закрытых жилых помещениях из-за выброса выхлопных газов, что запрещено СанПиН;
- большой размер диаметра заглаживания рабочего органа (вращающихся лопастей или дисков) не позволяет заглаживать плоскости подготовки пола в углах квартир;
- применение заглаживающих машин с электрическими двигателями при работе на стяжках «черного» пола («мокрые» технологические процессы) запрещено ПУЭ, СНиП и СП.

Исследованиями, проведенными А.В. Болотным [3], установлено, что дисковые рабочие органы заглаживающих машин способны получать ровную и гладкую поверхность более высокого качества, чем получают при использовании лопастных рабочих органов, поэтому заглаживающие машины с дисковым рабочим органом в РФ зарекомендовали себя наилучшим образом. Они характеризуются высокой производительностью и отличным качеством заглаживания.

Однако дисковый рабочий орган имеет недостаток в части невозможности обработки поверхностей в углах, но в меньшей степени, чем лопастной. При этом, чем меньше диаметр диска рабочего органа, тем меньше остается непроработанной поверхности в углах пола. Удельное давление на поверхность обработки можно сделать оптимальным за счет уменьшения диска рабочего органа машины с пневмодвигателем, а меньший его диаметр, в свою очередь, позволит диску глубже проникать в углы и прорабатывать там стяжку машинным способом и тем самым – повышать степень механизации процесса.

Но и это еще не все – отечественной науке о технике и технологиях известно о патентных исследованиях таких изобретений, как заглаживающие машины для полной обработки поверхностей в углах. Кроме того, имеются разработки, которые могут обеспечить высокое качество заглаживающих поверхностей механизированным способом, но до настоящего времени они не используются в жилищном строительстве, так как являются патентоспособным ноу-хау. Перспективы создания заглаживающих машин не исчерпаны - имеются ноу-хау, касающиеся создания новых рабочих органов, позволяющих покрывать зону обра-

ботки полов в углах помещений на 100% и получать высококачественные поверхности стяжек и полов.

На основании изложенного нами в данной статье, считаем, что целесообразно вместо закупки зарубежных машин развивать внедрение отечественных разработок, применение которых:

- значительно ускорит сроки завершения строительства;
- сделает заглаживающую машину более компактной и мобильной;
- позволит заменить ручную доработку (затирку) механической;
- будет экономически выгодно;
- будет способствовать развитию отечественного производства и росту ВВП РФ.

Библиографический список

1. Васильева К.И. Тюменская область перевыполнила план по вводу жилья [Электронный ресурс] / К.И. Васильева // Новостной портал 72.ru.
2. Краснощек Б.В. Технология и механизация процессов: учебно-методический комплекс. – Москва: проспект, 2016. – 382 с.
3. Болотный А.В. Заглаживание бетонных поверхностей. - Л.: Стройиздат. Ленингр. отд-ние, 1979. – (Наука строительному производству). – 128 с.
4. Ильина Е.А., Омурзаков Б.С., Мартемьянов М.Л. Строим загородный дом: полное руководство для современного застройщика / А.В. Панченко – М.: «Издательство «Э»», 2016 – 320 с.

Научный руководитель: Ушаков Е.Ф.

Исследование влияния износокомпенсирующих слоев на прочностные свойства дорожных конструкций

Пирумшохи М.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В процессе жизненного цикла автомобильных дорог наибольшие воздействия от природно-климатических факторов и транспортных средств воспринимают верхние слои дорожных конструкций, что приводит к образованию износа, колейности и другим дефектам. Уменьшение межремонтных сроков из-за преждевременного снижения прочностных свойств и эксплуатационных характеристик дорожных одежд и покрытий заставляет дорожно-эксплуатационные службы выполнять незапланированные ремонтно-восстановительные работы по компенсации изношенных слоев.

Согласно ОДМ 218.2.056-2015 [1], для превентивной защиты покрытия от потери прочности рекомендуемая толщина его верхнего слоя с учетом величины запаса на износ находится по формуле 1:

$$h_{\text{расч}}^{\text{в.с.}} = h^{\text{в.с.}} - h^{\text{изн}} \quad (1)$$

где $h_{\text{расч}}^{\text{в.с.}}$ – расчетная толщина верхнего слоя покрытия, см;

$h^{\text{в.с.}}$ – толщина слоя покрытия с учетом износocomпенсирующих слоев, см;

$h^{\text{изн}}$ – величина запаса толщины верхнего слоя покрытия на величину износа, см:

$h^{\text{изн}}$ принимается равной 2 см согласно [1].

Анализ применимости данного положения показал, что из-за увеличения капитальных вложений в строительство дополнительных слоев оно практически не применяется. По нашему мнению, устройство износocomпенсирующих слоев позволит нивелировать капитальные вложения за счет уменьшения эксплуатационных затрат на содержание и ремонт дорог, а также снижения потерь пользователей из-за улучшения транспортно-эксплуатационных характеристик.

Для подтверждения выдвинутой гипотезы, были выполнены технико-экономические расчеты для четырех вариантов дорожных одежд (ДО):

- 1 – ДО без слоя износа (контрольная конструкция);
- 2 – ДО со слоем износа из асфальтобетона толщиной 10 мм;
- 3 – ДО со слоем износа из шероховатой поверхностной обработки (ШПО) толщиной 30 мм;
- 4 – ДО со слоем износа из литой эмульсионной минеральной смеси (ЛЭМС) толщиной 20 мм.

Моделирование изменения прочности было выполнено для дороги 3 технической категории с капитальным типом дорожной одежды, при заданном коэффициенте надежности K_H равным 0,9; для условий статической нагрузки на ось Q равной 100 кН и суммарном числе приложения нагрузки 333826.

Расчетное прогнозирование изменения годового износа, прочности и срока службы дорожной конструкции было выполнено согласно ОДН 218.046-01 [2] в программном комплексе «Indor Pavement» (разработчик ООО «ИндорСофт»). Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Изменение годового износа и прочности дорожных конструкций

Год	1 вариант			2 вариант		3 вариант		4 вариант	
	$h_{\text{изн}}$, мм	$h_{\text{ост}}$, мм	Е, МПа	$h_{\text{ост}}$, мм	Е, МПа	$h_{\text{изн}}$, мм	$h_{\text{ост}}$, мм	$h_{\text{изн}}$, мм	$h_{\text{ост}}$, мм
1	1,24	48,7	355	58,7	372	1,95	18,05	4,76	25,24
2	2,07	47,3	352	57,3	370	3,96	16,04	10,05	19,95

Окончание таблицы 1

3	4,07	45,9	350	55,9	367	6,04	13,96	15,97	14,03
4	5,7	44,3	348	54,3	364	8,27	11,73	22,56	7,44
5	7,55	42,4	345	52,4	361	10,49	9,51	30	0
6	9,6	40,3	342	50,3	357	11,26	8,74	–	–
7	11,89	38,1	339	48,1	354	12,87	7,13	–	–
8	15,1	34,9	334	44,9	349	17,8	2,13	–	–
9	17,03	32,9	332	42,9	346	19,21	0,79	–	–
10	20,83	29,2	328	39,2	340	–	–	–	–
11	–	–	–	35,9	336	–	–	–	–
12	–	–	–	31,7	330	–	–	–	–
13	–	–	–	25,5	328	–	–	–	–

Выполненные расчеты позволили разработать модель изменения износа покрытия и прочности дорожных одежд по вариантам во времени (рисунок 1). Техничко-экономическое сравнение выполнено согласно [3] и отражено в таблице 2.

Таблица 2

Оценка экономической эффективности износocomпенсующих слоев

Техничко-экономические показатели	Ед. изм.	Значения по вариантам на 1 км			
		1	2	3	4
Затраты на устройство К _т	т. руб	152245,9	167942,4	22108	12783,3
Срок службы Т	год	10	13	14	18
Норма дисконта Е		0,12	0,12	0,12	0,12
Потери от снижения скорости движения R _т	т. руб	4004141,8	4683251,3	8592929,3	8110954,1
Интегральный эффект Э _{инт}	т. руб	53,5	56,7	113,2	107,9

В целом, по результатам выполненного исследования можно сделать следующие выводы:

- наибольший межремонтный срок может быть достигнут реализацией 4 варианта с устройством слоя ЛЭМС (18 лет);
- наибольший интегральный эффект был получен для 3 варианта с устройством слоя ШПО, что говорит о целесообразности его реализации;
- выполненные расчеты подтвердили экономическую эффективность устройства износocomпенсующих слоев за счет продления межремонтных сроков и снижения текущих затрат.

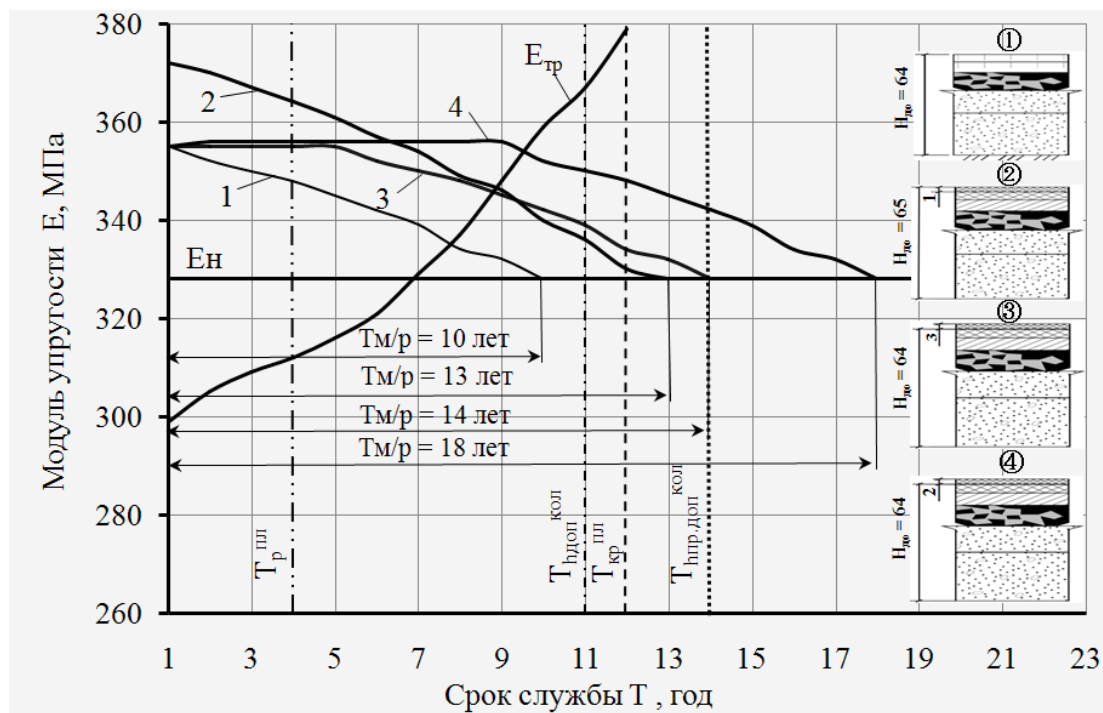


Рисунок 1. График изменения прочность асфальтобетонный покрытия

Библиографический список

1. ОДМ 218.2.056-2015 Методические рекомендации по конструированию нежестких дорожных одежд в условиях воздействия интенсивного грузового транспортного потока (для автомобильных дорог I-II категорий). – М.: Росавтодор, 2015. – 47 с.
2. ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд. – М.: Росавтодор: Изд-во Информавтодор, 2001. – 148 с.
3. Методические рекомендации по назначению мероприятий для повышения безопасности движения на участках концентрации дорожно-транспортных происшествий. – М.: Росавтодор, 2000. – 79 с.

Научный руководитель: Тестешев А.А., канд. техн. наук, доцент.

Технологии усиления каменных конструкций комплексными методами

Ванина Ю.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время происходит прогрессирующее развитие строительства в мире. Однако сроки эксплуатации многих зданий в нашей

стране превышают допустимые нормы. По данным проведенных исследований, в Тюменской области в ограниченно-работоспособном состоянии находится около 90 зданий образовательных учреждений, включая детские сады, 14 из которых находится в Тюмени.

В период с апреля по сентябрь 2016 г. был проведен комплекс ремонтно-восстановительных работ на объекте МАОУ СОШ №13 города Тюмени. До проведения ремонтных работ было выявлено большое количество критических дефектов, связанных с грубыми нарушениями технологии производства работ по каменной кладке.



Рисунок 1. Фотофиксация дефектов каменной кладки

Ввиду большого количества трещин, неполного заполнения швов кладочным раствором, а также крайне низких прочностных характеристик образцов силикатных и керамических кирпичей работы по усилению кирпичных простенков были проведены методами армирования металлическими анкерами с последующим инъецированием и устройством стальной обоймы с последующим инъецированием соответственно.

Комплексные способы усиления кирпичной кладки имеют ряд преимуществ [2]: высокая технологичность, с использованием переносного малогабаритного оборудования; восстановление сплошности (монолитности) материала стены; возможность сохранения внешнего вида стены; короткие сроки проведения работ; обеспечение совместной работы металлических элементов и кирпичной кладки и др.

При усилении каменной кладки металлическими анкерами их устройство производится в двух направлениях – для предотвращения развития сквозных трещин в любых направлениях. Стальная обойма также препятствует развитию поперечных деформаций в простенках. Последующее инъецирование является мероприятием для восстановления сплошности каменных конструкций, а также обеспечивает совместную работу кладки и металлических элементов.

Технология проведения работ по данным видам усиления кирпичных стен состоит из 3-х этапов: 1) – подготовка поверхностей, 2) – расшитие трещин и устройство металлических элементов усиления, 3) – инъецирование кладки. Последовательность проведения работ приведена на рисунках 2-4.

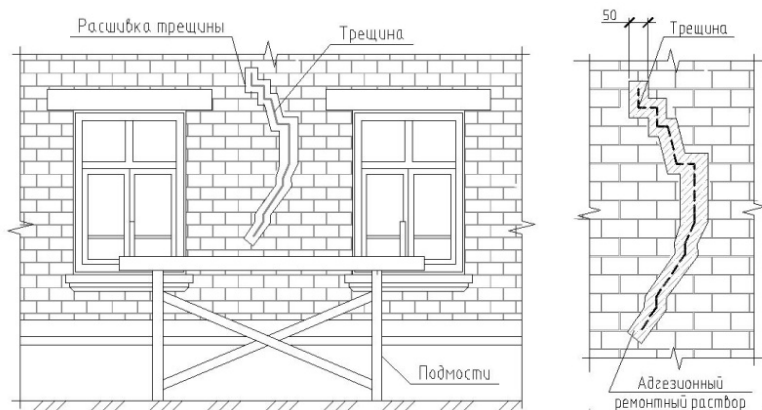


Рисунок 2. Расшитие трещины

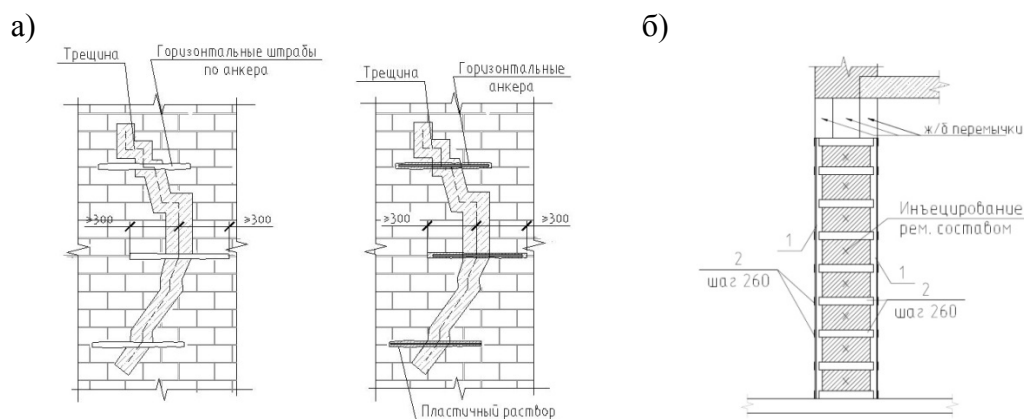


Рисунок 3. а) армирование стальными анкерами, б) устройство стальной обоймы

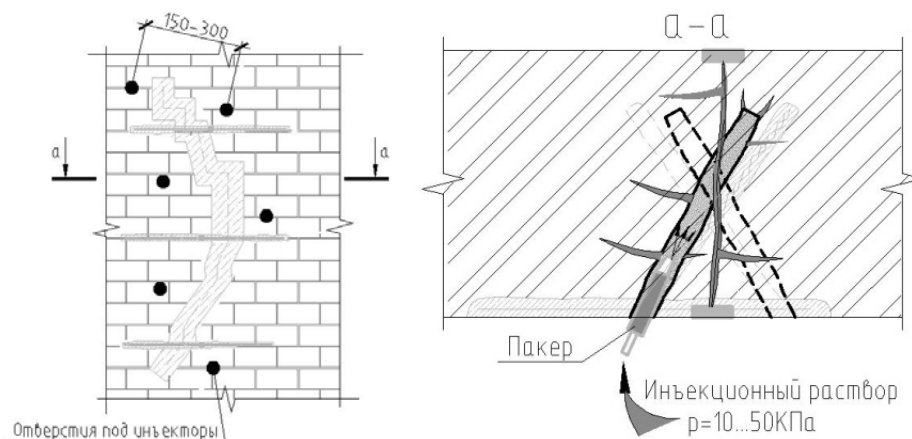


Рисунок 4. Инъецирование кладки

Таким образом, можно сделать вывод о том, что комплексные технологии усиления кирпичных простенков сочетают в себе традиционные и инъекционные технологии. Инъекционные технологии позволяют нивелировать недостатки традиционных: неполное включение кладки в совместную работу кладки, появление «мостиков холода», нарушение сохранности внешнего вида здания и т.п. Однако стоит учитывать тот факт, что инъектирование не влияет на увеличение первоначальной несущей способности конструкции. [1]

Библиографический список

1. Ищук, М.К. Усиление каменных конструкций / Ищук, М.К., Фролова И.Г., Ищук Е.М.// Промышленное и гражданское строительство. 2006. № 8. С. 28-30.
2. Технология ремонтных и восстановительных работ: Учебник/Под ред. Я.А. Прозина. - М. : Издательство АСВ, 2016. – 148 с.

Научный руководитель: Прозин Я.А., доктор технических наук, доцент.

Исследование и анализ типового проекта АСУ первой ступени сепарации установки комплексной подготовки газа

Репецкая О.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Благодаря современным технологиям автоматизированные системы управления активно применяются в различных отраслях промышленности. Это важный и необходимый инструмент в реализации различных задач и целей.

Проектирование автоматизированной системы должно начинаться с тщательного системного анализа объекта управления, управляющей части и внешней среды.

Методы проектирования АСУ бывают следующими: оригинальное, типовое и автоматизированное проектирование. Метод типового проектирования в свою очередь делится на элементное, подсистемное и объектное проектирование.

Метод автоматизированного проектирования (САПР) использует формализованные модели и методы, для которых используются ЭВМ различного класса. Для того, чтобы создать АСУ с применением САПР требуется наличие глобальной информационной модели объекта управления, сам процесс проектирования рассматривается как решение ряда взаимосвязанных задач анализа и синтеза структуры систем управления, структуры КТС, инфор-

мационного и программного обеспечения, к тому же автоматизация создания АСУ реализуется с помощью создания проектных процедур [1].

Например, метод модельного проектирования, который входит в методы автоматизированного проектирования, характеризуется следующими признаками: наличие глобальной информационной модели, системность и переменность критериев управления, глобальность параметров настройки, наличие аппарата совершенствования и развития исходной информационной модели.

В России создан и широко внедряется типовой ряд блочных автоматизированных установок для промышленной обработки газа с использованием процессов низкотемпературной сепарации, абсорбции и адсорбции [2].

Для наилучшего соответствия проектируемой системы с поставленными целями и критериями эффективности требуется выяснить все множество факторов, под влиянием которых находится система, и факторы, на которые влияет сама система. Кроме того нужно выявить все цели, которые стоят перед проектируемой системой. Для каждой цели разрабатывается один или несколько критериев эффективности, являющиеся мерой степени достижения целей.

Таким образом, **актуальность работы** заключается в постоянном совершенствовании проектных работ при проектировании автоматизированных систем управления, которые представляют собой процесс создания комплекта технической документации, моделей и опытных образцов, необходимых и достаточных для изготовления, монтажа, наладки и эксплуатации автоматизированной системы управления.

Объектом исследования является типовой проект АСУ первой ступени сепарации типовой установки комплексной подготовки газа (УКПГ), предметом исследования - принципы организации и проектирования АСУ.

Цель выпускной квалификационной работы (ВКР) – исследование и анализ типового проекта АСУ первой ступени сепарации установки комплексной подготовки газа (УКПГ).

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить **следующие задачи**: анализ объекта автоматизации и формулирование технических требований к системе; определение рационального уровня автоматизации, определение структуры системы контроля и управления автоматизируемого процесса; выбор и обоснование методов контроля, регулирования и управления технологическими процессами, прогнозирования и диагностирования.

Таким образом, в продолжении работы будут осуществлены дальнейшие исследование и анализ в соответствии с поставленными задачами.

Библиографический список

1. Лазарева, Т.Я. Интегрированные системы проектирования и управления. Структура и состав [Текст] / Т.Я. Лазарева, Ю.Ф. Мартемьянов, А.Г.Схиртладзе. – М.: Издательство машиностроение - 1, 2006. – 88с.

2. ТР 39-001-2011. Технический регламент установки комплексной подготовки газа [Текст]: нормативно-технический материал. – Новый Уренгой: ЗАО «Роспан Интернешнл» ТНК-ВР, 2011. – 244с.

3. Билуков, Р.А. Разработка нечёткой модели управления процессом низкотемпературной сепарации природного газа [Текст] / Р.А. Билуков, Ю.М. Астапович // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2009. – №2. – С. 92-95.

4. Ермолкин, О.В. Современные информационно-измерительные технологии контроля продукции газовых и газоконденсатных скважин [Текст] / О.В. Ермолкин, И.Ю. Храбров, Д.Н. Великанов // Территория нефтегаз. – 2015. – №3. – С.53-61.

5. Музипов, Х.Н. Система реального времени «Сириус-SCADA». [Текст] / Х.Н. Музипов, О.Н. Кузяков, С.А. Хохрин, М.В. Чащина, Р.В. Мартынюк / Уч. пособие /Тюмень, 2014.

6. Музипов, Х.Н. Инструментарий системы реального времени «Сириус-SCADA». [Текст] / Х.Н. Музипов, О.Н. Кузяков, С.А. Хохрин, М.В. Чащина, Р.В. Мартынюк / Уч. пособие /Тюмень, 2014.

Научный руководитель: Музипов Х. Н., канд.тех.наук, доцент

**Оценка экономической эффективности
сезонных ограничений движения транспортных средств
на автомобильных дорогах Тюменской области**

Рудаков В.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Для повышения эксплуатационной долговечности автомобильных дорог федерального, регионального и межмуниципального значения в настоящее время остро встает проблема обеспечения их сохранности в неблагоприятные периоды года. Для минимизации разрушений дорог в такие периоды, в Российской Федерации (РФ) принудительно вводятся меры по ограничению движения транспортных средств большой грузоподъёмности.

Практика сезонного ограничения движения транспортных средств также действует в Канаде, Швеции, Норвегии, Финляндии, Польше, Югославии, Латвии и других странах, где климатические и грунтово-геологические условия, оказывающие деструктивное влияние на прочность дорожных конструкций схожи с условиями РФ. Помимо этого в РФ, как и в Кувейте и Республике Беларусь во избежание колеобразования ограничение движения вводится не только в период сезонного переувлажнения

грунта, но и в летний сезон при экстремально высоких температурах дорожного покрытия.

Для компенсации круглогодичного вреда, причиняемого транспортными средствами с разрешенной массой более 12 т, в РФ с 15 ноября 2015 г. начала действие система взимания платы «Платон», аккумулирующая финансовые сборы с грузоперевозчиков. Законодательной основой такой деятельности является федеральный закон от 8 ноября 2007 года № 257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации...» в части статьи 30 «Временные ограничения или прекращение движения транспортных средств по автомобильным дорогам» [1].

В настоящее время ввод сезонных ограничений осуществляется приказами Федерального дорожного агентства (Росавтодор), устанавливающими даты для всей территории РФ в целом без учета региональных особенностей.

Как показывает отечественный и зарубежный опыт, повысить эффективность ограничений можно за счет:

- дифференцированного подхода к их введению в случае превышения критической интенсивности, способной разрушить дорожные одежды пониженной прочности;

- обоснования дат ввода и снятия, а также общей продолжительности ограничений на основании инженерных расчетов, учитывающих закономерные изменения водно-теплового режима земляного полотна.

Создавая неудобства для отдельных участников дорожного движения, сезонные ограничения для грузового транспорта в масштабе страны, позволяют получить экономический эффект за счет пополнения дорожного фонда и направлении денежных средств на ремонтно-восстановительные работы.

Технико-экономической моделью обоснования эффективности сезонных ограничений является корреляционная оценка двух стратегий затрат на приведение автомобильной дороги в нормативное состояние: без ввода (1 стратегия) и с вводом ограничений (2 стратегия).

Расчет экономической эффективности был выполнен на примере дороги Р402 «Тюмень-Ишим-Омск», характеризуемой самой низкой прочностью дорожных одежд из дорог федерального назначения Тюменской области. Среднее значение фактического модуля упругости в весенне-осенний период на отдельных участках достигает 52,6 МПа, при минимально допустимом – 200 МПа [2]. Таким образом, несущая способность дорожных одежд составляет всего лишь 26% от нормативного значения.

С учетом существующего опыта эксплуатации и экспертных оценок была определена стоимость работ по заделке разрушений по двум рассматриваемым стратегиям (таблица 1).

Таблица 1

Капитальные затраты на ремонт выбоин по сравниваемым стратегиям

№ п/п	Наименование	Стоимость работ по заделке выбоин, тыс. руб		
		1м ²	без ограничения движения, на площади 140490м ² (5% от площади покрытия)	с ограничением движения, на площади 78265м ² (3% от площади покрытия)
1	Заделка выбоин с заполнением ремонтных карт материалом	0,804	112954	62925
Итого с учетом НДС 18%:		0,948	133184	74195

Оценка экономической эффективности рассматриваемых стратегий базировалась на определении показателя интегрального эффекта по формуле 1:

$$\mathcal{E} = \sum_t^T \frac{(R_t - Z_t)}{(1 + E)^t} - \sum_t^T \frac{K_t}{(1 + E)^t} \quad (1)$$

где R_t – эффект от снижения стоимости работ по заделке выбоин в году t ;

Z_t – текущие затраты в году t на содержание;

K_t – единовременные затраты в году t ;

E – норма дисконта.

В качестве дополнительных критериев рассчитывались индекс доходности (ИД) и внутренняя норма доходности (ВНД) [3].

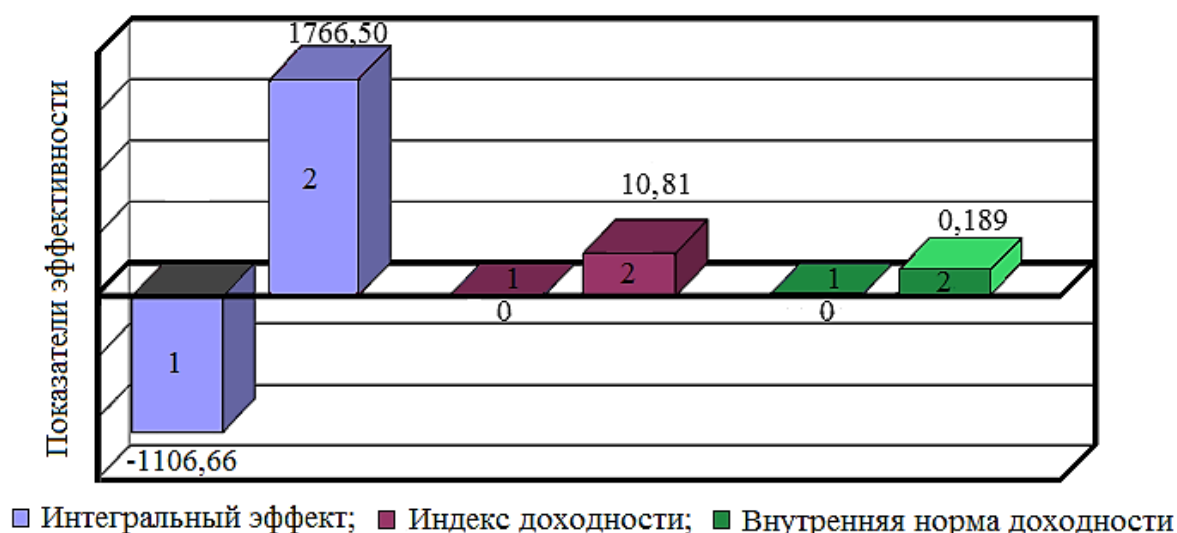


Рисунок 1. Оценка эффективности технико-экономических показателей для сравнения стратегий №1 (1) и №2 (2)

Сравнение показателей эффективностей показало, что $\Delta > 0$ был получен только для второй стратегии, а ИД и ВНД первой стратегии меньше значений, полученных для второй, что также говорит об эффективности реализации стратегии №2.

Таким образом, несмотря на непопулярность ограничительной деятельности направленной на сохранность дорожной инфраструктуры, она является экономически оправданной в масштабах субъектов Российской Федерации и всего государства в целом. Дальнейшее повышение эффективности может быть достигнуто за счет применения инженерных методик определения дат ввода, снятия и общей продолжительности ограничений, дифференцированных в зависимости от региональных природно-климатических условий.

Библиографический список

1. Федеральный закон. Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации: федеральный закон от 08.11.2007 № 257-ФЗ (в ред. От 07.02.2017) // Собр. Законодательства РФ. – 2007.
2. Оценка прочности нежестких дорожных одежд: ОДН 218.1.052-2002. – М.: Росавтодор, 2003 – 80 с. – Взамен ВСН 52-89.
3. Методические рекомендации по назначению мероприятий для повышения безопасности движения на участках концентрации дорожно-транспортных происшествий. – М.: Росавтодор, 2000. – 79 с.

Научный руководитель: Тестешев А.А., канд. техн. наук, доцент.

О решении вопроса закрепления быстровозводимых временных опор ЛЭП при обустройстве нефтегазовых объектов Тюменской области

Семениченко М.А., Парамонова М.О.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В связи с продвижением геологоразведки на Севере Тюменской области, геологи и строители сталкиваются с проблемами, возникающими при обустройстве мест разведки будущих нефтепромыслов. Одной из таких проблем является установка опор линий электропередач. Мы считаем, традиционный метод бурения скважин и погружения в них нижних концов опор: трудоемким (так как происходит бурение скважин мерзлых грунтов); трудозатратным (из-за сложности извлечения опоры для повторной установки в связи со смерзанием ее с грунтом.) Следовательно, опора имеет

разовое применение, а это неэффективно, так как такие перемещения при обустройстве не редкость; они возникают очень часто.

Обустройства нефтяных месторождений зависит от многих факторов. При обустройстве месторождения учитываются природно-климатические характеристики, инженерно-геологические условия и другие факторы [1].

В составе электротехнических комплексов нефтегазовых промыслов используется оборудование, работающее на электроэнергии. К такому оборудованию, относятся установки механизированной добычи нефти или газа, буровое и перекачивающее (насосы) оборудование и другое.

Кроме того необходима установка осветительных опор для подачи электрической энергии для обеспечения освещения мест проживания и работ.

Электрической сетью называется совокупность подстанций и линий для передачи и распределения электроэнергии [2].

Электрические сети разделяют по виду тока:

- Переменного тока;
- Постоянного тока.

Электрические сети переменного тока в нашей стране имеют следующее стандартное номинальное напряжение 110 кВ. Для обустройства сооружаются линии электропередачи переменного и постоянного токов напряжением 110 кВ.

Искусственное освещение объектов добычи газа и нефти в вечернее и ночное время в условиях Западной Сибири является неотъемлемой частью комплекса мер, направленных на повышение производительности труда и улучшение его безопасности. Совершенствование установок наружного освещения тесно связано с конструированием осветительных опор.

В случае окончания работы нефте разведывательного комплекса на конкретной местности разведки нефти или газа возникает вопрос: каким образом транспортировать опоры электрификации на новое нефтегазовое место разведки, как сделать опору многократно используемой? Известны несколько видов мобильных устройств для осуществления таких действий. Рассмотрим несколько видов известных опор ЛЭП.

1. Известна мобильная осветительная опора [3] исполнения УХЛ1, разработках в Проектном бюро Государственного комитета Белорусской ССР по обеспечению нефтепродуктами разработана инвентарная передвижная осветительная опора исполнения УХЛ1, предназначенная для наружного общего равномерного освещения сооружаемых объектов в условиях Севера.

Опора представляет собой металлическую конструкцию треугольного сечения высотой 31,64 м. Состоит она из трех шарнирно соединенных между собой секций, оголовка и подставка. Длина каждой секции 9 – 11 м. К верхней секции на специальных центрирующих штырях кре-

пится оголовков, на котором устанавливается прожектор с лампой мощностью 20 кВт.

Транспортировка опоры осуществляется сложенными секциями, которые укладываются на деревянные подставки и в таком положении крепятся к платформе прицепа МАЗ-8950. С прицепа опора (три сложенные секции) снимается автокраном грузоподъемностью не менее 10 т. Этим же краном опора разворачивается на земле и устанавливается в рабочее положение.

2. Трансформируемая опора [4]. Устройство относится к строительным конструкциям типа радиомачт, осветительных вышек и т.п. и предназначено для использования в основном при строительстве в труднодоступных и удаленных районах.

Техническим решением этого вопроса может быть трансформируемая опора, включающая ствол с шарнирно прикрепленными телескопическими подкосами, гибкие оттяжки и гидропривод, а также жесткие, взаимодействующие со штоками гидропривода стержни, каждый из которых одним концом шарнирно присоединен к неподвижной секции ствола.

Недостатком таких (трансформируемых) опор является: сложность конструкции, доставки и монтаж, и высокая трудоемкость ее возведения; в собранном виде опору транспортируют к месту установки, где она устанавливается в эксплуатационное положение.

3. Опора линии электропередач [5]. Устройство относится к строительству, а именно к сооружению опор линий электропередач.

Опора линии электропередачи состоит из стойки, оттяжек с натяжными элементами и сборного основания. Основание опоры выполнено в виде поддонов с каркасами: центрального и не менее трех периферийных. Все каркасы установлены сверху на гибкое синтетическое полотно, которое расположено снаружи каркаса на дневной поверхности грунта. Снаружи каркасы накрыты краями полотна. Внутри каркаса жестко закреплен опорный стакан. Внутренние полости каркасов заполнены сыпучим материалом.

Мы предлагаем заменить синтетическое полотно на более новый и практичный материал – нетканый текстиль. Нетканый текстиль, изготавливаемый из хаотично ориентированных бесконечных волокон полиэстера путем соединения их методом оплавления (термоскреплением). Этот материал легче прежнего; не уступает ему по прочности, допускает многократное использование, не боится воды и мороза [6].

Проведенные исследования использования предложенной конструкции опоры показали эффективность ее применения. Предложенная опора может применяться: в качестве ЛЭП или слаботочных линий и других средств специальной, телефонной и радиорелейной связи в других отраслях народного хозяйства, даже в экстренных и чрезвычайных ситуациях. Во время паводков и наводнений, для замены смытых водой опор и вос-

становления промежуточных разрывов проводов путем установки дополнительных промежуточных опор. Конструкция нижней части опоры и примененные в ней материалы могут быть установлены под водой, с сохранением своей функции по назначению. На территориях после пожаров и лесных палов – для замены сгоревших опор и восстановления сетей ЛЭП и оповещения. Опора может иметь оборонно-стратегическое значение: в местах «горячих» конфликтов, войн и других сложных ситуациях.

Нами разрабатываются иные и более новые элементы для устройства закрепления опор из нового материала, которые еще не применялись на нефтегазовых месторождениях.

Библиографический список

1. Покрепин Б. В. Разработка нефтяных и газовых месторождений; Феникс - Москва, 2015. – 320 с.
2. В.А. Бейербах Инженерные сети, подготовка территорий и зданий: Учебное пособие. – Ростов н/Д: Феникс, 2004. – 640 с.
3. В.А. Гутник, А.А. Рошаль Журнал Строительство Трубопроводов №3 Проектное бюро Госкомнефтепродукта БССР, Минск, 1990 – С.42.
4. Авторское свидетельство СССР; №870649, Кл. Е 04 Н 12/00, 1981
5. Авторское свидетельство СССР; №1638291, Кл. Е 04 Н 12/00, 1991
6. Геоспан: термоскрепленный геотекстиль [Электронный ресурс] – 2015. – Режим доступа: www.geospan.ru

Научный руководитель: Ушаков Е.Ф.

Экспериментальное исследование песчаной подушки с контурным армированием в сезоннопромерзающих пучинистых грунтах

Скворцов Д.С., Краев Ан.Н., Макаров А.С., Васенин П.И., Твердохлеб С.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На территории России мощность деятельного слоя грунта находится в пределах от 0,5 до 3 метров и более. Фундаменты малоэтажных зданий и сооружений не всегда целесообразно размещать ниже глубины промерзания грунта. В связи с этим, для обеспечения надежной работы фундамента на пучинистых грунтах требуются мероприятия для снижения влияния морозного пучения на фундамент.

Одним из мероприятий является использование песчаных армированных подушек. Эффективность применения армированных по контуру

песчаных подушек в талых грунтах подтверждена исследованиями Краева А.Н. [1, 2].

Для изучения эффективности применения песчаных подушек с контурным армированием в сезоннопромерзающих грунтах, для снижения деформаций морозного пучения грунта, в центральной научно-исследовательской лаборатории инженерного мерзлотоведения ФГБОУ ВО «ТИУ» была создана экспериментальная установка, схема которой представлена на рисунке 1.

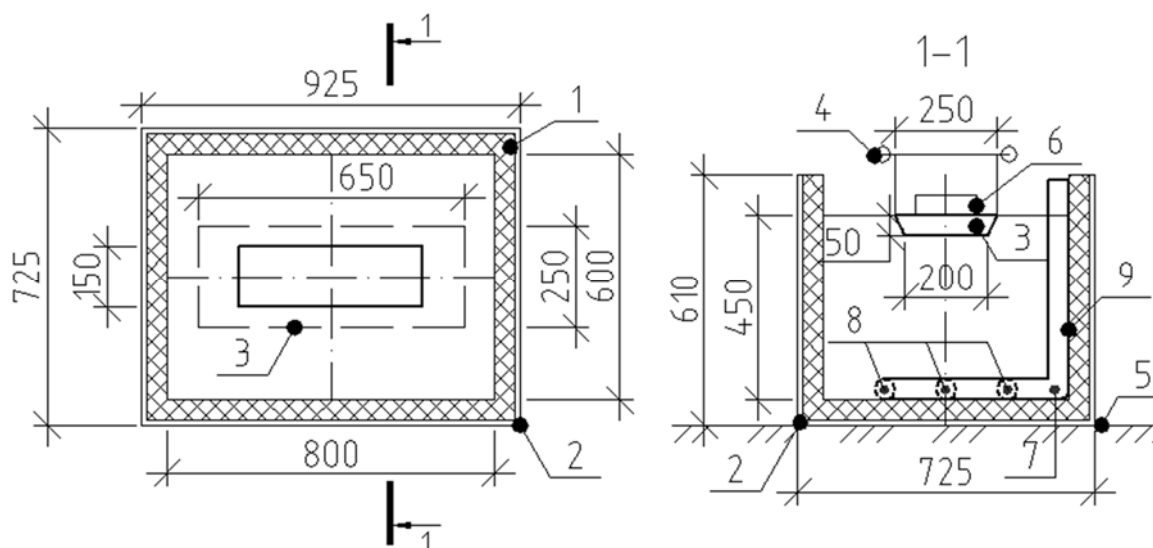


Рисунок 1. Схема экспериментальной установки

На схеме: 1 – утеплитель ППС-10, $t=50$ мм; 2 – каркас бака; 3 – песчаная армированная подушка; 4 – индикаторы часового типа; 5 – пол морозильной камеры; 6 – штамп, 7 – датчик температуры воды, 8 – греющий кабель, 9 – полипропиленовые трубы.

Экспериментальная установка представляет собой грунтовый лоток с жесткими стенками и дном с габаритными размерами в плане 925x725 мм и высотой 610 мм. На внутренние стенки и дно лотка приклеивался утеплитель толщиной 50 мм для исключения промерзания грунта. Для снижения касательных сил трения между грунтом и утеплителем укладывалось 2 слоя полиэтиленовой пленки с заполнением солидолом между слоями.

В качестве грунтового основания использовался водонасыщенный суглинок нарушенной структуры, который послойно с уплотнением укладывался в лоток. В грунтовом основании устраивалась песчаная подушка, армированная по контуру геосинтетическим материалом (Геоспан ТН 80). Размеры песчаной подушки в плане составляли 250x650 мм, высота песчаной подушки 50 мм. На песчаную армированную подушку устанавливался штамп, имитирующий фундамент с размерами в плане 150x450 мм.

Для моделирования уровня подземных вод в лотке размещалась магистральная система, состоящая из перфорированных полипропиленовых труб с просверленными отверстиями, с установленным внутри греющим кабелем, для поддержания температуры воды во время испытания $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Общий вид экспериментальной установки представлен на рисунке 2.

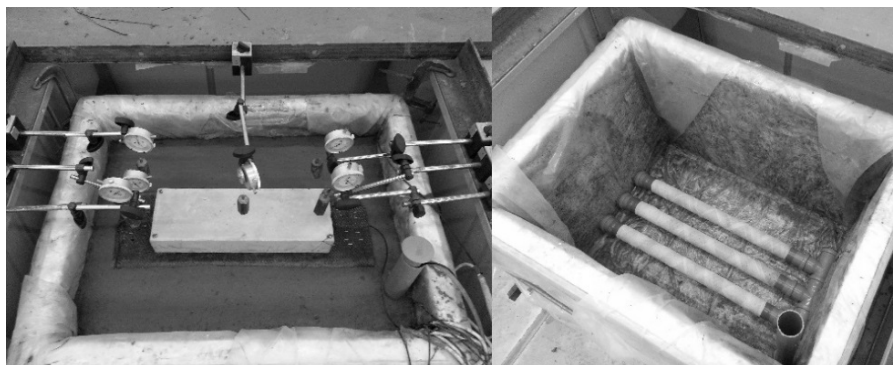


Рисунок 2. Общий вид экспериментальной установки

Экспериментальная установка помещалась в морозильную камеру, с поддерживаемой температурой $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$. В процессе эксперимента фиксировались деформации морозного пучения, а также температура грунта. Температуры испытания выбраны с учетом методики определения степени пучинистости грунта по ГОСТ 28622-2012.

Для фиксации деформаций морозного пучения в грунтовой лоток были внедрены грунтовые марки, кроме этого при проведении эксперимента фиксировалось перемещение штампа. Для фиксации перемещений используются индикаторы часового типа с точностью измерения $0,01\text{ мм}$. Температурное поле грунта фиксировалось при помощи датчиков температуры с точностью $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Схема расстановки грунтовых марок и датчиков температур представлена на рисунке 3.

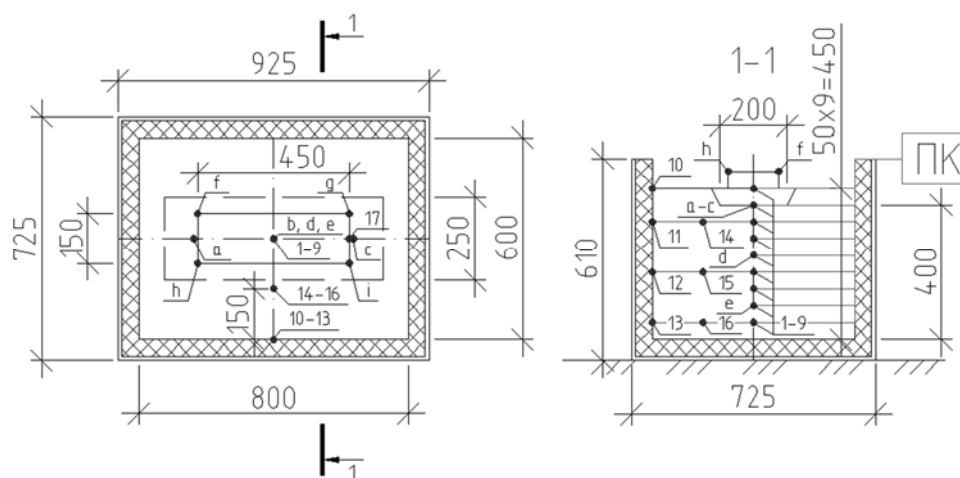


Рисунок 3. Схема расстановки грунтовых марок и датчиков температуры

На схеме: *a-e* – грунтовые марки; *f-i* – точки измерений перемещений штампа, 1-17 – номера датчиков температуры.

Для анализа влияния песчаной армированной подушки на уменьшение деформаций морозного пучения грунта были выполнены следующие эксперименты: №1 – штамп на естественном основании и №2 – штамп на основании с песчаной армированной подушкой.

Сравнительные графики перемещений штампа от сил морозного пучения представлены на рисунке 4.

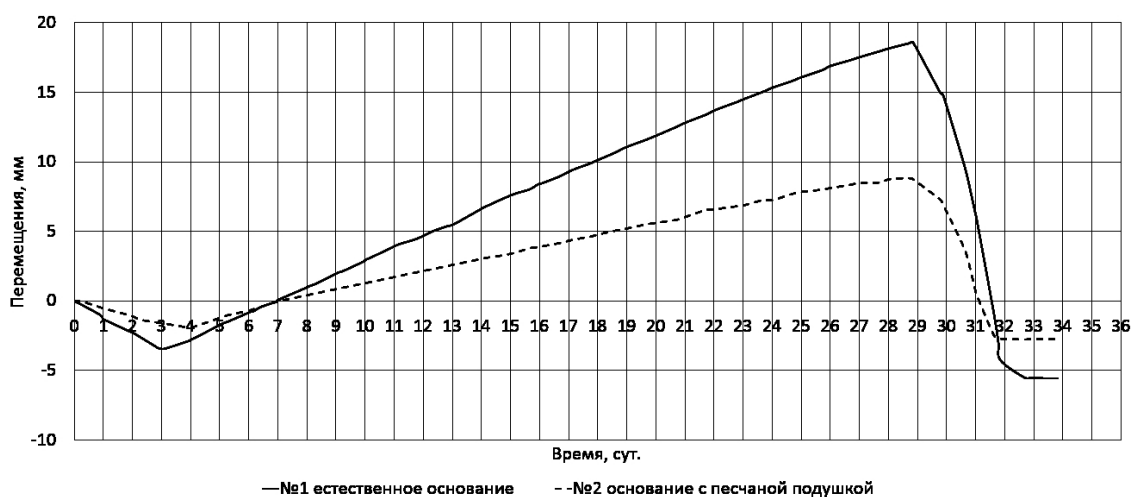


Рисунок 4. Перемещения штампа от сил морозного пучения

По экспериментальным данным, максимальные деформации пучения естественного основания составили 18,6 мм, а основания с песчаной армированной подушкой - 8,8 мм. Просадка грунта после размораживания составила для естественного основания 5,5 мм, для основания с песчаной армированной подушкой - 2,7 мм.

По результатам экспериментов можно сделать следующие выводы:

- применение песчаной армированной подушки позволяет снизить деформации морозного пучения более чем в 2 раза;
- армирующий элемент песчаной подушки позволяет исключить процесс смерзания глинистого грунта с песком, что уменьшает деформации морозного пучения;
- применение песчаной армированной подушки снижает неравномерность деформаций морозного пучения и просадку грунта после оттаивания.

Библиографический список

1. Краев А. Н. Экспериментальные исследования работы слабого глинистого основания, усиленного песчаной армированной подушкой с криволинейной подошвой/ А. Н. Краев // Научно-технический вестник Поволжья, 2013, № 5. – С. 221–224.

2. Краев А. Н. Исследование работы песчаной армированной подушки с криволинейной подошвой в условиях слабых грунтов/ Краев, А. Н., Бай, В.Ф. // Вестник гражданских инженеров. – Санкт-Петербург, 2014, № 3. – С. 107–110.

Научный руководитель: Краев Ан.Н., к.т.н., доцент кафедры строительных конструкций.

Проектирование непрерывного движения транспорта на улице Республики в г. Тюмени

Слепокуров К.И.

Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень

Рассматривая городские перекрестки в отдельности можно видеть, что время горения разрешающих сигналов светофоров позволяет проехать значительному количеству транспортных средств. Однако анализ работы светофоров на протяжении улицы Республики показывает их несогласованность. Поток автомобилей, начав движение на зеленый сигнал светофора, уже через несколько сотен метров вынужден останавливаться у следующего перекрестка на запрещающий сигнал светофора. В этот момент на предыдущем перекрестке загорается красный сигнал для главного направления движения и со второстепенной улицы на главную выезжает другой транспортный поток. С учетом того, что автомобили, двигающиеся по главной улице, не успевают проехать участок между перекрестками, поток со второстепенного направления только увеличивает длину очереди транспортных средств перед светофором. В результате начинается формироваться затор.

Обеспечение возможности движения транспортных средств без остановки на всем протяжении улицы позволит увеличить пропускную способность, а так же сократить задержки движения, выбросы выхлопных газов и повысить безопасность движения.

Замеры задержек транспортных средств на перекрестках показали, что в среднем, на каждом светофоре автомобиль теряет 51 секунду. При движении на улице Республики в границах улиц Пермякова и Мориса Тореза транспортный поток в час пик теряет на перекрестках около 173 часа (с учетом средней интенсивности движения). Таким образом, приняв среднюю стоимость 1машино час автомобиля 600 рублей, получаем суммарные потери 103,9 тыс. рублей.

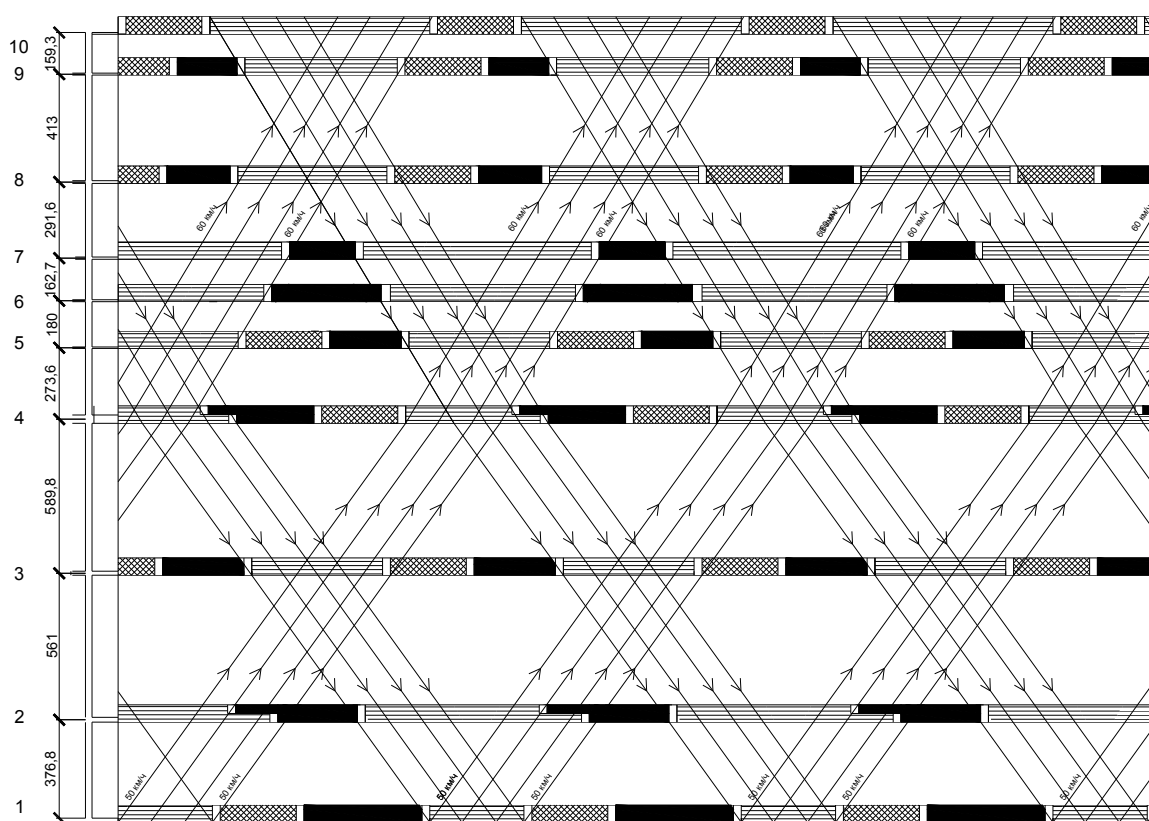
Подобных проблем можно избежать, введя координированное регулирование движением.

Анализ проведенных исследований показал, что продолжительность циклов работы светофоров на цепи перекрестков неодинаков. Для работы "зеленой волны" необходимо организовать одинаковый цикл работы светофоров на всем протяжении рассматриваемой улицы [1]. В качестве

исходных данных для расчетов продолжительности цикла принята среднее значение из максимальной интенсивности движения по наиболее загруженной полосе каждого перекрестка на протяжении рассматриваемого участка равная 1500 авт./час.

Продолжительность цикла светофора определенная по формуле Владимира [1], с учетом заданной интенсивности движения составляет 90 секунд. Для обеспечения непрерывного движения по всей протяженности рассматриваемого участка улицы задаемся лентой времени равной $0,4T$. Но данная методика не предполагает выделения отдельной пешеходной фазы, необходимой в соответствии с новым ГОСТом [2]. Для пешеходов длительность разрешающего сигнала равная 29 секунд была рассчитана в соответствии [3]. Таким образом, общее время цикла работы светофора составит 119 секунд.

Произведя сравнение вариантов организации координированного регулирования движением с различными скоростями движения, была принята версия с расчетной скоростью движения 50 км/ч на участке от улицы Мориса Тореза до улицы Мельникайте и со скоростью движения 60 км/ч от улицы Мельникайте до улицы Пермякова (рисунок 1).



1-ул.Мориса Тореза, 2- ул.Максима Горького,
3-ул.Холодильная, 4-ул.Мельникайте,
5-ул.Рижская, 6-ул.Одесская, 7-ул.Геологоразведчиков,
8-ул.Тульская, 9-Парфенова, 10-ДК Строитель

Рисунок 1. График движения на улице Республики

В предложенном варианте сокращена продолжительность цикла работы светофоров по сравнению с существующей настройкой. К примеру, на перекрестке ул. Республики и ул. Мельникайте цикл составляет 180 секунд и период горения зеленого сигнала равен 64 секунд. В соответствии с разработанным графиком организации движения (рисунок 1) на этом перекрестке зеленый сигнал включается на 51 секунду, но за цикл равный 119 секундам.

Таким образом, за 360 секунд светофор отработает два полных цикла при существующей настройке и три в предлагаемом варианте, что в совокупности составит соответственно 128 и 153 секунды горения зеленого сигнала. То есть время горения зеленого сигнала светофора увеличится на 20 %.

На пересечениях улицы Республики с улицами Геологоразведчиков и Одесской предлагается запретить пешеходное движение через главную магистраль. Пешеходное движение организуется на соседних перекрестках, расстояние между которыми составляет 600 метров. В перспективе предлагается устройство одного внеуличного пешеходного перехода, в интервале улиц Геологоразведчиков и Одесской. Подобная мера позволит организовать координированное движение на улице Республике, сократить количество наземных пешеходных переходов и соответственно повысить пропускную способность магистрали и безопасность дорожного движения.

Согласно [4], наиболее достоверно задержки транспортных средств в условиях насыщенного транспортного потока оценивает первое слагаемое формулы Вебстера.

Расчет задержек транспортных средств на рассматриваемом участке после перенастройки цикла работы светофоров дал среднее значение по всем перекресткам 26,9 секунд. При этом денежные потери составят 67,8 тыс. рублей. Если учесть, что значительная часть транспортного потока будет проезжать улицу без остановок, то указанные задержки и денежные потери, связанные с ними будут еще меньше.

Таким образом, введение координированного регулирования на рассматриваемом участке улицы Республики по предложенному варианту позволит организовать непрерывное движение транспортных средств, повысить безопасность движения, сократить время задержек автомобилей на перекрестках и финансовые потери в 2 раза.

Библиографический список

1. Кременец Ю.А., Печорский М.П., Афанасьев М.Б. Технические средства организации дорожного движения: Учебник для вузов. - М.: ИКЦ "Академкнига", 2005, 279 с.: ил.
2. ГОСТ Р 52289-2004. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств (с Изменениями N 1, 2, 3)

3. ОДМ 218.6.003-2011 Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах

4. Андронов, Р.В. К вопросу о методах оценки задержек транспортных средств на регулируемом пересечении/Р.В. Андронов//Научно-технический вестник Поволжья. -2014. -№4. -С. 34-37.

Научный руководитель Гензе Д.А.

Оценка экономических потерь от дорожно-транспортных происшествий в городе

Субботина К.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Развитие транспортной системы города Тюмени является неотъемлемой частью реализации его экономического роста и необходимым условием улучшения качества жизни населения. Одной из главных задач при этом является создание условий для безопасного, комфортабельного движения транспортных средств и пассажиров.

Ежегодно на дорогах погибает десятки тысяч человек. Так по статистике на 2015 г. с января по ноябрь, в Тюменской области, включая северные регионы ХМАО и ЯНАО, произошла 3761 авария, в которой погибло порядка 400 человек.

Для примера оценки экономических потерь от вовлечения человека в дорожно-транспортное происшествие был рассмотрен участок - пересечение ул. Мельникайте и ул. Харьковской, выбранный путём анализа условий движения на перекрёстках г. Тюмени с высокой интенсивностью 2980 авт/ч. Перекрёсток представлен на рисунке 1.

По данным ГИБДД, в период с 2015 по 2016 год, на перекрёстке ул. Мельникайте и ул. Харьковская произошло 51 ДТП, в результате которых пострадали 94 человека, погибших при этом не зарегистрировано.

Рассчитаем среднее число погибших и раненых на 1 ДТП:

$$N_{1 \text{ ДТП}}^{\text{погиб}} = \frac{N_{\text{погиб}}^{\text{общ}}}{A}, \text{ чел} \quad (1)$$

$$N_{1 \text{ ДТП}}^{\text{ранен}} = \frac{N_{\text{ранен}}^{\text{общ}}}{A}, \text{ чел} \quad (2)$$

где: $N_{\text{погиб}}^{\text{общ}}$, $N_{\text{ранен}}^{\text{общ}}$ - это соответственно число погибших, раненных человек в общем количестве ДТП.

$$N_{1ДТП}^{погиб} = \frac{0}{51} = 0, \text{ чел}$$

$$N_{1ДТП}^{ранен} = \frac{94}{51} = 1,843, \text{ чел}$$

Средние потери от одного ДТП в Российской Федерации (без учета потерь, связанных с ущербом, причиняемым собственности, и общественных потерь) определяются по формуле 3:

$$B_i^{ДТП} = N_{1ДТП}^{погиб} \cdot \Delta A \times C_{1ДТП}^{смерт} + N_{1ДТП}^{ранен} \times \Delta A \times C_{1ДТП}^{ранен}, \quad (3)$$

где: $C_{1ДТП}^{смерт}$, $C_{1ДТП}^{ранен}$ - средние стоимости потерь от одного ДТП со смертельным исходом и ранением.

Потери в результате гибели человека в ДТП определяются по формуле 4:

$$C_c = \frac{ВРП \cdot K}{\text{Ч}}, \quad (4)$$

где: ВРП- валовый региональный продукт по Тюменской области в 2013 г, который составляет 5017946,8 млн. руб;

K- коэффициент инфляции 2016 года, равный 1,26;

Ч- количество экономически активных граждан Тюменской области на период 2013 года, равный 1975,4 тыс. человек.

Потери в результате поучения телесных повреждений человека в ДТП определяются из выражения:

$$C_{п} = \left(\frac{ВРП \cdot K \cdot 365}{\text{Ч}} \right) + t \cdot C_{реаб} + t \cdot C_{лек}, \quad (5)$$

где: ВРП- валовый региональный продукт по Тюменской области в 2013 г, который составляет 5017946,8 млн. руб;

K- коэффициент инфляции 2016 года, равный 1,26;

Ч- количество экономически активных граждан Тюменской области на период 2013 года, составляющее 1975,4 тыс. человек;

$C_{реаб}$ - стоимость реабилитации в лечебном учреждении, оцениваемая 490 руб/сут;

$C_{лек}$ - стоимость лекарственных препаратов, необходимых в период лечения в расчёте на один день составляет 1000р ;

t- период реабилитации, который зависит от степени тяжести полученных травм; лёгкие телесные повреждения - до 21 дня (40%); средняя тяжесть- свыше 21 дня до 40 дней(35%) ; тяжкий вред здоровью- до 6 месяцев (25%).

Результаты расчёта сведём в таблицу 1.

Потери в ДТП

Степень тяжести ранения	Стоимость, руб
Смертельное	3 194 847,5
Тяжёлое	1 168 523 346
Средней тяжести	1 168 305 896
Лёгкое	1 168 277 586

Библиографический список

1. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования , 1994 г. – М.: Стандартиформ, 1995. -22 с
2. Руководство по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах. Росавтодор, г. Москва, 2003г. – М.: Стандартиформ, 2004. -12 с
3. Программа совершенствования и развития улично-дорожной сети г. Тюмени до 2010 г с прогнозом до 2025 г
4. Программа развития транспортно - дорожного комплекса г. Тюмени на 2010г -2015 г, с прогнозом до 2020г

Научный руководитель: Данилов О.Ф., д.т.н., профессор.

Срок службы разметочных материалов

Субботина К.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Одна из самых актуальных проблем нашего времени- это проблема обеспечения безопасности движения на автомобильных дорогах. Одним из важнейших инструментов является дорожная разметка. Применение разметки позволяет снизить количество ДТП более чем на 20%. В связи с этим очень важно её обеспечивать высокое качество и максимальный срок службы.

Основными факторами, влияющими на срок службы разметки являются следующие показатели:

- качество дорожного покрытия и его подготовка к нанесению разметки;
- условия движения на участке нанесения разметки;
- качество разметочного материала;
- соблюдение технологии устройства разметки;

Особое внимание стоит уделить качеству разметочных материалов. В настоящее время рынки готовы предложить большой выбор продукции с различным химическим свойствами и способом применения. Популярным является применение красок, термопластиков и холодных пластиков. Любой из материалов должен отвечать требованиям ГОСТ Р52575-2006.

Показатели, оказывающие особое влияние на восприятие дорожной разметки водителями, а так же на срок службы материала:

- Коэффициент яркости разметки;
- Стойкость к статическому воздействию

Выбор материала должен зависеть в первую очередь от цели и условий применения разметки. Необходимо учитывать интенсивность движения, а так же природно- климатические условия.

Город Тюмень- один из динамично развивающихся городов России. Высокая интенсивность движения на дорогах и суровый климат оказывают неблагоприятное воздействие на срок службы дорожной разметки. В среднем он ограничивается до одного сезона, при этом производители нам обещают до года, с учётом снижения яркости на 25%.

Таблица 1

Характеристики материалов, применяемых в г. Тюмени

Параметры дорожной разметки	МКУ «Тюменьгортранс»				ОАО «ТОДЭП	
	Эмаль АК-511 «Магистраль»	Эмаль АК-505 «Магистраль»	Термопластик с МСШ ЛЮКС 106-600 мкм	Холодный пластик "HIGH-WAY COLDPLAST"	Эмаль АК-511 «Спринтер»	Термопластик с МСШ ЛЮКС 125-600 мкм «СТиМ Брест»
1. Коэффициент яркости разметки. %	89	70	85	84	90	90
2. Плотность, г/см ³	1,62	1,6	2,08	1,92	1,6	1,5
3. Условная вязкость, с	125	100	-	-	130	-
4. Степень перетира, мкм	40	70	-	-	50	-
5. Массовая доля нелетучих веществ, %	77	70	-	-	77	-
6. Время высыхания красок (эмалей) до степени 3 и отверждения термо- и холодного пластика, мин	14	15	5-9	15-20	14	5-9

7. Адгезия высохшей пленки к стеклу, баллы	1	1-2	-	-	1	-
8. Стойкость к статическому воздействию, ч - 3%-ного водного раствора хлорида натрия при температуре (0 ± 2) °С; - насыщенного водного раствора хлорида натрия при температуре (0 + 2) °С; - воды при температуре (20 ± 2) °С;	48	48	72	72	48	72

Таблица 1 составлена по данным, которые предоставили предприятия, выступающие заказчиками по нанесению разметки на улицах г. Тюмени.

Для того, чтобы оценить качество используемых материалов, необходимо:

- Выбрать экспериментальные участки;
- Произвести нанесение разметки;
- Отследить интенсивность движения на данном участке в течении сезона;
- По окончании сезона оценить состояние дорожной разметки.

В случае неудовлетворительного состояния предложить мероприятия по увеличению срока службы.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 51256-2011 Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. – М.: Стандартинформ, 2013. -20с
2. ГОСТ Р 52575-2006 Материалы для дорожной разметки. – М.: Стандартинформ, 2013. -7 с
3. Белов В.Д. Факторы влияющие на срок службы [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://textarchive.ru/c-2907522-p20.html>

Научный руководитель: Шуваев А.Н., профессор.

Фундаменты мобильных зданий. Выбор оптимальной формы пневматического фундамента

Суннес Е.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В современном мире в связи с развитием новейших технологий и с новыми потребностями общества все чаще используется термин "мобильность". В области строительства и архитектуры мобильные объекты делятся на три типа [1-4]. Первый тип – объекты мобильной архитектуры с собственной ходовой частью, позволяющей передвигаться самостоятельно или на буксире. Второй тип – быстровозводимые сооружения на основе гибких мембран и оболочек. С их помощью, Отто Фрей [5], например, смог перекрыть весьма больше пространства. Однако, для эффективной работы подобных конструкций требуются фундаменты, способные воспринимать значительные нагрузки от растяжек и стабилизирующих подсистем.

Третий тип – это перевозимые сборно-разборные здания, которые не имеют собственной ходовой части. Подобные здания и сооружения, как правило, выполняются по контейнерной или классической каркасной схеме и так же требуют устройства фундаментов.

Очевидно, что сооружение дорогостоящих фундаментов под некапитальные здания, экономически нецелесообразно. Поэтому в этой области строительства сформулировано несколько специальных требований [6]. Во-первых, фундаменты здесь должны отвечать общим принципам проектирования мобильных зданий – быть легкими и быстро возводимыми. Во-вторых, они не обязаны долго служить на одной площадке. В-третьих, для изготовления таких фундаментов, предпочтительно использование местных или легкодоступных материалов.

Перечисленные требования могут быть удовлетворены как за счет специальных конструктивных решений, так и за счет уточнения методов расчета [7-9, 10,11]. На практике этот путь чаще всего соответствует индивидуальному подходу к проектированию и к выбору конструктивных схем фундаментов, что контрпродуктивно. Поэтому представляется логичным ввести новое требование – требование заводской готовности фундаментов мобильных зданий с возможностью выбора однократного или многократного их использования в любых природных условиях вне зависимости от наличия подготовленной строительной площадки. Такой подход к строительству мобильных объектов является новым.

Тюменская область в части фундаментостроения является сложным регионом [8]. Это обусловлено разнообразием климатических условий на ее территории, низкими физико-механическими показателями грунтовых оснований, высоким уровнем и агрессивностью грунтовых вод, широким распространением торфяников и заторфованных грунтов, распространенностью вечномерзлых грунтов и глубоким сезонным промерзанием. В свя-

зи с этим она является хорошим практическим примером, того комплекса условий, в которых должны работать мобильные фундаменты некапитальных зданий.

Одним из вариантов, обеспечивающим решение задачи универсального фундамента заводской готовности, является использование пневматических конструкций, потому что по большинству формальных признаков, таких как: полная заводская готовность, универсальность, легкость, мобильность, адаптивность, низкое давление на грунт, нечувствительность к влагонасыщенности и заторфованности основания, низкая теплопроводность – это наиболее универсальный вариант. Однако, недостатком пневматических конструкций, который может воспрепятствовать реализации данной идеи, является их подвижность.

С целью определения путей обхода данного препятствия рассмотрим задачу устойчивости жесткой платформы (штампа) на пневматическом фундаменте, описываемом винклеровской моделью, где реакция основания под штампом r связана с осадкой w прямопропорциональной зависимостью с помощью коэффициента жесткости k . Для простоты рассуждений ограничиться двумерным случаем.

Тривиальный вариант этой задачи, когда главный вектор нагрузки P приложен в середине штампа, в рамках настоящего исследования практического интереса не представляет. Важен случай приложения главного вектора нагрузки на некотором расстоянии x_e от центра. При таких условиях осадка штампа равномерной не будет, но до момента потери устойчивости её можно описать формулой $w = w(x) = w_0 + tg\alpha \cdot x$, где w_0 – вертикальное перемещение центра, а α – угол наклона штампа. Из условия равенства нулю главного вектора и главного момента рассматриваемой системы легко определяются значения w_0 и $tg\alpha$:

$$w_0 = \frac{P}{Lk}; \quad tg\alpha = \frac{12Px_e}{L^3k}.$$

Видно, что при увеличении эксцентриситета возрастает угол наклона штампа. В конце концов, при достижении некоторого «критического» значения $x_{e \text{ крит}}$ произойдет его отрыв от поверхности основания. Пограничным является момент отсутствия осадки в одной из крайних точек. Такой ситуации соответствует значение

$$tg\alpha = \frac{2w_0}{L}.$$

С его помощью можно вычислить предельную величину эксцентриситета приложения главного вектора нагрузки, превышение которого приведёт к отрыву штампа от подстилающего основания с последующим его опрокидыванием. В рассматриваемом случае величина критического эксцентриситета задаётся формулой $x_{e \text{ крит}} = L/6$. То есть, с точки зрения устойчивости штампа, опирающегося на винклеровское основание, «безопасно» нагружать можно только его центральную треть. Это существенно

ограничивает возможности «безаварийного» загрузки платформы, лежащей на пневматическом фундаменте.

Представляет интерес модель взаимодействия штампа с основанием, реакция которого меняется по мере удаления от центра системы. Когда, например, $r = r(x) = -kwx^2$, «безопасная» область приложения главного вектора нагрузки составляет уже 60% поверхности штампа. Очевидно, что этот вариант предпочтительнее случая равномерной реакции основания.

В предельном случае – штамп опирается на основание только по краям – из условий равновесия следует, что

$$w = w(x) = \frac{P}{2k} \left(1 + \frac{4x_e}{L^2} \cdot x \right).$$

По данному выражению видно, что никакое из возможных положений главного вектора нагрузки в пределах штампа не вызывает опрокидывания. Это наиболее выгодная схема опирания нагруженной жесткой платформы на винклеровское основание.

Применительно к перспективе использования пневматических фундаментов для мобильных объектов, полученный результат обозначает, что, с точки зрения устойчивости, оптимальным является фундамент в форме баллона, уложенного по периметру здания. Такой пневматический фундамент аналогичен классическому ленточному фундаменту мелкого заложения.

Библиографический список

1. Панфилов А.В. Мобильная архитектура – архитектура адаптивная (Тезисы): Материалы международной студенческой научной конференции "Актуальные проблемы архитектуры и дизайна-2011" [Электронный ресурс] - <http://archvuz.ru/cont/299>
2. Панфилов А.В. Внедрение принципов мобильности в статическую архитектуру. [Электронный ресурс]- <http://www.jurnal.org>
3. Асаул А.Н., Казаков Ю.Н., Быков В.Л., Князь И.П., Ерофеев П.Ю. Теория и практика использования быстровозводимых зданий - СПб.: "Гуманистика", 2004. – 472 с.
4. Временные сборно-разборные здания и сооружения. [Электронный ресурс] - http://www.znaytovar.ru/gost/2/Sbornik_47_Vremennye_sbornoraz.html
5. Фрей Отто Висячие покрытия// М.: Госстройиздат, 1960. – 179 с.
6. ГОСТ 22853-86. Здания мобильные (инвентарные). Общие технические условия. Введ.01.01.1987// М. Изд-во стандартов, 1986
7. Рекомендации по проектированию фундаментов мобильных (инвентарных) зданий на вечномерзлых грунтах [Электронный ресурс] - http://www.znaytovar.ru/gost/2/RekomendaciiRekomendacii_po_pr109.html
8. Тетиор, А. Н. Прогрессивные конструкции фундаментов для условий Урала и Тюменской области / А. Н. Тетиор. – Свердловск: СреднеУральское издательство, 1971. – 91 с.

9. Крутов В.И. Фундаменты мелкого заложения [Текст]: рациональные конструкции и технологии устройства / В. И. Крутов, Е. А. Сорочан, В. А. Ковалев. – М.: АСВ, 2009. – 231 с.

10. Суппес, Е.А. Особенности фундаментов мобильных зданий. Суппес Е.А. В сборнике: Сборник материалов XV научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, соискателей и магистрантов Тюм-ГАСУ в двух томах В двух томах. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тюменский государственный архитектурно-строительный университет». 2015. С. 146-149.

11. Суппес, Е.А. Конструктивные особенности фашин, габионов, геоматов, георешеток. Область применения. Суппес Е.А. В сборнике: Актуальные проблемы архитектуры, строительства, энергоэффективности и экологии - 2016 Сборник материалов международной научно-практической конференции: в трех томах. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тюменский индустриальный университет». 2016. С. 150-155.

Научный руководитель: Бай В.Ф., канд. техн. наук, доцент.

О необходимости совершенствования транспортного пересечения улиц Пермякова и Широкая в г.Тюмени

Тимоховец В.Д., Кузук А.Ю.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

С появлением в России системы автокредитования приобретение транспортного средства стало доступным для большинства людей. В 2004 году более тридцати банков в Москве и других городах страны выдавали кредит на приобретение автомобиля на выгодных условиях (увеличение срока кредитования, быстрое оформление документов, сниженные процентные ставки и т.п.) [1]. В текущее время такие программы имеются практически во всех банках России. Наряду с демографическим ростом (за двадцать лет численность населения города Тюмени увеличилась на 69,6 %) происходит повышение уровня автомобилизации, уже на тысячу человек приходится 380 автомобилей [2]. Рост численности населения и количества автотранспортных средств демонстрируют, что данные параметры имеют высокий уровень корреляционной зависимости, и что уровень автомобилизации напрямую связан с программой автокредитования – резкий скачок количества личного транспорта приходится на 2004 год [3,4].

В пределах Тюмени существует большое количество «узких мест», устранение которых скажется, как на безопасности движения, стоимости пассажирских и грузоперевозок, так и на комфорте и удобстве перемещения.

Вопросы совершенствования улично-дорожной сети города рассматриваются кафедрой автомобильных дорог и аэродромов Тюменского индустриального университета [6,7].

Выявлено, что одним из наиболее затрудненных для проезда является перекресток улиц Широкой и Пермякова, данный узел представляет собой пересечение двух жизненно важных транспортных потоков города.

Одна из причин заторов на данном пересечении – активная застройка Восточного административного округа.

Для детального анализа был выполнен расчет параметров пересечения по методу «дистанционного мониторинга транспортных потоков по результатам спутникового наблюдения» [8]. Расчетная интенсивность транспорта на текущий год на улице Широкой составила 3156 авт./час, на улице Пермякова – 1464 авт./час.

Помимо общей интенсивности движения существенным является ее колебание в течение суток, а именно увеличение числа автомобилей в час пик [8].

Вследствие того, что в час пик интенсивность достигает высокого значения, повышается уровень опасности на дорогах. По данным ГИБДД города Тюмени вблизи пересечения произошло 26 аварий, из которых 15 столкновений автомобилей и 11 ДТП с участием пешеходов.

Светофорное регулирование на пересечении улиц выполнено с учетом измененных требований ГОСТ Р 52289-2004, который предусматривает разделение пешеходных и транспортных потоков [5]. Такое нововведение отрицательно сказалось на пропускной способности в связи с тем, что увеличилось время ожидания за счет включения «пешеходной фазы» минимум на 15–20 секунд, что эквивалентно проезду 8–12 автомобилей. Оптимальным решением будет разделение потоков не во времени, а в пространстве путем строительства подземных или надземных пешеходных переходов.

Рост интенсивности отразился на уровне шума в районе. По расчетам уровень шума находится в диапазоне от 90 до 120 дБА (третья группа шумов) [9]. При таких значениях возникают неприятные, часто болевые ощущения, которые способствуют развитию заболеваний слуховой системы.

Количество автомобилей также влияет на загрязнение окружающей среды, в том числе углекислым газом и в соответствии с расчетами его концентрация составляет на ул. Широкой 172 мг/м³, а на ул. Пермякова 72 мг/м³ при предельно допустимом значении 5 мг/м³ [9].

Одним из решений по повышению пропускной способности является увеличение количества полос движения. Но так как в рассматриваемом узле имеется капитальная многоэтажная застройка, возможность расширения улиц вследствие переноса красных линий сведена к минимуму.

Согласно программе, предложенной АО «Мостострой-11» и одобренной Главным управлением строительства Тюменской области принято построить на данном транспортном узле развязку в двух уровнях по типу

«клеверного листа». Не смотря на достоинства такой развязки, имеются ее недостатки, например: левый поворот производится при изменении траектории движения на 270 градусов; низкая скорость на соединительных rampах; сложность организации передвижения пешеходов.

Для рассмотрения и выбора оптимального варианта было принято решение выполнить работу по проектированию транспортных развязок индивидуального типа.

Предлагается развязка накопительного типа со сменно-сторонним движением (рис.1).

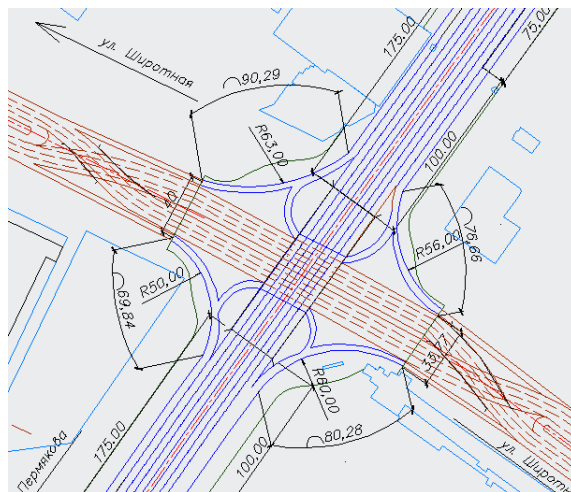


Рисунок 1. Схема транспортной развязки индивидуального проектирования

Данная развязка требует строительство трех путепроводов с необходимым количеством полос для каждого возможного направления, что приведет к минимальному снижению скорости движения на пересечении.

Развязка будет являться уникальным инженерным сооружением для города. За счет того, что в прямом направлении будет осуществлена смена сторон, с отклонением к левой части (для совершения без помех левоповоротного маневра) количество конфликтных точек будет минимально, а пропускная способность будет высокой. Строительство надземных и подземных пешеходных переходов, шумовых экранов сделает развязку удобной, безопасной и комфортной для жителей района, а также гостей города.

Библиографический список

1. Автокредитование в России: чем удобно, выгодно и как его получить? – Режим доступа: <http://avtourist.guru/avtokreditovanie>.
2. Тюмень – Википедия – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Тюмень#.D0.9D.D0.B0.D1.81.D0.B5.D0.BB.D0.B5.D0.BD.D0.B8.D0.B5>
3. Автомобилизация Тюмени – Rael. Мысли – Режим доступа: <http://raelrulez.livejournal.com/418011.html>.

4. Реферат: Экономическое обоснование расширения дилерских услуг по продаже и сервисному обслуживанию автомобилей на примере ООО «Полюс - Дм» - Режим доступа: <http://refy.ru/114/355536-2-ekonomicheskoe-obosnovanie-rasshireniya-dilerskih-uslug-po-prodazhe-i-servisnomu-obsluzhivaniyu-avtomobiley-na-primere-ooo-polyus-dm.html>.

5. ГОСТ Р 52289-2004 Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств (с Изменениями N 1, 2, 3). – М.: Стандартинформ, 2006. – 100 С.

6. Санников, С.П. Обоснование типа транспортной развязки на пересечении улиц Николая Фёдорова – Широкая в г. Тюмени / С.П. Санников, В.Д. Тимоховец, Н.П. Сергиенко // Строительный вестник Тюменской области. – 2016. - №2 (76). – С.42-45.

7. Санников, С.П. Обоснование конструктивно-технологических решений по совершенствованию транспортного узла на пересечении ул. 50 лет Октября с ул. Пермякова в г. Тюмени / С.П. Санников, М.Б. Пантелеева // Сборник материалов X международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения д-ра. техн. наук, профессора Л.Г. Резника: «Организация и безопасность дорожного движения». – Тюмень, 2017. – С. 287–294.

8. Testeshev, A.A., Timohovetz, V.D. (2017, January). Methodology of traffic flows remote monitoring in the Ural Federal District largest cities using satellite monitoring data. AIP Conference Proceedings, Volume 1800, Issue 1. Retrieved March 30, 2017, from <http://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.4973066>.

9. Скипин Л.Н., Захарова Е.В. Экология: методические указания для студентов направления: 270800.62 «Строительство», всех форм обучения. – Тюмень: РИО ФГБОУ ВПО «ТюмГАСУ», 2014. - 52 С.

Научный руководитель: заведующий кафедрой автомобильных дорог и аэродромов Санников Сергей Павлович

Типизация улиц и городских дорог крупнейших городов Российской Федерации

Тимоховец В.Д., Сысуев Д.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

При проектировании объектов дорожной инфраструктуры геометрические и транспортно-эксплуатационные параметры улиц и городских дорог определяются спросом на движение [1].

В процессе жизненного цикла, при включении новых транспортных районов, появление новых объектов притяжения, функциональное назна-

чение улиц может изменяться. Это проявляется в несоответствии фактических параметров транспортным и функциональным потребностям и категориям действующей классификации.

По результатам выполненных статистических исследований в настоящее время всего 9% улиц и городских дорог крупнейших городов РФ соответствуют современным требованиям интенсивности движения.

Несоответствие классификации приведенной в нормативных документах реальным условиям движения, предопределила потребность более детального разделения улиц и городских дорог на типы. Необходимость типизации возникла при разработке методики дистанционного мониторинга транспортных потоков (ТП) методом спутникового наблюдения [2].

Современные нормативно-технические документы на проектирование и содержание автомобильных дорог различают городские дороги и улицы по группам и категориям [1,3]. Категорийность улиц и городских дорог приведенная в нормативной литературе и значения, полученные при дистанционном видеочете интенсивности движения транспортных средств (ТС) приведены в таблице 1.

Таблица 1

Таблица сравнения нормативных и фактических значений

Параметры и характеристики	Группы улиц	
	Магистральная	Районного значения
Скорость движения, км/ч	80 (60) $\Delta=20\%$	70 (60) $\Delta=10\%$
Число полос движения	4-8 (6-14) $\Delta=150-190\%$	2-4 (4-6) $\Delta=100-150\%$
Интенсивность, авт./сут.	1000-3000 (75000-85000)	1000-3000 (18000-25000)

На основе анализа полученных данных можно сделать выводы о несоответствии расчетной скорости установленной категории в среднем на 15%, числу полос движения до 150%, а актуальным требованиям интенсивности в 7,5-20 раз.

В связи с этим была установлена необходимость разработки типизации улиц и городских дорог, выполненная в следующей последовательности:

1. Проведение мониторинг интенсивности движения на улицах и дорогах крупнейших городов РФ, используя источники удаленного доступа;
2. Разработка функциональных зависимостей изменения интенсивности движения ТС в течение суток;
3. Статистическая обработка с выявлением интервалов времени с характерными значениями интенсивности по каждой из рассматриваемых улиц методом «Максимумов и минимумов» были графически выявлены;
4. Разработка типизации улиц и городских дорог крупнейших городов РФ.

В ходе решения поставленных задач для получения достоверной информации были выполнены исследования для 11 крупнейших городов на

78 улицах и городских дорогах с общим числом измерений – 312, из расчета о 4 замера на каждый транспортный объект.

С учетом нахождения покрытия проезжей части в различных расчетных состояниях в различные дни недели мониторинг интенсивности выполнялся в течение 24 ч и проводился с привязкой к часовым поясам других регионов Российской Федерации. Вследствие снижения в ночное время интенсивности движения учет не выполнялся с 24:00 до 6:00.

Полученные материалы снимались со стационарных камер видеонаблюдения, таких как: LINK NC326G, D-Link DCS-6510/EP, PROvision PVMD-IR700MD1 и другие, после чего через общегородские информационные порталы были занесены в программный комплекс Camtasia Studio [4].

По полученным данным построены графические зависимости изменения интенсивности движения транспортных средств (рис. 1), в ходе анализа которых установлены закономерности суточного изменения интенсивности:

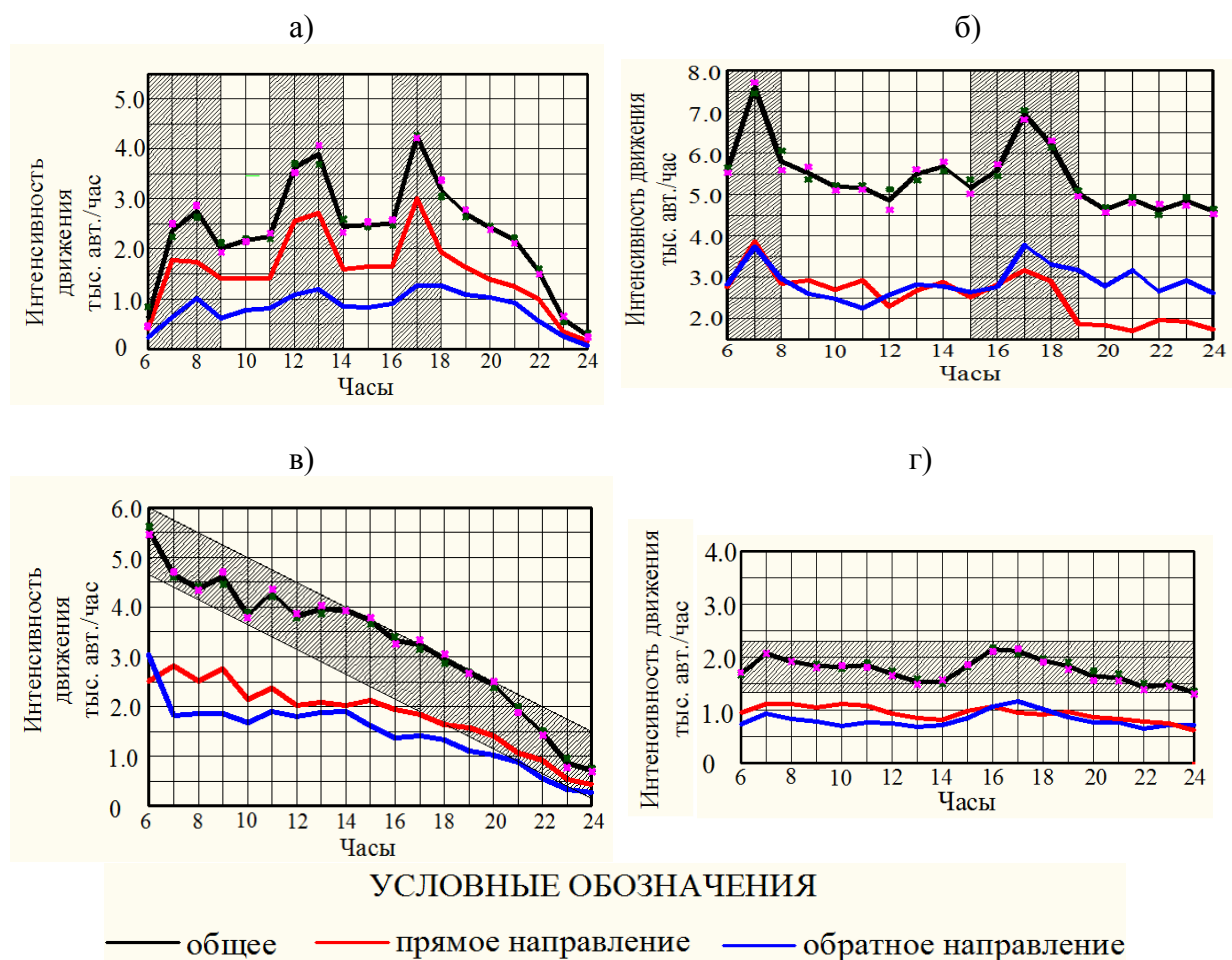


Рисунок 1. Графические зависимости изменения интенсивности движения:

- а – I тип ул. Ленина (г. Иркутск);
- б – II тип пр. Волгоградский (г. Москва);
- в – III тип – ул. Танковая (г. Новосибирск);
- г – IV тип ул. Московский тракт (г. Тюмень)

I тип – наивысшая интенсивность в утренние и вечерние часы;
 II тип – максимальная интенсивность в утренние и в вечерние часы, незначительный скачок интенсивности в обеденные часы;
 III тип – убывающая интенсивность от утренних часов к вечерним;
 IV тип – равномерная интенсивность в течение дня.
 На основании установленных закономерностей выполнено распределение улиц и городских дорог по крупнейшим городам РФ по типам (табл. 2).

Таблица 2

Типизация улиц и дорог крупнейших городов России (фрагмент)

Наименование города	Тип дорог и улиц			
	I	II	III	IV
Москва	Енисейская	пр. Волгоградский	Пречистенка	Дмитровское шоссе
Новосибирск	Никитина	пл. Ленина	Танковая	Большевицкая
Иркутск	Ленина	Республики	Полярная	Розы Люксембург
Тюмень	Ямская	Пермякова	Полевая	Московский тракт

Таким образом, разработанная типизация позволит более детально и точно определять интенсивность движения ТС по методу дистанционного мониторинга, учитывать изменения интенсивности для организации работ по содержанию и ремонту, за счет перераспределения потоков автомобилей в пределах города или района и как следствие значительно снизить количество транспортных заторов и число ДТП.

Библиографический список

1. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений, 2011. – 114 с.
2. Testeshev, A.A., Timohovetz, V.D. (2017, January). Methodology of traffic flows remote monitoring in the Ural Federal District largest cities using satellite monitoring data. AIP Conference Proceedings, Volume 1800, Issue 1. Retrieved March 30, 2017, from <http://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.4973066>.
3. ГОСТ Р 50597. Автомобильные дороги. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения.
4. Камера уличная // Каталог. – 2017 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.geocam.ru/in/russia/>.

Научный руководитель: Тестешев А.А., канд. техн. наук, доцент

Анализ наличия и распространения на юге Тюменской области грунтов, пригодных для дорожного строительства

Тюленев А.О., Замятин А.В.

Тюменский индустриальный университет, г.Тюмень

Развитие транспортной системы страны является в настоящее время необходимым условием реализации инновационной модели экономического роста Российской Федерации и улучшения качества жизни населения. [1]

Реализация федеральной целевой программы «Развитие транспортной системы России (2010 – 2020 годы)» ставит ряд задач по развитию современной транспортной инфраструктуры.

Традиционно обеспечение прочности и ровности дорожного полотна достигается путём применения щебня и гравия в составе смесей или в чистом виде. Однако, в ряде регионов России, в том числе и Тюменская область, отсутствуют залежи прочных каменных материалов. Несмотря на это, Тюменская область входит в группу регионов с наибольшей «щебневой потребительской корзиной». В связи с этим встаёт вопрос о транспортировке щебня и гравия из соседних регионов, что ведёт к значительному удорожанию строительства.[2]

В сложившейся ситуации актуальным является применение местных материалов, в том числе грунтов пригодных для дорожного строительства, как в земляном полотне, так и в дорожной одежде. Альтернативой применения щебня в основании является использование грунтов обработанных минеральными вяжущими (цементогрунт).

Большое разнообразие грунтов предоставляет широкий спектр возможностей по применению местных грунтов в дорожном строительстве. В то же время каждая разновидность грунта требует подбора индивидуальной и точной технологии укрепления, ввиду особого поведения полученного материала.[2] В связи с этим, прежде всего, нужно провести анализ наличия и распространения грунтов на юге Тюменской области.

Тюменская область занимает часть крупнейшей в мире Западно-Сибирской плиты.[3] По итогу анализа графических и текстовых документов о геологическом строении Западно-Сибирской плиты [3;4] можно сделать вывод о наиболее широком распространении на территории юга Тюменской области четырёх видов грунтов:

- глин времен позднего олигоцена (палеоген);
- глин, песков и алевролитов неогеновой системы (неоген);
- суглинков, супесей и песков аллювиального и озерно-аллювиального генетического типа времен позднего плейстоцена (четвертичный период);
- суглинков и супесей субаэрального генетического типа (четвертичный период).

В связи с огромной мощностью четвертичных отложений, достигающей 300-400 м. добыча грунтов неогеновой и палеогеновой систем представляется затруднительной. Глины и суглинки непригодны для укрепления, так как требуют больших затрат механической энергии и чрезмерного расхода вяжущих материалов при обработке, что экономически невыгодно.[2]

Согласно выписке из Государственного реестра участков недр, предоставленных для добычи полезных ископаемых по территории Тюменской области на 9 января 2017 года, действуют 640 лицензий на разведку и изучение залежей полезных ископаемых и их добычу. По 182 лицензиям ведется добыча грунтов. В том числе по 42 лицензиям грунт добывается целенаправленно для отсыпки дорог.

На примере предприятия АО «ТОДЭП» было рассмотрено соотношение объемов добычи грунтов. Информация с 21 карьера о средних ежегодных и общих объемах разработки грунтов представлена в таблице 1. Соотношение объемов добычи представлено на рисунке 1.

Таблица 1

Объемы добычи грунтов по типам

		Грунт		
		Песок	Супесь	Суглинок
Число карьеров		8	4	16
Объем грунта, тыс.м ³	Ежегодно	>680,51	>416,60	>780,95
	Всего	2727,22	1741,80	2450,76

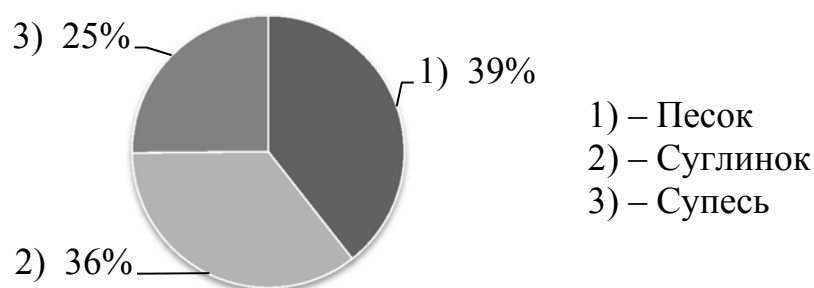


Рисунок 1. Соотношение общих объемов добычи грунта по типам

Вывод

Таким образом, на территории юга Тюменской области пески, супеси и суглинки имеют наиболее широкое распространение, огромные мощности и доступность для разработки. Добыча грунта данных разновидностей ведется активно в больших объемах. Объемы добычи примерно равнове-

лики. Согласно классификации грунтов по пригодности для укрепления вяжущими [2], данные грунты пригодны для укрепления. В дальнейшем будут проведены испытания укрепленных грунтов с улучшенными физико-механическими свойствами на основе данных грунтов.

Библиографический список

1. Развитие транспортной системы России (2010-2022 годы) (с изменениями на 27 февраля 2017 года): федеральная целевая программа: утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 5 декабря 2001 года №848. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807416/>

2. Дорожные одежды из укрепленных грунтов/ В.М. Безрук. – М.: Высш. шк., 1969. – 330 с.

3. Атлас Тюменской области/ Огороднов Е.А. – Москва-Тюмень: Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1971. – 198 с.

4. Западная Сибирь// Геология и полезные ископаемые России. В шести томах. Т.2/ Глав. ред. В.П. Орлов. Ред. 2-го тома: А.Э. Конторович, В.С. Сурков – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. – 477 с. (МПР РФ; РАН, СНИИГГиМС, ВСЕГЕИ)

Научный руководитель: Замятин А.В., канд. техн. наук, доцент.

Анализ причин неудовлетворительной работы циркуляции системы горячего водоснабжения

Клецин В.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Система горячего водоснабжения нового 14-ти этажного двухсекционного жилого дома показывала неудовлетворительную работу циркуляции воды, что проявлялось в низкой температуре горячей воды ниже нормативного значения 50 °С и приводило к значительным перерасходам чистой воды в результате сброса ее в канализацию.

Целью работы является анализ причин неудовлетворительной работы циркуляции системы горячего водоснабжения и пути их устранения.

Система горячего водоснабжения жилого дома однотрубная, двухсекционная. Трубы системы горячего водоснабжения выполнены из полипропилена фирмы Wavin Ekoplastik. Схема организации системы горячего водоснабжения приведена на рисунке 1.

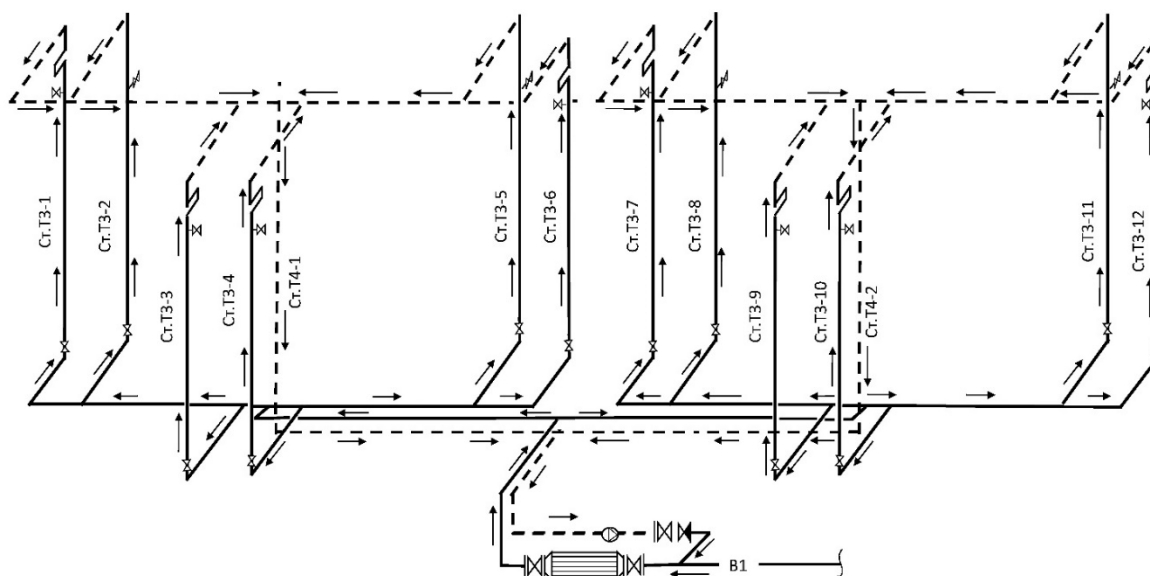


Рисунок 1. Схема системы горячего водоснабжения двухсекционного жилого дома

В соответствии с поставленной целью в исследовании решались следующие задачи: 1) исследование существующей системы горячего водоснабжения здания; 2) проведение теоретического анализа и выявление возможных причин, вызывающих нарушение работы циркуляции системы горячего водоснабжения; 3) выбор направления исследования для устранения причины неудовлетворительной работы системы; 4) выполнение гидравлического расчета и проверка увязки системы горячего водоснабжения; 5) определение возможных вариантов увязки системы; 6) устранение неувязки потерь напора по контурам.

Проведен теоретический анализ возможных причин нарушения работы циркуляции, выделено шесть основных причин приводящих к нарушению работы циркуляции горячего водоснабжения [1]: 1) завоздушенность системы горячего водоснабжения; 2) не работает циркуляционный насос; 3) на системе горячего водоснабжения установлено дополнительное оборудование, не предусмотренное проектом, например, устройство теплого водяного пола; 4) установлен циркуляционный насос с параметрами менее требуемых; 5) не увязана система горячего водоснабжения по циркуляционным контурам; 6) устройство на системе холодного водоснабжения оборудования без обратных клапанов, что приводит к подмешиванию холодной воды в систему горячего водоснабжения, например, устройство электрического бойлера для приготовления горячей воды без обратного клапана перед стояком ГВС.

После исследования существующей системы горячего водоснабжения рассматриваемого жилого дома предполагалось, что причиной отсутствия циркуляции является разбалансированность системы, т.е. не выровнены потери напора по стоякам, в результате циркуляция идет по направлениям с меньшими потерями напора.

Для подтверждения данного предположения был выполнен расчет системы горячего водоснабжения в режиме водоразбора и в режиме циркуляции. По методике СНиП 2.04.01-85* «Внутренний водопровод и канализация зданий» [2] с учетом вероятности действия приборов определены расчетные максимальные секундные расходы воды по участкам и стоякам. Потери напора по всем расчетным направлениям определены с использованием таблиц для гидравлического расчета полипропиленовых труб от компании-производителя Wavin. Определены циркуляционные расходы воды по теплотерям в системе подающих трубопроводов горячего водоснабжения, проверены параметры циркуляционного насоса [1, 2, 3].

Проведенный гидравлический расчет системы горячего водоснабжения доказал, что причиной неудовлетворительной циркуляции является отсутствие увязки потерь напора по контурам, так как потери напора по стоякам отличаются более чем на 10%, результаты расчетов приведены в таблице 1.

Обычно для увязки системы и выравнивания потерь напора по контурам используют следующие способы: 1) увязка потерь напора соответствующим подбором диаметров подающих и циркуляционных стояков; 2) увеличение потерь напора на участках путем увеличения циркуляционного расхода горячей воды по стоякам, но не более чем на 30 %; 3) установка дроссельных диафрагм с диаметром отверстий не менее 10 мм на циркуляционных стояках или перед врезкой в сборный трубопровод; 4) применение регулирующих или балансировочных клапанов для уравнивания потерь напора.

Так как система горячего водоснабжения дома смонтирована, поэтому способы 1 и 2 исключены, предложено для уравнивания потерь напора использовать балансировочные клапаны.

Балансировочные клапаны получили широкое распространение для гидравлической балансировки систем циркуляции горячего питьевого водоснабжения.

Таблица 1

Результаты гидравлического расчета по стоякам системы горячего водоснабжения

№ стояка	Участки		№ стояка	Участки		№ стояка	Участки		№ стояка	Участки		№ стояка	Участки		№ стояка	Участки	
	h на участке, м	h на участке, м		h на участке, м	h на участке, м		h на участке, м	h на участке, м		h на участке, м	h на участке, м						
Ст.Т3-1	1-2	0,21	Ст.Т3-2	1-2	0,21	Ст.Т3-3	1-2	0,21	Ст.Т3-4	1-2	0,21	Ст.Т3-5	1-2	0,21	Ст.Т3-6	1-2	0,21
	2-3	0,30		2-3	0,30		2-3	0,30		2-3	0,30		2-3	0,30			
	3-5	0,01		3-5	0,01		3-5	0,04		3-4	0,04		3-4	0,01			
	5-6	0,10		5-6	0,10		5-10	0,07		4-11	0,07		4-7	0,10			
	6-8	0,16		6-9	0,07		10-16	1,27		11-17	1,27		7-12	0,07			
	8-14	2,64		9-15	1,08								12-18	1,08		13-19	2,64
Σh Ст.Т3-1=3,42			Σh Ст.Т3-2=1,77			Σh Ст.Т3-3=1,89			Σh Ст.Т3-4=1,89			Σh Ст.Т3-5=1,77			Σh Ст.Т3-6=3,42		

Достоинством данного оборудования является наличие термального привода, который позволяет осуществлять регулирование температуры воды в циркуляционной системе. Регулирование производится для нормативного диапазона температур от +50 °С до +60 °С, при достижении заданного максимального значения температуры потери напора по данному направлению автоматически увеличиваются, в результате циркуляция осуществляется по другому контуру с меньшими сопротивлениями.

На основании проведенных исследований сделаны следующие выводы: 1) часто причиной неудовлетворительной работы циркуляции является отсутствие гидравлической увязки системы по контурам или не соответствие параметров циркуляционного насоса запроектированной системе; 2) для увязки потерь напора по контурам в процессе эксплуатации оптимальным является установка балансировочных клапанов.

Библиографический список

1. Чистяков Н.Н. и др. Повышение эффективности работы систем горячего водоснабжения. - М., 1988. - 314с.
2. СНиП 2.04.01-85*. Внутренний водопровод и канализация зданий/ Госстрой СССР- М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986 – 56с.
3. Внутренние санитарно-технические устройства. Часть 2 Водопровод и канализация. Под редакцией И.Г. Староверова. – М.: Стройиздат, 2014.- 247с.

Научный руководитель: Белова Л.В., старший преподаватель; Русейкина С.И., старший преподаватель

Настенные кондиционеры нового поколения

Зайцев А.Е., Кудакаев А.Р.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Введение

При включении кондиционера пользователь, желая ощутить комфорт как можно быстрее, выставляет в качестве целевой завышенную или заниженную температуру. Такое действие ведет к явному перерасходу энергии и нецелесообразной нагрузке на кондиционер, а следовательно, к увеличению платы за работу прибора и снижению его ресурса.

Кондиционер с датчиком I-SEE

Инфракрасный датчик «I SEE» сканирует температуру поверхности пола и определяет зону, в которой температура существенно отличается от целевого значения.

Конструкция

Чтобы достичь высокой энергоэффективности компанией Mitsubishi Electric были разработаны новые компрессоры. Теплообменник наружного блока разбит на три секции, в которые хладагент поступает через индивидуальные расширительные вентили.

Удалось добиться рекордно низкого уровня шума работы внутреннего блока 20 дБ. Однако главное изменение состоит в том, что новая система не просто распознает месторасположение человека, но и определяет:

- как человек одет и обут;
- человек лежит, сидит или стоит;
- степень тепловыделений от человека ;
- здоров человек или у него заболевания с повышенной температурой.

Формирование индивидуального микроклимата для нескольких людей осуществляется при помощи новой воздуховыводящей системы.

Кондиционеры оснащены фирменной системой плазменной фильтрации воздуха Plasma Quad, которая удаляет до 99% вирусов и микробов, находящихся в воздухе.

Области применения

Рассмотренные новшества применяются не только в бытовой серии кондиционеров, но и полупромышленной серии для общественных и административно-бытовых заданий

Отличия от предыдущего поколения

- Датчик «I SEE»;
- Система очистки воздуха «Plasma Quad»;
- Новая система выпускных жалюзи;
- Трех секционные теплообменники;
- Более низкий уровень шума;
- Более высокая энергоэффективность.

Экономический расчет

Капитальные затраты

Капитальные затраты складываются из стоимости оборудования и стоимости монтажа. Капитальные затраты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Капитальные затраты

Модель кондиционера	Стоимость, руб.	Стоимость монтажа, руб.	Всего, руб.
MSZ-HJ25VA	47000	7500	54500
MSZ-FH25VE2	80000	7500	87500

Эксплуатационные затраты

Для подсчета и сравнения эксплуатационных расходов рассматриваемых моделей кондиционеров поставим их одинаковые условия: площадь помещения 20 м², высота помещения 3 м, наружная температура 26° С, внутренняя температура 29° С, температура комфорта 18° С, температура выставленная пользователем 15° С. Расчет производим для кондиционеров:

1. MSZ-HJ25VA (Холодопроизводительность 2,5 кВт, потребляемая мощность 0,73 кВт, минимальный расход воздуха 228 м³/ч);

2. MSZ-FH25VE2 (Холодопроизводительность 2,5 кВт, потребляемая мощность 0,485 кВт, минимальный расход воздуха 234 м³/ч).

Определим разницу температуры на которую нужно охладить воздух, чтобы его температура стала комфортной

$$t_{\text{конд}}^{\text{норм}} = 29 - 18 = 11^{\circ}\text{C}.$$

Вычислим разницу температур на которую нужно охладить воздух по настройке пользователя

$$t_{\text{конд}}^{\text{комф}} = 29 - 15 = 14^{\circ}\text{C}.$$

Рассчитаем Холодильный коэффициент E_x , по формуле $E_x = \frac{Q_x}{N}$

$$E_x^{\text{станд}} = \frac{2,5}{0,73} = 3,42;$$

$$E_x^{\text{нов}} = \frac{2,5}{0,485} = 5,15.$$

Определим время необходимое для охлаждения

$$t_{\text{охл}}^{\text{станд}} = \frac{60}{228} = 0,26 \text{ ч};$$

$$t_{\text{охл}}^{\text{нов}} = \frac{60}{234} = 0,256 \text{ ч}.$$

Рассчитаем количество теплоты, которое необходимо отвести для достижения комфортной температуры и температуры, выставленной пользователем по формуле $Q = c \cdot L \cdot t$

$$Q^{\text{польз}} = 1005 \cdot \frac{228}{3600} \cdot 14 = 891,1 \text{ Вт};$$

$$Q^{\text{нов}} = 1005 \cdot \frac{234}{3600} \cdot (25 - 20) = 326,6 \text{ Вт}.$$

Определим количество потребляемой энергии по формуле $N_{\text{потр}} = \frac{Q}{E_x}$

$$N_{\text{потр}}^{\text{комф}} = \frac{891,1}{3,42} = 260,55 \text{ Вт};$$

$$N_{\text{потр}}^{\text{нов}} = \frac{326,6}{5,15} = 63,4 \text{ Вт}.$$

Определим необходимое количество холода в энергосберегающем режиме

$$Q^{\text{сбер}} = 1005 \cdot \frac{234}{3600} \cdot 1 = 65,325 \text{ Вт}.$$

Рассчитаем потребление энергии в энергосберегающем режиме

$$N_{\text{потр}}^{\text{сбер}} = \frac{65,325}{5,15} = 12,68 \text{ Вт.}$$

Определим экономию

$$\varepsilon = \frac{260,55 - 63,4}{260,55} \cdot 100\% = 75,66\%.$$

Вывод

Данная модель имеет свои преимущества по сравнению с моделями предыдущего поколения. Из главных достоинств можно выделить:

1. Нет необходимость регулировать работу кондиционера;
2. Возможность удаленного запуска;
3. Поток охлажденного воздуха воздействует на область возле человека;
4. Низкий уровень шума;
5. Низкие эксплуатационные расходы (экономия до 76%).

Главный недостаток данной модели высокие капитальные вложения.

Библиографический список

1. Каталог Mitsubishi Electric «Климатические системы '17», 2017-С.240.
2. <https://www.mitsubishielectric.ru>
3. <http://www.pt-tmn.ru>
4. <http://air-servis72.ru>

Научный руководитель: Молостова И.Е., ассистент кафедры ТГВ

Современные системы местной вентиляции

Шестопалова Е.И., Кудакаев А.Р.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Система PremiVent – это инновационный оконный вентилятор с регенерацией тепла. Основные составляющие данной системы – это:

- 1) Энтальпийный теплообменник, обеспечивающий рекуперацию тепла до 82% и восстановление ваги до 70%;
- 2) Фильтр наружного воздуха G4 – грубой очистки (F7 – средней очистки), отработанного воздуха G4 – грубой очистки;
- 3) Вентиляторы для приточного и вытяжного воздуха;
- 4) Обратные клапана КПО, обеспечивающие автоматическое отключение системы PremiVent;

Система может обеспечивать воздухообмен от 10 м³/ч до 50 м³/ч ± 10%. Эффективную работу PremiVent обеспечивает при температурных пределах

до минус 10°C. В том случае, если температура опускается ниже минус 20°C или поднимается выше плюс 40°C, то система автоматически выключается с помощью обратных клапанов КПО.

Так как в данной системе используется энтальпийный теплообменник, то процесс обработки воздуха идет по политропе.

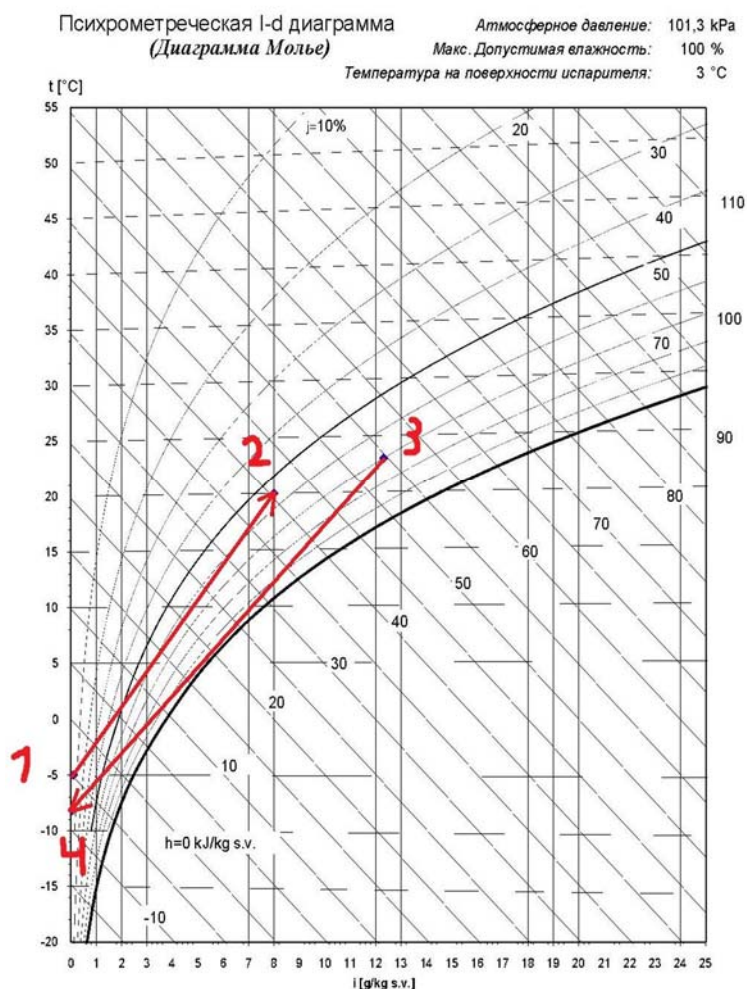


Рисунок 1. Политропный процесс обработки воздуха в системе PremiVent

Так как данная система предназначена для работы в климатических условиях до минус 10°C, то целью нашей работы мы поставили адаптировать PremiVent для условий города Тюмени. Зададимся температурой наружного воздуха равной температуре наиболее холодной пятидневки минус 35°C (по СП 131.13330.2012) и температурой внутреннего воздуха равной плюс 20°C, температурой выходящего воздуха равной плюс 23°C.

Исходные данные:

$$L=50\text{м}^3/\text{ч}=0,013889\text{м}^3/\text{с}$$

$$t_{p.o}=-35$$

$$t_{нар}=-5^{\circ}\text{C};$$

$$t_{вн}=20^{\circ}\text{C}$$

$$t_{вых}=23^{\circ}\text{C}$$

$$\eta_x=80\%=0,8$$

$$t_{выбр}=?^{\circ}\text{C}$$

$$N_{калориф}=?\text{кВт}$$

Решение:

Расчитаем температуру выбрасываемого воздуха через формулу коэффициента полезного действия системы PremiVent

$$\eta_x = \frac{t_{вн} - t_{нар}}{t_{вых} - t_{выбр}}$$

$$t_{выбр} = t_{вых} - \frac{(t_{вн} - t_{нар})}{\eta_x}$$

$$t_{выбр} = 23 - \frac{(20 - (-5))}{0,8} = 8,2^{\circ}\text{C}$$

Высчитаем количества тепла, необходимое для подогрева воздуха в зимний период с температуры минус 35°C до минус 5°C по формуле $Q = c \cdot L \cdot \rho \cdot \Delta t$

$$Q = 1009 \cdot 0,013889 \cdot 1,395 \cdot (-5 - (-35)) = 586,49 \text{ Вт} = 0,6\text{кВт}$$

Подберем электрокалорифер с мощностью 0,6кВт: нагреватель SALDA ЕКА 100-0,6-1f

Расчитаем необходимую длину электронагревательных ТЭН для мощности 0,6кВт: ГОСТ 13268-88 (СТ СЭВ 171-87) Электронагреватели трубчатые Ду 8,0мм, нержавеющая жаростойкая сталь, $N_0=5,0 \text{ Вт/см}^2$

$$S_{пов} = \pi \cdot d \cdot l = 3,14 \cdot 0,8 \cdot l = 2,513\text{см}^2/\text{см}$$

$$N_l = N_0 \cdot S_{пов} = 12,56637 \text{ Вт/см}$$

$$l = \frac{Q}{N_l} = \frac{600}{12,56673} = 47,764\text{см} = 48\text{см}$$

Так как установка экспериментальна, и еще не выпущена в производство, то сказать ее действительную стоимость не представляется возможным. Поэтому мы оценили ее стоимость, исходя из компонентов.

Стоимость немодернизированной системы:

1. Вентилятор Vitro 6/150 М - 2 шт;

$$4200 \text{ руб} \cdot 2 = 8400 \text{ руб};$$

2. Фильтр Silverstone 120мм - 2 шт;

$$1616 \text{ руб} \cdot 2 = 3232 \text{ руб};$$

3. Обратный клапан КПО - 2 шт;

$$900 \text{ руб} \cdot 2 = 1800 \text{ руб}$$

4. Теплообменник энтальпийный - 1 шт;

$$25000 \text{ руб} \cdot 1 = 25000 \text{ руб};$$

Итого: $1,1 \cdot (8400 + 3232 + 1800 + 25000) = 42275,2 \text{ руб.}$

Стоимость модернизированной системы с электрическим калорифером:

1. Воздухонагреватель электрический Salda ЕКА NV 100-0,6 - 1 шт;
2856 руб * 1 = 2856 руб.

Итого: $1,1*(38432 + 2856) = 45416,8$ руб.

Стоимость модернизированной системы с воздушными ТЭНами:

1. Электронагреватель трубчатый (ТЭН) по ГОСТ 13268-88 - длиной 48 см обозначение Т из нержавеющей стали, потребляемая мощность 0,6 кВт;
160 руб;

Итого: $1,1*(38432 + 160) = 42451,2$ руб.

По итогам нашей работы мы сравнили известные местные системы вентиляции, такие как климатические клапаны и профильные системы с системой PremiVent, результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительная таблица

Технология	Производительность, м ³ /ч	Стоимость, руб.	Эксплуатационные затраты, руб/год
Климатические клапаны	10 – 41(120)	600 – 7500	0 (203,4)
Профильные системы	2 – 20	14000 – 21000	-
PremiVent	10 – 50	42275,2	67,8
PremiVent с калорифером		45416,8	4526,1
PremiVent с ТЭНами		42451,2	4526,1

Библиографический список

1. Каталог «Zehnder». – М, 2016. - 4 с.
2. Каталог «TROCAL». – Troisdorf, 2014. – 5 с.
3. Каталог «КВЕ. Техническая документация». – Berlin, 2010. – 39 с.
4. <http://www.premivent.com>;
5. <http://air-box.ru>
6. <http://kiv-125.ru>

Научный руководитель: Вяткина С.Д, старший преподаватель кафедры ТГВ

Расчет параметров для горизонтальных и трубчатых отстойников

Глущенко Е.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Йод в чистом виде применяется в медицине, бальнеологических целях, аналитической химии, органическом синтезе и фотографии. В природных условиях в чистом виде йод почти не встречается и, как правило, в водах природных источников присутствует в смеси с другими соединениями. Обязательной операцией для извлечения йода является концентрирование, и последующее разделение с целью получения чистого продукта. В нашем случае источником наличия йода в воде является подземная минеральная вода санатория – профилактория «Сосновый бор» с. Памятное, принятая для получения йода методом электролиза. В результате воздействия электрического поля на подземную воду в процессе ее электролиза образуются органические и неорганические кислоты, которые обладают коррозионным действием, и большое количество кальциевых отложений с высоким электрическим сопротивлением. В процессе предварительных исследований необходимо было свести до минимума содержание кальция в исследуемой воде и его отложений на поверхности электролизатора. Предварительная обработка воды с целью снижения солесодержания осуществлялась реагентным способом.

В задачу исследований входило выявление метода перевода растворенных примесей кальция и магния в нерастворимые [1,2] с последующим определением расчетных параметров отстойника.

Предварительные исследования по снижению содержания ионов кальция и магния проводились в лабораторных условиях на реальной воде с применением стандартных методик в цилиндрах объемом 500 мл. В отобранный объем исходной воды добавлялось расчетное количество извести - 212 и 106 мг/л, 1800, 2100, 875 и 1045 мг/л соды и на последнем этапе с целью интенсификации процесса выпадения образующихся соединений добавлялся коагулянт.

Результаты измерений качественного состава воды в зависимости от доз и сочетания реагентов приведены в таблице 1.

В дальнейших расчётах сооружений в основу приняты результаты по обработке воды в пробе с 1045 мг/л соды и 30 мг/л коагулянта (4 проба), в которой достигнуты минимальное содержание кальция, железа и мутности.

Выявление расчетных параметров осаждения взвеси осуществлено методом технологического моделирования [2, 3] с применением уравнений:

$$u_0 = P \cdot \frac{h}{t}, \quad (1)$$

$$P = \frac{M_{нач} - M_k}{M_{нач}}, \quad (2)$$

где P – эффект очистки; $M_{\text{нач}}$ – мутность в исходной воде, мг/дм³; $M_{\text{к}}$ – мутность после осаждения, мг/дм³; h – высота слоя столба воды в цилиндре, м; t – продолжительность осаждения, ч.

$$P = \frac{980 - 25,2}{980} \cdot 100 = 97,4\%;$$

$$u_0 = 0,974 \cdot \frac{0,3}{0,5} = 0,58 \text{ м/ч} = 0,16 \text{ мм/с.}$$

Таблица 1

Показатели качества воды в зависимости от типа добавляемых реагентов и их доз

№ пробы	t, ч	Реагенты, мг/дм ³			Ca, мг/дм ³	Mg, мг/дм ³	Na, мг/дм ³	M, мг/дм ³	Ц, град ПКШ	Примеч.
		Ca(OH) ₂	Na ₂ CO ₃	Al ₂ (SO ₄) ₃						
Исх. вода	-	-	-	-	268	57	3440	Σ980	280	
1	0,5 2,0	212	1800	-	78 40,1	56,3 43,3	4480 3878	- 7	- 40	
2	2,0	-	2100	30	45,2	54,1	4874	3	-	Ф-т.
3	0,5	106	875	40	93,3	57,6	4506	28,84	-	
4	0,16 0,3 0,5 0,5	-	1045	30	28,9	59,3	5008	38,9 38,3 25,2 3	- - - 15	Ф-т.

При эффекте осаждения взвеси 97,4% с продолжительностью пребывания воды в цилиндре $t=0,5$ ч расчетная для производственного отстойника составит $t_1=0,83$ ч, согласно уравнения

$$\frac{h}{t} = \frac{h_1}{t_1}, \quad (3)$$

приняты размеры классического горизонтального отстойника $H = 0,5$ м, $B = 0,83$ м, $L = 2$ м при объеме $0,83$ м³. Расчетная горизонтальная скорость V_{Γ} в отстойнике с учетом гидравлической крупности и принятых размеров составит

$$V_{\Gamma} = u_0 \cdot \frac{L}{H}, \quad (4)$$

$$V_{\Gamma} = 0,16 \cdot \frac{2}{0,5} = 0,64 \text{ мм/с.}$$

Согласно СП при коагулировании взвеси гидравлическую крупность при назначении параметров отстаивания рекомендуется назначать $u_0 = 0,5$ мм/с. Расчеты, произведенные для этой гидравлической крупности, даль-

нейшем приводятся в скобках (для горизонтальной скорости она составила 2 мм/с).

Так как классический отстойник имеет относительно значительную длину, при которой он не может быть размещен в производственных условиях, то по исходным данным осуществлен расчет трубчатого отстойника [4]. Трубчатый отстойник позволяет уменьшить габариты сооружений, повысить эффект осветления воды.

Расчетное критическое значение скорости в трубках, до которого частицы взвеси будут оседать, составит согласно уравнению

$$V_{кр} = u_0 \cdot n = 10,08 \text{ м/ч.} \quad (5)$$

Начальное значение скорости в трубке определяется по формуле:

$$V_0 = V_{кр}/(1+\gamma) \quad (6)$$

$$\gamma = \frac{\Delta C \cdot F \cdot V_{кр}}{L_0 \cdot A_0} \quad (7)$$

$$F = t + 3,5\sqrt{t+1} + 6 \lg(\sqrt{t+1} - 0,75) + 3,6 \quad (8)$$

где γ – безразмерный параметр процесса тонкослойного осветлений;
 ΔC – количество задержанной отстойником взвеси, мг/л;
 F – параметр, характеризующий плотность отложений, зависит от t , ч;
 A_0 – параметр, характеризующий способность отложений к уплотнению;

L_0 – длина трубчатой части отстойника;

t – продолжительность работы отстойника, ч.

Для принятой продолжительности работы отстойника 24 ч $V_0 = 1,5$ м/ч

Площадь поперечного сечения отстойника:

$$\omega = Q/(V_0 \cdot S) = 1/(1,5 \cdot 0,8) = 0,83 \text{ м}^2, d = 1 \text{ м};$$

$$(1/(1,7 \cdot 0,8) = 0,74 \text{ м}^2, d = 900 \text{ мм});$$

Вывод: расчетные значения для трубчатых отстойников по результатам принятой гидравлической крупности 0,16 мм/с и 0,5 мм/с, следующие: $d = 1$ м, $L = 2$ м, $d = 900$ мм, $L = 2$ м соответственно. В конструктивном решении принят трубчатый отстойник, входящий в представленное производственное помещение.

Библиографический список:

1. Минц, Д. М. Теоретические основы технологии очистки воды. - М., Стройиздат, 1964. - 156 с.
2. Кастальский А. А. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения: учебное пособие для вузов / А. А. Кастальский, Д. М. Минц. - М.: Высш. шк., 1984. - 367 с.

3. Николадзе, Г. И. Водоснабжение: Учеб. для вузов / Г.И. Николадзе, М.А. Сомов. – М.: Стройиздат, 1995. - 688 с.

4. Минц Д. М. Установки малой производительности для очистки и обеззараживания питьевых и сточных вод /Д. М. Минц, С. А. Шуберт – М.: Стройиздат, 1974. - 154 с.

Научные руководители: к. т. н., доцент Жулин А. Г.,
к. т. н., доцент Сидоренко О. В.

Анализ способов строительства насыпей площадных объектов на слабых основаниях нефтегазовых месторождений

Шабалин М.А., Малышкина А.В., Замятин А.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Освоение нефтяных месторождений на территории Тюменской области продолжается интенсивными темпами. Для успешного развития и функционирования нефтепромыслов возникает необходимость в создании надежных конструкций площадных объектов [3].

Большая часть территории Западной Сибири представлена сложными грунтово-геологическими условиями, широким распространением заболоченных территорий и некондиционных грунтов (глинистых переувлажненных, мерзлых).

На сегодняшний день разработано и применяется множество конструкций насыпей площадных объектов, среди которых можно выделить наиболее распространенные.

Основой большинства конструкций насыпей является применение лежневого настила (Рис. 1), что в свою очередь приводит к резкому возрастанию стоимости строительства, увеличению сроков производства работ.



Рисунок 1. Применение лежневого настила при строительстве насыпей площадных объектов

Способ временного пригруза предназначен для ускорения времени осадки грунтовой насыпи, применяется на болотах 1-го и 2-го типа. К основным недостаткам можно отнести значительный объем земляных работ, большую потребность в материальных и транспортных ресурсах.

Частичная замена торфяного грунта одновременно дает увеличение прочности основания и ускорения осадки, однако требует наличия дренирующих грунтов, объемы которых весьма ограничены на большинстве объектов нефтегазовых месторождений, что приведет к увеличению стоимости строительства.

Предварительное осушение слабой толщи позволяет уменьшить величину осадки. Осушение осуществляется путем устройства осушительных канав. В виду особенного рельефа нефтегазового района Тюменской области осушение территории не представляется возможным.

Метод предварительной консолидации позволяет произвести необходимое повышение прочностных характеристик грунта путем повышения его плотности под давлением отсыпаемой насыпи при отсыпке в определенном режиме. Однако такой способ строительства насыпей площадных объектов требует больших временных затрат и увеличивает сроки ввода объекта в эксплуатацию.

Применение насыпей из легких материалов путем частичной замены грунта насыпи, на материалы, имеющие меньшую плотность, позволяет снизить значение осадки. Для реализации данного метода применяются легкие шлаки, пенополистирол и др. Использование облегченных конструкций должно быть экономически обосновано, так как они являются достаточно дорогостоящими и может быть оправданно только для небольших объемов работ при невозможности применения других технологических мероприятий.

Наиболее перспективным способом строительства насыпей площадных объектов, является применение геосинтетических материалов. Они позволяют использовать и регулировать свойства некондиционных грунтов в теле насыпи, выполнять строительно-монтажные работы с высоким темпом (Рис. 2).



Рисунок 2. Применение геосинтетических материалов при строительстве насыпей площадных объектов

Анализируя рассмотренные способы проектирования и строительства площадных объектов можно прийти к выводу, что наиболее эффективным является применение геосинтетических материалов.

Однако в результате развития технологий в химической промышленности в последнее время на рынке появляется большое количество новых видов материалов, что требует реализации нового подхода в разработке конструкций насыпей с применением местных некондиционных грунтов (в том числе глинистых переувлажненных, торфяных, мерзлых).

Оптимизация технологических решений совместно с применением современных материалов позволит снизить стоимость строительства и эксплуатации объектов без потери требуемых эксплуатационных характеристик.

Библиографический список

1. Обзорная информация. "Методы ускорения стабилизации земляного полотна при строительстве на болотах". М., 1984г. URL: <http://snip.ruscable.ru/Data1/48/48009/>

2. Пособие "Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах". М., 2004г. URL: <http://files.stroyinf.ru/Data1/45/45732/>

3. Санников С.П., Куюков С.А., Маслов Д.В. Анализ причин разрушения автомобильных дорог на заболоченных территориях Тюменской области (на примере Уватского района) / Санников С.П., Куюков С.А., Маслов Д.В. // Научно-технический вестник Поволжья. Физико-математические науки, Химические науки, Технические науки - 2014. - №1. С.146-149.

Научный руководитель: Замятин А.В., канд. техн. наук, доцент.

Обезвоживание шламовых отходов при утилизации в дорожном строительстве

Шарапов С.О.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время в Тюменской области идёт накопление большого количества шламовых отходов, по консистенции представляющих собой обводнённые суспензии и эмульсии. Происходит это в результате деятельности различных производств:

- нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей отраслей, бурения скважин - образуются буровые и нефтяные шламы;
- теплоэнергетики, при работе теплоэлектроцентралей (ТЭЦ), образуются шламы химводоочистки ТЭЦ;
- химической промышленности, её развитие обуславливает образование различных шламов.

Большую часть шламовых отходов составляет вода, процент её содержания может достигать 95%. Помимо воды присутствуют органические и различные минеральные включения, такие как песок, глина, оксиды металлов и другие. Присутствуют различного вида химические соединения, в т.ч. нефтепродукты, которые и несут вред окружающей среде, что вызывает сложность хранения и утилизации. Состав и процент содержания компонентов шламовых отходов разнообразен, и в главной степени зависит от их происхождения [1,2].



Рисунок 1. Шламовый амбар

Одним из перспективных путей утилизации шламовых отходов является их использование в дорожной отрасли, при производстве строительных материалов. Такие работы проводятся на кафедре АДиА ТИУ. Исследования и практика показали, что использование шламов в дорожном строительстве в их первоначальном виде осложняется высокой обводненностью, что требует значительных затрат на транспортировку отходов и мероприятий по их осушению. В качестве вторичного сырья подготовленные шламовые отходы применяют как добавку, которая улучшает свойства укрепленных грунтов, обеспечивает снижение потребности в привозных материалах, уменьшает общую стоимость дорожных конструкций. Для повышения эффективности утилизации в строительстве шламовые отходы следует предварительно обезвоживать [3].



Рисунок 2. Шламовые отходы после осушения

На сегодняшний день известно большое количество способов обезвоживания шламовых отходов – химическая коагуляция, остой с откачкой воды, центрифугование, использование фильтр-прессов, сушка и другие. Одними из наиболее распространенных средств механизации являются ленточные сгустители, фильтр-прессы и сушильные барабаны.

Не так давно были разработаны геотекстильные контейнеры геотубы, которые сейчас активно внедряются. Отличие геотуб в том, что они не имеют подвижных частей, что обуславливает снижение поломок. Однако применение геотубов не всегда эффективно, т.к. может происходить кольматация пор и отказ техники, возникает проблема сбора и утилизации жидких стоков как вторичных отходов.

Выбор оптимального метода обезвоживания напрямую зависит от происхождения и состава шламов, влажности исходного сырья и других факторов. Если сырье имеет влажность, приближенную к максимальной, то необходимо предусмотреть использование нескольких этапов, ступеней и мероприятий по её уменьшению. Вызвано это тем, что каждая технология имеет свои ограничения по применению и различные производительности. Так же при выборе варианта обезвоживания следует отдавать предпочтение серийно выпускаемому оборудованию. залогом успеха является правильный выбор метода, хорошо оптимизированный процесс и отрегулированный режим работы, выбранного оборудования.

При всём разнообразии шламовых отходов и возможных путях их применения в дорожном строительстве, представляется возможным выделение ряда общих закономерностей в способах их предварительного обезвоживания, с учётом физико-химических свойств и процессов. Проведение таких исследований, разработка рекомендаций и применение на практике обеспечит повышение эффективности использования шламовых отходов в строительстве.

Библиографический список

1. Красногорская, Н. Н. Утилизация нефтяных шламов / Н. Н. Красногорская // Нефтегозовое дело. - 2004. - № 2. – с.217–222.
2. Джураев, К. А. Основные методы обезвреживания и утилизации нефтеотходов / К. А. Джураев, А. С. Аминова, С. А. Гайбуллаев // Молодой учёный. - 2014. - № 10 (69). – с.136–137.
4. Ручникова, О. И. Экобезопасность предприятий нефтедобывающего комплекса (система управления отходами) / О. И. Ручникова, Я. И. Вайсман // Инженерная экология. - 2003. - № 2. - с.36–41.

Научный руководитель: Митрофанов Н.Г., канд. техн. наук, доцент.

Испытание буринъекционных свай типа «Атлант», выполненных при освоении подземного пространства объекта культурного наследия в г. Тюмени

Степанов М.А., Шпакович А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Проблема сохранения, адаптации и использования объектов культурного наследия в современной среде является актуальной для России и в частности для города Тюмени [1]. Облик Тюмени во многом определяется старой частью города. Район улицы Даудельной и Аптекарского сада, с комплексом зданий и парком, является одной из важных частей города [2]. Одним из зданий комплекса является Текутьевская больница, построенная в 1902 - 1904 гг, которая в настоящее время находится на реставрации (рисунок 1).



Рисунок 1. "Текутьевская больница"
до реставрации

Конструкции фундамента здания и инженерно - геологические условия площадки показаны на рисунке 2 [3].

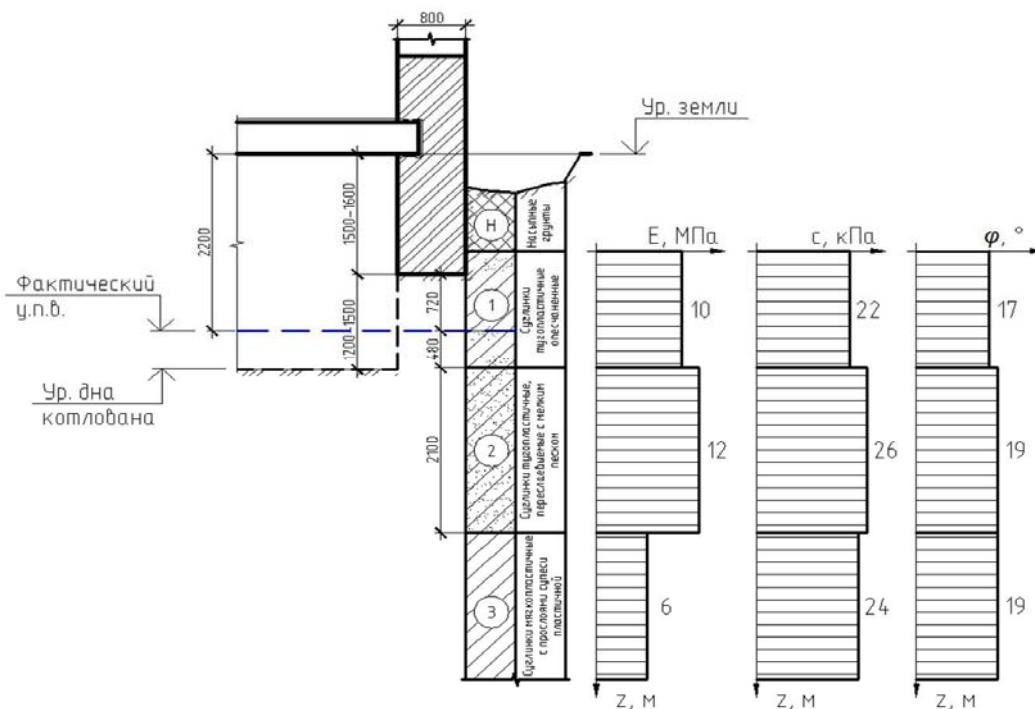


Рисунок 2. Конструкции фундамента здания
и инженерно - геологические условия площадки

В рамках освоения подземного пространства выполняется (рисунок 3):

1. Устройство буроинъекционных свай по типу "Атлант"
2. Водопонижение.
3. Понижение уровня основания на 2 м ниже подошвы существующего фундамента.
4. Устройство гидроизоляции подземной части здания.
5. Монолитные работы по устройству кессона.

Понижение уровня основания могло привести к потере устойчивости фундамента и разрушению всего здания [4]. Поэтому для обеспечения надежности фундаментов и механической безопасности объекта культурного наследия было принято решение об устройстве буроинъекционных свай по типу "Атлант" (рисунок 3) по периметру всех несущих стен.

«Атлант» - это технология устройства буроинъекционных свай, основанная на использовании в качестве специальных теряемых буровых штанг, полых высокопрочных труб, которые по окончании бурения оставляют в скважине в качестве армирующего элемента. Трубы соединяются между собой муфтами с конусной резьбой, обеспечивающей высокую прочность соединения. После твердения цементного раствора в грунте формируется цементная свая, армированная центральной расположенной штангой.

Согласно результатам численного моделирования, в программе Plaxis 2D, сваи приняты диаметром 200мм, и длиной 5м [5,6]. Расчетная нагрузка на сваю составила 8,3т. Для уточнения несущей способности предложенных свай были изготовлены две контрольные. Испытания выполнялись статической нагрузкой до достижения условной стабилизации деформаций грунта, ступенями по 1т (рисунок 4) [7].

После обработки экспериментальных данных, несущая способность буроинъекционных свай составила 90кН при осадке 12мм, величины назначенной предельно допустимой для данного объекта, и 120кН, при осадке 30мм.

Результаты испытаний свай статической нагрузкой подтвердили данные численного моделирования. Выбранная технология может считаться надежной, устройство буроинъекционных свай по типу «Атлант» позво-

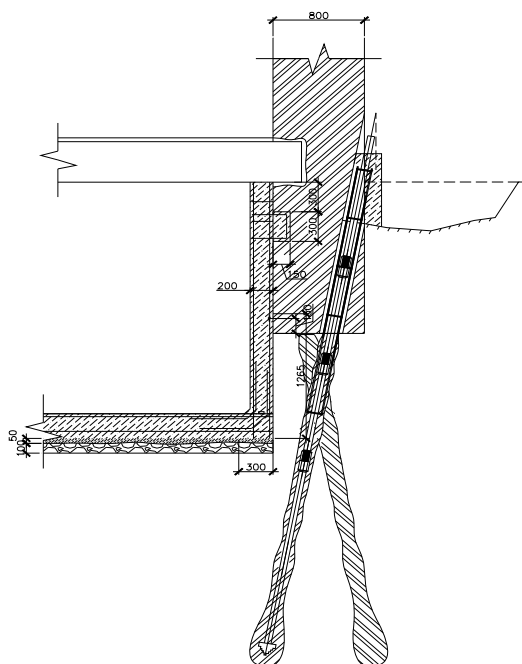


Рисунок 3. Расположение контрольных свай на плане

ляет обеспечить механическую безопасность зданий и сооружений в процессе освоения подземного пространства.

Библиографический список

1. Мангушев Р.А. Реконструкция подземной части Российского государственного академического Большого драматического театра (АБДТ) имени Г.А. Товстоногова в г. Санкт-Петербург //Межвузовский тематический сборник трудов Общероссийской конференции молодых ученых, научных работников и специалистов «Геотехника: теория и практика». – СПб, 2013. – С.9-32.
2. Козлова-Афанасьева Е.М. Архитектурное наследие Тюменской области. - Тюмень.: ООО «Издательство Искусство», 2008. - 488 с.
3. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения / под общ. ред. В.А. Ильичева, Р.А. Мангушева. -М.: Изд-во АСВ, 2014. -728 с.
4. Пронозин Я.А., Зазуля Ю.В., Мельников Р.В., Степанов М.А. Опыт совместного применения инъекционных свай и кессона при устройстве подземного этажа здания историко-культурного наследия в г. Тобольске // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3; URL: www.science-education.ru/109-9206 (дата обращения: 23.05.2013).
5. Строкова Применение метода конечных элементов в механике грунтов: учебное пособие. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2010. – 143 с.
6. Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Упруго-вязко-пластическая модель структурно-неустойчивого глинистого грунта // СПб.: Реконструкция городов и геотехническое строительство, 2005. - №9. – С. 221-228.
7. ГОСТ 5686-2012 «Грунты. Методы полевых испытаний сваями».

Научный руководитель: Степанов М.А., канд. тех. наук.

Влияние коэффициента жёсткости упругой среды на частоты свободных колебаний полиэтиленовых труб при полуподземной прокладке

Разов И.О.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Строительство магистральных трубопроводов в нефтегазовой промышленности, производится в различных климатических и геологических условиях, поэтому необходимо обеспечить их надежность в процессе эксплуатации. Различают такие типы укладок как надземный, наземный, по-

луподземный, подземный и подводный. При расчетах каждого из них необходимо выбрать наиболее адекватную расчетную схему и собрать внешние действующие на трубопровод нагрузки. До недавнего времени трубопроводы рассчитывали с позиции классической стержневой теории, согласно СНиП 2.05.06. - 85* и СП 36.13330.2012 - Магистральные трубопроводы. Такая базовая стержневая модель подходит только для расчета толстостенных труб с соотношением толщины стенки h к радиусу R более $1/20$ ($1/10$, $1/5$ и т.д.). Однако с применением в строительстве современных тонкостенных труб диаметром свыше 1000мм , такой подход является не правомерным, поскольку стержневая модель не учитывает влияние внутреннего рабочего давления на динамические характеристики и устойчивость трубопровода. Применение в качестве базовой расчетной модели тонкостенной цилиндрической оболочки позволит учесть вышеуказанные неучтенности. В связи с этим дальнейшие полученные решения будут основаны на геометрически нелинейном варианте полубезмоментной теории цилиндрических оболочек. Полученные решения позволяют наиболее полно учесть влияние внутреннего рабочего давления, геометрических характеристик, продольной сжимающей силы, потока протекающей жидкости, и влияние окружающей упругой среды.

В данной работе рассматривается подземный тип прокладки газопроводов большого диаметра, в связи с этим необходимо исследовать влияние давления грунта окружающего трубопровод и влияние его частоты и формы свободных колебаний.

Исследование проводится на основании решения полученного в работе [5] для полуподземного тонкостенного стального трубопровода большого диаметра:

$$\omega_{mn}^2 = \frac{\lambda_n^4 + m^4(m^2 - 1)(m^2 - 1 - \gamma^* + p^*) + k^* m^4 - \lambda_n^4 m^4 P / n^2}{\rho^* R \cdot h(\lambda_n^2 h_{\bar{v}} + m^2 + m^4)}, \quad (1)$$

где $\lambda_n = \frac{n\pi R}{L\sqrt{h_{\bar{v}}}}$, $p^* = p_0 \frac{R}{Ehh_{\bar{v}}^2}$, $\rho^* = \rho_0 \frac{R}{Ehh_{\bar{v}}^2}$, $k^* = \frac{R^2 k}{Ehh_{\bar{v}}^2}$, ρ – плотность материала

оболочки; R – радиус поперечного сечения; n и m – волновые числа в продольном и окружном направлении; L – длина оболочки; p_0 – внутреннее рабочее давление; h – толщина оболочки; k – коэффициент жесткости упругой среды; $h_{\bar{v}}$ - параметр относительной толщины оболочки:

$$h_{\bar{v}} = \frac{h}{R\sqrt{12(1-\nu^2)}} \quad (2)$$

где ν – коэффициент Пуассона; E – модуль упругости материала оболочки.

Исследование частот свободных колебаний полиэтиленового газопровода большого диаметра при полуподземной прокладке проводилось при

размерах трубы 1200x57,2мм, при номинальном давлении 0,8 МПа, отношении длины к радиусу $L/R=15$, параметра продольной сжимающей силы $P=0,3$, и коэффициенте жёсткости упругой среды k изменяющемся в диапазоне от 1 до 30 МН/м³. Полученные частоты и формы свободных колебаний сведены в таблицы 1,2 и иллюстрированы на графиках рисунках 1-4

Таблица 1

Зависимость частот свободных колебаний полуподземного полиэтиленового газопровода ПЭ100 от величины коэффициента упругой среды k , при различных значениях волновых чисел m и n

n, m k [Н/м ³]	Труба полиэтиленовая ПЭ100, 1200x57,2мм; $L/R=15$; $P=0,3$; $p_0=0,8$ МПа					
	n=1			n=2		
	m=1	m=2	m=3	m=1	m=2	m=3
1	2,24	2,23	3,42	6,33	2,23	2,43
3	3,13	3,72	4,67	6,59	3,66	3,99
5	3,82	4,76	5,65	6,83	4,67	5,09
10	5,15	6,71	7,56	7,41	6,55	7,13
20	7,10	9,44	10,38	8,44	9,22	10,04
30	8,62	11,56	12,59	9,36	11,27	12,28
40	9,91	13,34	14,46	10,20	13,01	14,17
50	11,05	14,91	16,11	10,90	14,54	15,84

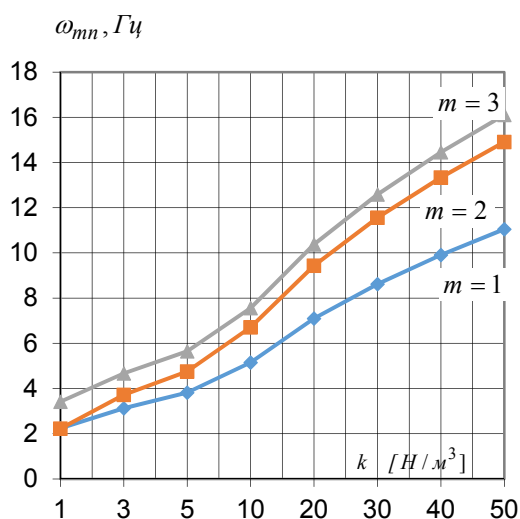


Рисунок 1. Зависимость частот свободных колебаний полуподземного полиэтиленового газопровода ПЭ100 от величины коэффициента упругой среды k , при $n=1$

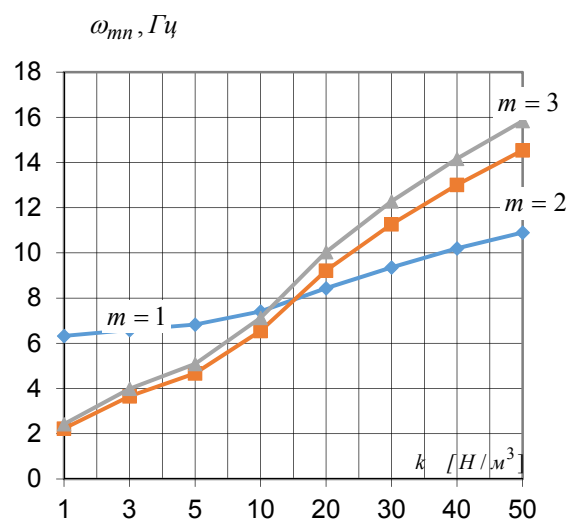


Рисунок 2. Зависимость частот свободных колебаний полуподземного полиэтиленового газопровода ПЭ100 от величины коэффициента упругой среды k . $n=2$

Таблица 2

Зависимость частот свободных колебаний полуподземного полиэтиленового газопровода ПЭ100 от величины коэффициента упругой среды k , при различных значениях волновых чисел m и n

n, m	Труба полиэтиленовая ПЭ100, 1200x57,2мм; L/R=15; P=0,3; $p_0=0,8$ МПа						
	n=3			n=4			
	m=1	m=2	m=3	m=1	m=2	m=3	m=4
k [H/м ³]	11,61	4,51	0,61	17,0	8,21	0,91	-
3	11,71	5,30	3,19	17,1	8,63	3,22	2,75
5	11,79	5,99	4,47	17,13	9,03	4,46	4,24
10	12,02	7,44	6,67	17,23	9,95	6,61	6,63
20	12,46	9,70	9,67	17,44	11,58	9,56	9,8
30	12,88	11,53	11,94	17,65	13,01	11,80	12,16
40	13,30	13,11	13,84	17,85	14,29	13,67	14,14
50	13,69	14,52	15,51	18,06	15,47	15,32	15,88

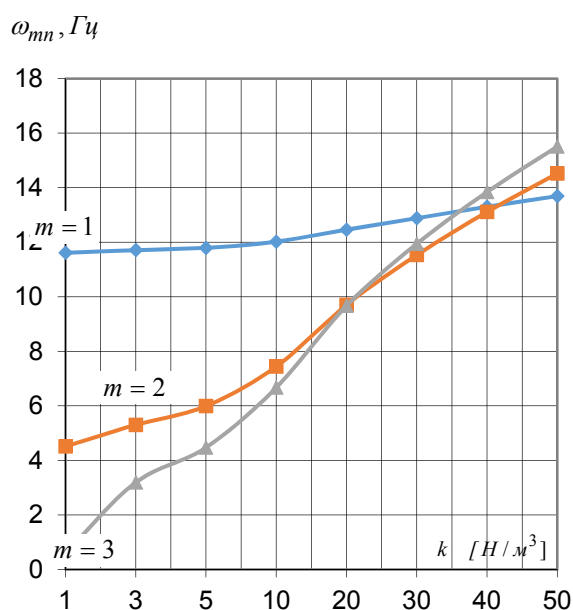


Рисунок 3. Зависимость частот свободных колебаний полуподземного полиэтиленового газопровода ПЭ100 от величины коэффициента упругой среды k , при $n=3$

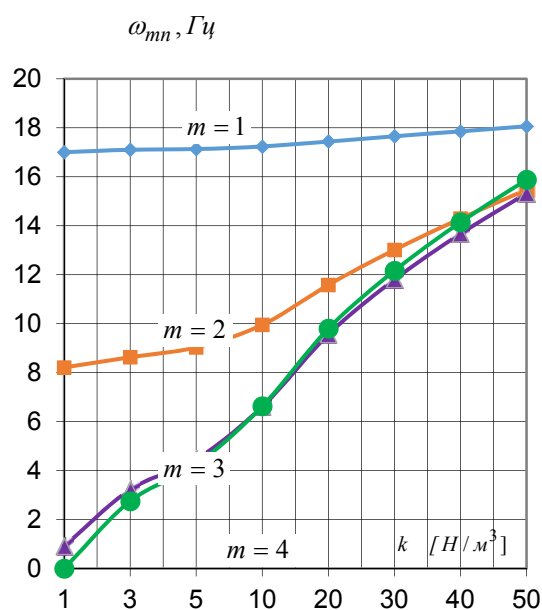


Рисунок 4. Зависимость частот свободных колебаний полуподземного полиэтиленового газопровода ПЭ100 от величины коэффициента упругой среды k , при $n=4$

В результате колебательного процесса происходит деформация поперечного сечения трубопровода, однако она сильно зависит от геометрических и механических заданных параметров, например, от коэффициента жесткости упругой среды k .

Практический интерес в работе представляют наименьшие частоты свободных колебаний полиэтиленового трубопровода, поскольку именно по трем наименьшим частотам происходит отстройка всей системы от резонанса. В связи с этим далее будем рассматривать только наименьшие частоты.

Анализ полученных значений частот показал, что минимальные частоты ω_{mn} будут существенно зависеть от величины коэффициента жесткости упругой среды. С увеличением значений этого коэффициента, и в зависимости от формы колебаний, частоты могут увеличиваться на, порядка 80%. Это объясняется увеличением жесткости грунта вокруг трубопровода, и как следствие увеличением жесткости самого трубопровода. Следует отметить, что вследствие увеличения коэффициента жесткости упругой среды, минимальные частоты будут зависеть от формы колебаний, так, например, при $k = 3 \text{ МН/м}^3$ (песок свеженасыпанный) минимальные частоты реализуются при $\omega_{44} = 2,75 \text{ Гц}$, что сопровождается деформацией поперечного сечения трубопровода, и образованием четырех полуволн в окружном и четырех в продольном направлении, а при $k = 50 \text{ МН/м}^3$ (грунты плотные) $\omega_{21} = 10,9 \text{ Гц}$ (одна полуволна в окружном и в продольном направлении). В последнем случае работа трубопровода напоминает работу тонкостенного стержня, без учета деформации поперечного сечения.

Библиографический список

1. Аксельрад Э.Л., Ильин В.П. Расчет трубопроводов. - Л.; машиностроение, 1972. – 240с.
2. Болотин, В.В. Динамическая устойчивость упругих систем / В.В.Болотин. – М.: Гос. изд – во техникотеоретической литературы, 1956. – 600 с.
3. Магистральные трубопроводы: СНиП 2.05.06–2010 первая редакция. – М.: Москва, 2010. – 60 с.
4. Мустафин Ф.М. Способы прокладки трубопроводов с применением обсыпки специально обработанными грунтами / Ф.М. Мустафин // Нефтегазовое дело. – 2003. №1. – с. 1-5.
5. Разов, И.О. Свободные колебания наземных газопроводов, обжатых продольной силой, с учетом упругого основания грунта / В.Г. Соколов, И.О. Разов // Вестник гражданских инженеров. – 2013. – №1(36). – С. 29–32.
6. Разов, И.О. Напряжения и перемещения на контактной поверхности наземного трубопровода большого диаметра / И.О. Разов // Вестник гражданских инженеров. – 2015. – №3(50). – С. 105–108.
7. Разов, И.О. Свободные колебания тонкостенных газопроводов большого диаметра при полуподземной прокладке / В.Г. Соколов, И.О. Разов // Вестник гражданских инженеров. – 2016. – №6(59). – С. 114–120.

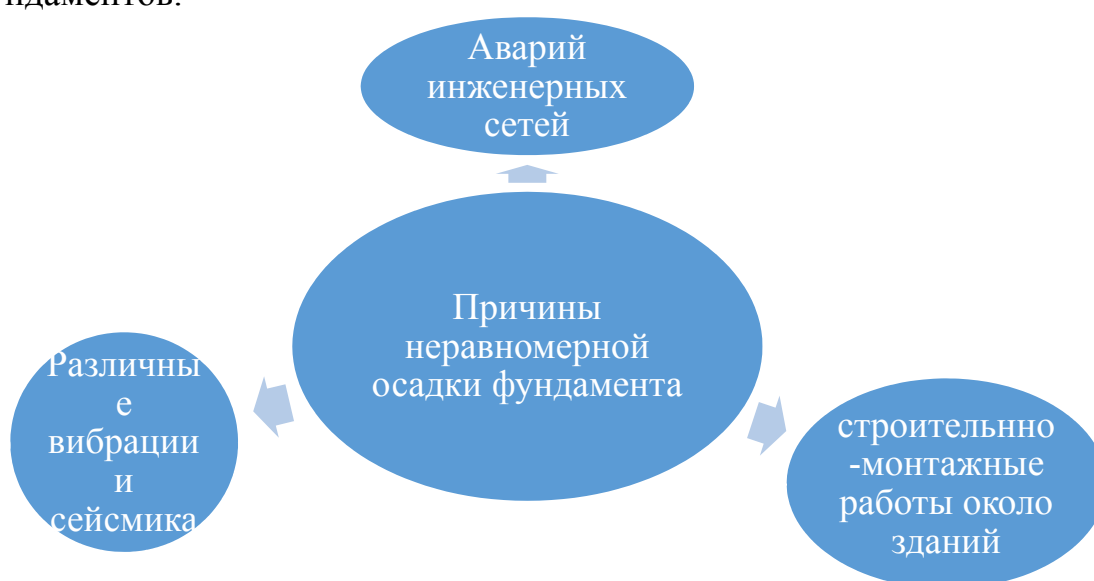
Положительные стороны усиления грунтовых оснований геосинтетическими материалами

Абдирова А.Н.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Основание данная область почвы, на которой находится фундамент сооружения, фундамент в собственную очередность представляет нагрузку на основание, а основа в свою очередность принимает целую нагрузку с данного сооружения.

При появлении деформаций создают мероприятия относительно возобновление либо увеличению причин. Основным фактором возникновения деструкций и разрушений, считается неровное опускание фундаментов.



Современные способы укрепления грунтов основания и фундаментов позволяют снизить фактор отрицательного влияния на строение. При выборе методов укрепления и ремонта фундаментов специалисты, как правило, руководствуются конструктивными особенностями и спецификой эксплуатации здания, состоянием грунтов в основании. Строительство идет вперед, требуются все более дешевые и уменьшающие объемы работ строительные материалы. [1]

Эту проблему смог решить увлекательный перспективный материал, называемый «геотекстиль» либо «геосинтетика». Всемирная практическая деятельность демонстрирует, то что геосинтетические использованные материалы дают возможность строить армированные насыпи с лихим домиком заложения, охране построек с массовых влияний ,подпорные постройки, проводятся построение в непрочных и техногенных почвах, исполняют деятельность согласно водопонижению

Что вообще такое геосинтетики? Геосинтетические материалы (ГМ) – класс строительных материалов, как правило, синтетических, а также из другого сырья (минерального, стекло- или базальтовых волокон и др.), поставляемых в сложенном компактном виде (рулоны, блоки, плиты и др.), применяемых для создания дополнительных слоев (прослоек) различного назначения (армирующих, дренирующих, защитных, фильтрующих, гидроизолирующих, теплоизолирующих) в строительстве и включающий [2] следующие группы материалов: геотекстильные материалы, георешетки, геокомпозиты, геооболочки, геомембраны, геоплиты и геоэлементы.

Геосинтетики плотно вошли в жизнь оснований, поскольку они имеют большой прочностью в растяжение, высоким модулем деструкции (незначительным удлинением около разрыва), повышенной стабильностью к температурным, хим. и био. влияниям, характеризуются длительным сроком работы

Прослойки из ГМ дают увеличение несущей способности грунтового основания.

Основные функции геосинтетиков для грунтового основания:

1. Сепарация: Применяется с целью разделения почвы с разными грунтовыми особенностями. Геотекстиль применяют с целью избежания перепутывания 1-го почвы сравнительно иного. Разделение почвы и разного насыпного материала. Присутствие применения геотекстиля, степень и потребление насыпного использованного материала в соответствии с этим снизится, а облагораживание насыпного покрова сэкономит ваши физиологические силы. Геотекстильное основание станет мешать смешиванию насыпного использованного материала с почвой. Оно обширно употребительно в присутствии сооружении тротуаров и путей

2. Фильтрация: Геосинтетик работает подобно песчаному фильтру, позволяя воде проходить через грунт, но в тоже время, задерживая все частицы грунта..

3. Противоэрозионная защита: предотвращение или замедление процесса эрозии грунтов, предотвращение взаимопроникания материалов контактирующих слоев. Геосинтетик используется для уменьшения эрозии грунта, вызываемой дождевыми и поверхностными стоками.

4. Геосинтетический источник даст возможность воде в отсутствии преград просочиться посредством почва и сдержать частички земли, кроме того, повысив прущую характеристику конструкции и основания дома в целом. Помогает гарантировать грунту устойчивость и уберечь его от эрозии: частицы почвы никак не подвергаются выветриванию и вымыванию водами. Данное может помочь почве сохраниться, и растительный слой не пострадает.

5. Дренаж: ускорение отвода воды. Геосинтетик работает как дрена, обеспечивая дренажный поток через слабофильтрующие грунты. Геотекстильная материал в дренажной построении назначена в целях отведения вода из-под постройки многообразного вида либо сооружения. Вследствие этому возрастает прочность и надежность конструкции.

6. Армирование: Геосинтетик работает как армирующий элемент внутри грунтового массива или в комбинации с грунтом, образуя композит с улучшенными прочностными и деформационными свойствами по сравнению с неармированным грунтом. С поддержкой геотекстильного полотна перегрузка в конструкцию делится таковым способом, то что деформирование её оседание понижается, и гарантируется устойчивость укрывающегося слоя. Гесинтетики возможно использовать в суровых условиях гидрогеологии, материал выдерживает гидростатическое давление до 7 атм, способность само залечиваться ввиду значительного увеличения объёма.

Защита конструкций от дефекта. Высокоспециализированный геотекстиль с большой прочностью станет оберегать подземную часть необходимой конструкции от осколков заостренных и высоких пород и корней растений, какие размещены очень рядом и смогут испортить её. Помимо этого, некто улучшает рабочие свойства постройки. Весьма хорошо применять геотекстиль с целью укладывания тротуарной плитки в вашей даче. Он предотвращает возникновение травы меж стыками. Кроме этого, некто считается сравнительно недорогим использованным материалом, а кроме того весьма подходящим в применении. Непосредственно по этой причине геотекстиль в настоящий период использует огромный известностью в строительном секторе. Безусловно, и приобретение материала, равно как норма, никак не порождает особых затруднений. Заключение Анализ качеств геоматериалов дает возможность заявлять о действенности их применения при постройке и реконструкции оснований и фундаментов. Использование геоматериалов в конструкциях увеличения разумно в местах с высокой деформативностью и неудовлетворительной несущей способностью грунтов основной площадки и причины; присутствие высоких вибродинамических нагрузках; присутствие увеличении нагрузок; в раскладах к искусственного происхождения постройкам, в каком месте следует приспособление дороге неустойчивой жесткости. В обстоятельствах политики ресурсосбережения инновационные геоматериалы станут находить все наиболее обширное использование равно как присутствие постройке новейших, таким образом, и присутствие реконструкции имеющихся построек инфраструктуры. Необходимо выделить экологичность, прочность и сравнительно низкую стоимость отмеченных использованных материалов.

Библиографический список

1. Обследование, расчет и усиление зданий и сооружений: Учебное пособие/ Под.ред.Калинин А.А.- Издательство Ассоциации строительных вузов.Москва; 2004, 160 с.
2. Область использования геосинтетических материалов для усиления оснований насыпей: Статья/ Под.ред.Иванов В.О.-УДК СПб Транспортный Университет; 2004, 70-75 с.

Научный руководитель: Зелиг М.П.,старший преподаватель.

Графический дизайн как «визуальная метафора»

Бортвина Ю.С., Шулер И.В.

Тюменский государственный университет, г. Тюмень

В основе творческого решения продукта графического дизайна присутствуют традиционный и инновационный подходы. Традиционный подход подразумевает исследование продукта дизайна в историческом срезе, выявление эстетики взаимодействия в социокультурной среде, обнаружение прагматических смыслов и значений элементов графического решения. В рамках инновационного подхода целесообразно использовать метод интерпретация художественной выразительности произведений графического дизайна.

Теоретической основой графического дизайна как визуальной коммуникации является — семиотика — наука о знаках, согласно которой произведение графического дизайна является своеобразным текстом. В пространстве семиотики знак выступает в качестве диалектической единицы, которая находится в постоянном развитии. Как правило, каждый знак проходит следующую цепочку качественных изменений: знак – художественное высказывание – образ – система образов – «визуальный текст». На каждом этапе развития происходит снятие предшествующего уровня и возникновение нового смысла и новых значений художественной мысли.

Родоначальник семиотики Ч.Пирс пишет: «Искусство создаёт свои знаки и вовлекает различные знаки культуры» [1]. М.Ю. Лотман в свою очередь отмечает: «...семиотическое пространство не есть сумма отдельных языков, а представляет собой условие их существования и работы, в определенном отношении, предшествует им и постоянно взаимодействует с ними» [2]. Интерпретация смысла различных «визуальных текстов» зависит от рационального и иррационального познания интерпретатора. Рациональное познание – это моделирование реальности в форме логико-

понятийных конструкций с помощью логических средств мышления. В графическом дизайне реализуется посредством средств навигации в общественных местах, когда человек на основе определённых простых и информативных знаков выстраивает своё движение и коммуникацию в пространстве. На такой род познания работают знаки-символы и знаки-индексы.

Иррациональное познание – находится за пределами разума, несоизмеримо с логическим мышлением. К нему относятся эмоции, ассоциации, подсознательные влечения, интуиция и различные озарения. На эту часть познания рассчитаны зрелищные продукты графического дизайна: афиши, различные стенды, презентации и другое. В этом случае создаётся менее информативный, но более эмоциональный простой образ, который призван вызывать у потребителя определённый набор эмоции и способствовать определённому действию. К данному виду познания относятся знаки-иконки в большей степени и знаки-индексы в меньшей.

П. Рикёр [3], переосмысливает проблематику знака и символа при помощи «более подходящего инструментария», каковым ученый считает метафору. Метафорические выражения перемещают интерпретативный анализ из сферы слова в сферу фразы, высказывания. Метафора наиболее очевидно демонстрирует символическую функцию языка, она усиливает соотнесенность слова с реальностью, с конкретными условиями и обстоятельствами жизнедеятельности, при этом контекст понимания становится более многообразным.

Метафора в данном контексте является одной из составляющих художественного языка, совокупностью знаков и символов, используемых при создании «виртуального текста», являющегося средством коммуникации в графическом дизайне. По Аристотелю, метафора даёт возможность и право действительное соединять с невозможным, называть предмет не принадлежащим ему именем, через элемент сходства и сопоставления [4]. С помощью перенесения различных явлений, образов и эмоции из других видов искусства выстраивается целостность «визуального текста». В структуру графического образа входит многообразие видов знаков, в числе которых графические символы, фотографичное изображение, шрифт, при этом каждый элемент несёт своё собственное значение, а вместе они объединяются в единый смысл «визуального текста».

Графический дизайнер сегодня более, чем когда-либо, переосмысливает механизм смысловой интерпретации аудиторией результатов своего труда. Он становится посредником, резонатором между человеком и его объектно-информативной средой, становится создателем не только предмета, но и сопутствующего этому предмету человеческого опыта, дизайн тем самым включается в решение острых социальных проблем и проблем личности.

Библиографический список

1. Пирс, Ч.С. Логические основания теории знаков / Ч.С. Пирс. - СПб.: Алетейя, - 2000. - 352с.
2. Лотман, Ю.М. Статьи по семиотике культуры и искусства / Ю.М. Лотман. — СПб.: Академический проект, 2002 — 543с.
3. Рикёр, П. Конфликт интерпретаций. Очерки о герменевтике / П. Рикёр. – М.: Academia – Центр. Медиум, 1995. – 11 с.
4. Аристотель Поэтика. / Аристотель // Этика. Политика. Риторика. Поэтика. Категории. - Минск: Литература, 1998 – С.1064-1112

Научный руководитель: Халин С.М., доктор философских наук, профессор

Повышение долговечности конструкций на основе гипсовых вяжущих

Вольнец С.И.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На сегодняшний день рынок строительных материалов изобилует количеством различных вяжущих. Ответственные конструкции уже традиционно выполняют из бетона/железобетона, с цементом в качестве вяжущего. Декоративные же элементы зачастую создают, используя гипс.

Гипсовыми вяжущими принято называть воздушные вяжущие – материалы, которые можно получить из природного двуводного гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, природного ангидрита CaSO_4 и, за редким исключением, некоторых отходов промышленности, главной составной частью таких отходов должен являться сернистый кальций.

Существует низкообжиговые и высокообжиговые вяжущие на основе гипса. Такое подразделение вызвано разницей температур тепловой обработки. Низкообжиговые получают при температуре от 120 до 180°C, они состоят, в основном, из полуводного гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$. Низкообжиговый гипс отличается быстрым твердением, является строительным/формовочным.

Высокообжиговый гипс. Получается при обжиге температурой свыше 200°C. Сначала идет полная дегидратация природного двуводного гипса, а затем частичное разложение на окись кальция и серный ангидрид. Если температура обжига 600–700°C, то гипс становится ангидритовым цементом CaSO_4 . Если же температура обжига выше 900°C, то получается так называемый эстрих-гипс (CaSO_4 и CaO). Такие гипсы медленнее схватываются и твердеют.

К гипсовым вяжущим веществам относятся также смешанные композиции, основной составляющей которых является полуводный гипс, а

дополнительными составляющими – известь, цемент, измельченные гранулированные доменные шлаки. В зависимости от вида дополнительной составляющей различают гипсоцементнопуццолановые вяжущие (ГЦПВ), гипсоизвестковые, гипсошлаковые и др..

Использование гипса в ответственных – несущих – конструкциях возможно только в малоэтажных нежилых помещениях, таких как бытовки, сараи. Однако такая практика почти полностью себя исчерпала: помимо того, что сам по себе гипс не может нести большой сжимающей нагрузки, он является одним из наименее долговечных материалов. Главной причиной этому является его слабая водостойкость – при увлажнении он теряет до 40% прочности.

Одной из своих задач я ставлю доказать возможность применения полуводного гипса в малоэтажном строительстве в качестве основного вяжущего элемента.

Применение гипсобетона – не распространенная, но существующая практика на территории СНГ. Используя в качестве вяжущего полуводный гипс, а в качестве заполнителя керамзит, туф, древесные стружки, и любые другие легкие заполнители, можно возвести легкое экологически безопасное здание, не требующее особых затрат на фундамент. Главным преимуществом такого здания будет его легкость, а значит, меньшая стоимость фундамента и быстрый монтаж. В качестве перекрытия использовать гипсобетон не рекомендуется, так как прочность на изгиб недостаточна при стандартной ширине перекрытия.

Для того, что бы использовать гипсобетон в несущих конструкциях малоэтажного строительства необходимо защитить его от воздействия влаги. На данный момент существует достаточно способов это сделать.

Окрасочная гидроизоляция красками и мастиками, например, является одним из самых простых способов обезопасить конструкцию из гипса от влаги. Существенных недостатков такого способа нет, но это - дополнительные затраты, если краска не является финальной отделкой, требующие регулярного ухода.

Пропитка гипсобетона водорастворимыми синтетическими смолами так же повышает водостойкость. Они легко впитываются в поры гипса, и после отвердевания, под воздействием относительно низких температур закупоривают поры и препятствуют проникновению в него влаги. Однако этот способ значительно усложняет процесс выпуска готовой продукции на основе гипсового вяжущего, увеличивая трудозатраты, а, следовательно, и общую стоимость итоговой продукции.

Так же повысить водостойкость гипса можно, если ввести в сухую смесь портландцемент в объеме 15-30% от его общего объема и гидравлические добавки, получая при этом трехкомпонентное вяжущее вещество: гипс, портландцемент, гидравлическая добавка. Такое вяжущее получает быстроту схватывания гипса, способность твердения не только на воздухе, но и во влажной среде, подобно цементам. Возможность управления про-

цессами взаимодействия гипса и портландцемента при помощи гидравлических добавок доказали исследования, проведенные А. В. Волженским и Р. В. Иванниковой. Надлежащей водостойкостью обладают смеси содержащие 50–70 % гипса, 20–25 % цемента и 15–30 % гидравлической добавки. Подобные смешанные вяжущие вещества характеризуются значительной прочностью (через 1–7 сут.) и способностью к гидравлическому твердению при длительных сроках (до 1–2 лет и более).

Перечисленные способы – самые популярные, действенные, и относительно легкие. В действительности их намного больше. Вариации комбинаций способов позволят достигнуть максимальной водостойкости, а, следовательно, и долговечности изделий из гипса, что позволит применять его в малоэтажном строительстве в качестве основного вяжущего элемента.

Библиографический список

1. А. В. Волженским и Р. В. Иванниковой Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения / А. В. Волженским и Р. В. Иванниковой// Научный вестник Воронежский государственный архитектурно-строительный университет -2011.
2. ГОСТ 125-79 ВЯЖУЩИЕ ГИПСОВЫЕ. Москва
3. Гипсовые вяжущие вещества [Электронный ресурс]. — <http://www.studfiles.ru/preview/1731399/>
4. Гидроизоляция зданий и сооружений [Электронный ресурс]. — <http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-95-gidroizolyacia/3.htm>
5. Гидравлически добавки [Электронный ресурс]. — <http://www.sdelaemsami.ru/stroyamat26.html>
6. Водостойкость вяжущих. [Электронный ресурс]. — <http://www.ngpedia.ru/id523913p1.html>

Научный руководитель: Зелиг Марина Петровна, старший преподаватель кафедры Строительные материалы Тюменского Индустриального университета, кандидат технических наук.

Профессиональная ориентация в процессе обучения русскому языку как иностранному в инженерном вузе при работе с лексикой

Массалова А.Э.

Тюменское высшее военно-инженерное командное училище имени маршала инженерных войск А.И. Прошлякова

На сегодняшний день актуальной является постановка вопроса профессиональной ориентации обучения при изучении русского языка как иностранного. Как отмечает Сурыгин А.И. подготовка иностранных уча-

щихся с учетом их будущей специальности является «начальной ступенью профессионального образования» [4].

Проблема профессионально ориентированного обучения разрабатывается в отечественной методике со второй половины XX века в работах Битехтиной Г.Н., Вишняковой Т.А., Володиной Т.А., Клобуковой Л.П., Митрофановой О.Д., Мотаной Е.И. и др. [1, с. 15].

Организационно-педагогическая деятельность в процессе обучения иностранных военнослужащих инженерных специальностей имеет ряд особенностей, обусловленных категорией обучаемых. При подготовке специалистов данного профиля особое внимание следует уделять программно-методическому обеспечению содержания курса, изучению коммуникативно-деятельностных потребностей будущих специалистов, применению инновационных подходов в формировании профессиональной компетенции.

При подготовке специалистов технического профиля в гражданском вузе преподаватели русского языка как иностранного, в основном, работают по одним и тем же учебным пособиям и тематическим планам. В военном вузе дела обстоят немного иначе. Поскольку здесь используется специальная терминология при изучении профильных дисциплин и преподавателям русского языка как иностранного, кроме учебных пособий, взятых за основу (Т.М. Балыхина. Русский язык как иностранный. Практическая грамматика для студентов-иностранцев естественных и технических специальностей; Е.В. Дубинская. Русский язык будущему инженеру; Е.В. Антонова. Дорога в Россию; Царева Н.Ю., Будильцева Н.В. Русский язык как иностранный), требуется составлять методические пособия, включающие тексты с военной лексикой.

На начальном этапе изучения русского языка иностранные военнослужащие инженерных специальностей сталкиваются с немалыми трудностями в процессе обучения, особенно при работе с профессионально-ориентированной лексикой. В связи с чем преподаватели как русского языка, так и специальных предметов должны координировать свои действия.

При составлении учебных материалов по РКИ необходимо учитывать язык специальности, а на специальных дисциплинах ориентироваться на уровень владения языком иностранных военнослужащих, брать в расчёт усвоенный на подготовительном курсе объем лексики и грамматических конструкций. Обучение по осуществлению единого языкового режима должно быть скоординировано между преподавателями, особенно в плане подачи лексического материала.

Работая с иностранными военнослужащими, преподаватели-предметники должны иметь представление о количестве изученных лексических единицах на подготовительном курсе и способах введения новой

лексики, что позволит им более точно донести информацию, используя уже знакомые обучающимся слова, при этом руководствуясь определенными приемами семантизации лексики.

Работа над лексикой является одним из основных аспектов в практике преподавания русского языка как иностранного. В связи с чем важным моментом является правильная организация работы с лексическим материалом. Необходимо работать над новой лексикой, записывая ее на доске, проставляя ударения, семантизируя незнакомые слова.

В овладении русским языком роль лексики важна, как и роль грамматики, ведь именно лексика передает непосредственный предмет мысли. Отметим, что человеку после первого предъявления свойственно забывать примерно 50% полученной информации, поэтому преподаватель должен организовать работу так, чтобы по возможности использовать большое количество упражнений с новыми лексическими единицами, многократно повторяя, прослушивая и воспроизводя их с обучающимися.

Преподаватель русского языка как иностранного на разных этапах работы должен учить военнотружущих инженерных специальностей понимать значение слова, слушать произношение, воспроизводить и писать слова.

Особое внимание следует обращать на терминологическую специальную лексику, добиваясь точного понимания её значения обучающимися. Основной целью преподавателя русского языка как иностранного будет являться предоставление соответствующих языковых средств, формирование речевых навыков и умений для последующей работы с текстами по специальности. Поэтому работа над лексикой при обучении иностранных военнотружущих занимает важное место, ведь овладеть лексикой означает: «Во-первых, усвоить значение и форму предусмотренного учебной программой минимума лексических единиц; во-вторых, научиться пользоваться этими единицами в различных видах речевой деятельности, т.е. овладеть навыками оформления речи; в-третьих, научиться понимать лексические единицы на слух и при чтении текстов» [2, с. 59].

Семантизация профессионально-ориентированной лексики может осуществляться разными способами. Как отмечает Толмачева Д.С. в своей работе: «Способ семантизации – это система действий, связанная с раскрытием значения слова, то есть установление взаимосвязи между формой слова и выраженным им понятием, предметом, явлением» [3, с. 294-298].

Выделяются две группы семантизации слов: переводные и беспереvodные. Переводные способы связаны с использованием перевода, их целесообразно использовать на первых занятиях. Беспереvodные способы обладают большей ценностью, так как позволяют использовать и

развивать все каналы восприятия (зрительный, артикуляционный, акустический).

К беспереводной группе семантизации слов относятся такие способы, как: наглядность; описание; перечисление; родовое слово; синонимы, антонимы; указание на словообразовательную ценность слова; внутренняя форма; использование контекста.

Все перечисленные виды семантизации лексики представляют собой единое целое. Различные способы семантизации проводятся в методических целях, чтобы быстрее достичь нужного результата.

При работе с иностранными военнослужащими уже на продвинутом этапе семантизация терминов остается исключительно важным этапом, задача которого сводится не только к пониманию значения нового слова, но и к созданию ориентировки для последующих действий со словом.

Отметим, что нецелесообразно и недостаточно просто правильно ввести новую лексику, важно помочь её запомнить для активного использования в речевой деятельности.

Профессиональная направленность обучения должна обеспечиваться организационно, дидактически и методически. Все этапы профессионально ориентированного обучения должны быть взаимосвязаны, составляя систему непрерывной и целенаправленной подготовки.

Дидактическое обеспечение русского языка как иностранного должно быть тщательно спланировано, с учетом требований и запросов вуза, а каждый этап подготовки иметь задачи и средства реализации. Преподавателем военного учебного заведения должна быть определена дидактическая основа обучения каждого этапа и должно быть разработано его методическое обеспечение, с ориентацией на уровень владения языком.

Библиографический список

1. Авдеева И.Б. Лингводидактическая концепция обучения профессиональной коммуникации иностранных учащихся инженерного профиля: Дисс... д-ра пед. наук. - М.: МГТУ, 2006. – 548 с.
2. Балыхина Т.М., Василишина Т.И. Леонова Э.Н., Пугачёв И.А. Русский язык. Основной курс. Практическая грамматика для студентов-иностранцев естественных и технических специальностей. – СПб.: Златоуст, 2011. – 301 с.
3. Крючкова Л.С., Мощинская Н.В. Практическая методика обучения русскому языку как иностранному. – Москва: Наука, 2012. – 480 с.
4. Сурыгин А.И. Педагогическое проектирование системы предвузовской подготовки иностранных студентов. – 2-е изд. – СПб.: Златоуст, 2008. – 128 с.

Раздвижное металлическое структурное покрытие типа «РАЗСТРУК»

Чумаков Д.О., Дёмин В.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

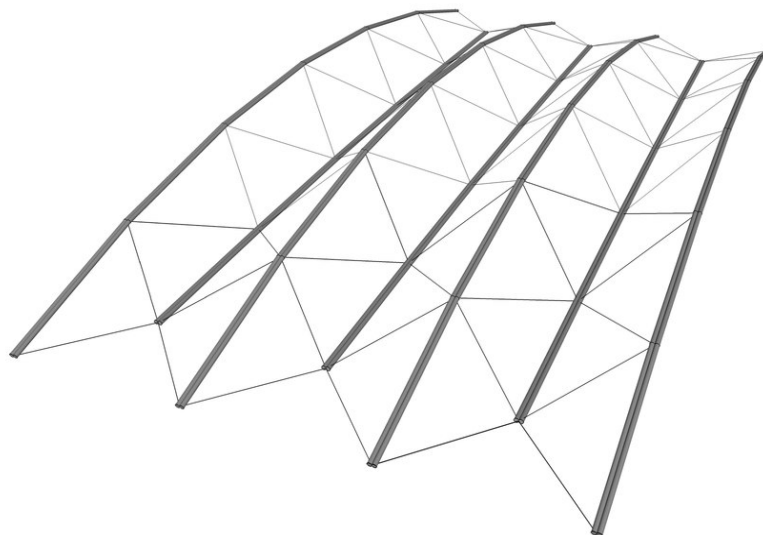


Рисунок 1. Раздвижное структурное покрытие типа "РАЗСТРУК"

Данная раздвижная структура была разработана как покрытие гаражей, автостоянок, навесы АЗС, объектов различного назначения в труднодоступных местах крайнего севера и т.д. Были разработаны два основных типа исполнения – с параллельными по радиусу поясами и с серповидным очертанием поясов.



Рисунок 2. Структура с параллельными по радиусу поясами

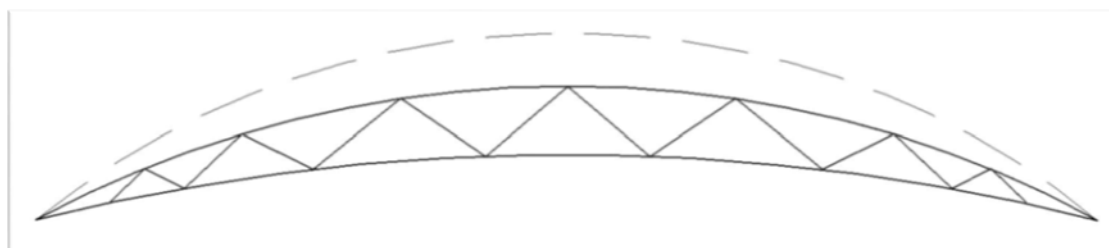


Рисунок 3. Структура с серповидным очертанием поясов

Существует возможность применения данной структуры в качестве трансформирующегося покрытия с использованием специального рельсового пути. Данная конструкция лишена недостатка тентовых покрытий, заключающегося в том, что их применение ограничено южными районами, где относительно небольшая величина снеговой нагрузки [1].

В «РАЗСТРУКе» создаётся предварительное напряжение вследствие изменения геометрии, а именно в результате изгиба нижних и в большей степени верхних поясов. Данный эффект получен при исследовании экспериментальной модели. Ниже представлены фронтальные проекции модели и изменение положения узлов в результате раздвижки структуры. Максимальная раздвижка узлов составляет 390 мм.

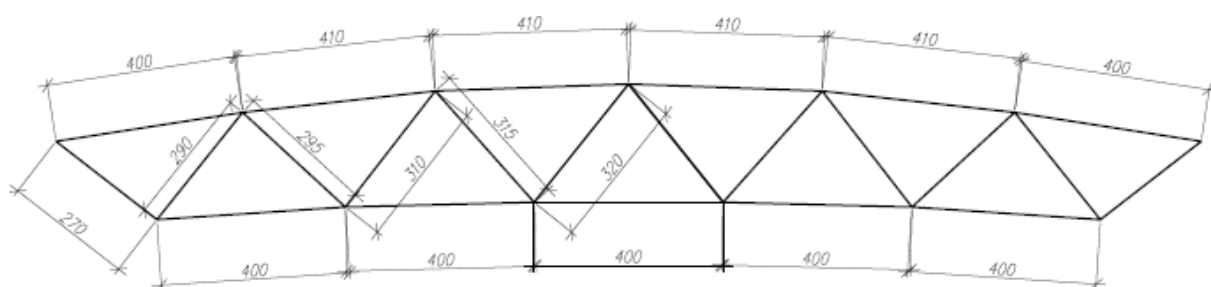


Рисунок 4. Экспериментальная модель в собранном положении

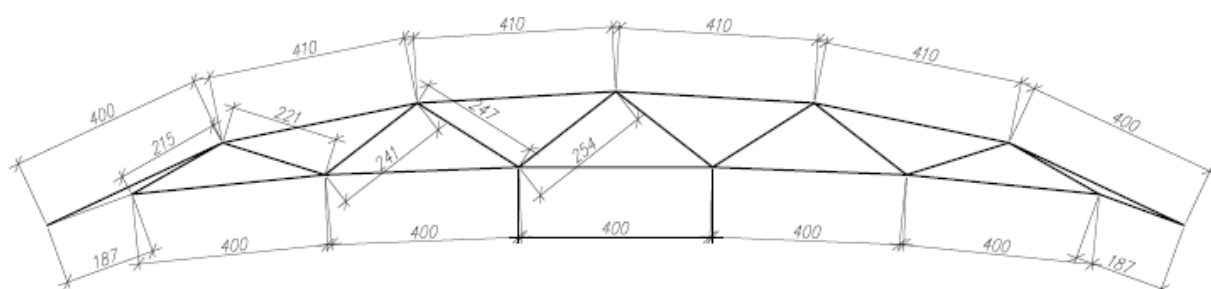


Рисунок 5. Экспериментальная модель при раздвижке на 390 мм

С целью наглядности деформаций, наложены друг на друга изображения поясов до и после раздвижки, в качестве места сопряжения выбраны верхние точки поясов.

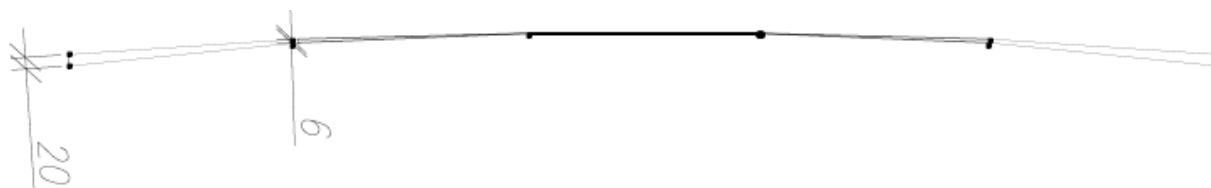


Рисунок 6. Деформация нижнего пояса



Рисунок 7. Деформация верхнего пояса

Используя методы расчёта строительной механики, найдены усилия в узлах примыкания раскосов к поясу. А приложив к трёхмерной модели «РАЗСТРУКА» данные узловые нагрузки определены продольные усилия для всех элементов структуры.

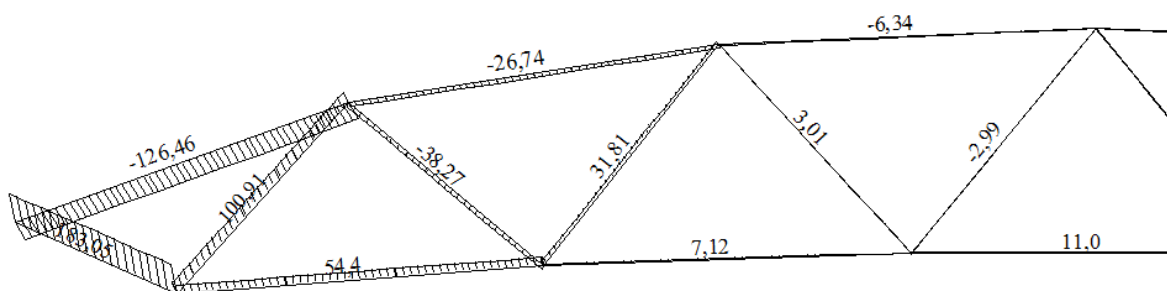


Рисунок 8. Фрагмент эпюры продольных усилий N, кгс

Следует отметить, что данный способ создания и величина предварительного напряжения могут оказывать разный эффект для каждого типа исполнения «РАЗСТРУКА».

Таким образом величины усилий преднапряжения, возникающих в элементах структуры зависят от:

- подъёма поясов, то есть от соотношения f/l ;
- наклона стержней решётки к панелям верхнего пояса;
- количество стержней решётки, примыкающей к верхнему поясу (количество панелей верхнего пояса);
- изгибной жёсткости поясов;
- величины раздвижки;

Библиографический список

1. Москалёв М.Б. Перспективная конструкция открывающейся крыши стадиона// Промышленное и гражданское строительство. – М.: ООО «Издательство ПГС», 2010-№ 12 – с. 55-56.

Научный руководитель: Дёмин В.А., канд. техн. наук, доцент.

Научное издание

**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ –
НЕФТЕГАЗОВОМУ РЕГИОНУ**

Том 4

*Проектирование, сооружение и эксплуатация систем
транспорта и хранения нефти и газа
Строительные материалы, изделия и конструкции
Проблемы промышленного, гражданского и дорожного строительства*

В авторской редакции

Дизайн обложки А. В. Клеменко

Подписано в печать 09.08.2017. Формат 60x90 1/16. Усл. печ. л. 23,75.
Тираж 500 экз. Заказ № 927.

Библиотечно-издательский комплекс
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Тюменский индустриальный университет».
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Типография библиотечно-издательского комплекса.
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.