

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
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 II

Строительные материалы и изделия

Промышленное, гражданское и дорожное строительство

Метрология, стандартизация и управление качеством

Тюмень
ТИУ
2019

УДК 622.3+550.8+655.6

ББК 33.36+35.514

Н766

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

Редакционная коллегия:
Д. В. Пяльченков (зам. ответственного редактора),
М. П. Зелиг, В. Ф. Бай, Е. В. Артамонов

Н766 **Новые технологии – нефтегазовому региону** : материалы
Международной научно-практической конференции : Т. 2 / отв.
ред. П. В. Евтин. – Тюмень : ТИУ, 2019. – 279 с. – Текст :
непосредственный.

ISBN 978-5-9961- 2164-9 (*т. 2*)

ISBN 978-5-9961- 2162-5 (*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 второго тома вошли материалы работы секций: «Строительные материалы и изделия», «Промышленное, гражданское и дорожное строительство», «Метрология, стандартизация и управление качеством».

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

УДК 622.3+550.8+655.6

ББК 33.36+35.514

ISBN 978-5-9961- 2164-9 (*т. 2*)

ISBN 978-5-9961- 2162-5 (*общ.*)

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тюменский индустриальный
университет», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «Строительные материалы и изделия»	11
Вторичное использование пластиковых отходов в производстве строительных материалов.....	11
<i>Алиев З.А., Забоев И.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Защита от коррозии магистральных трубопроводов.....	13
<i>Антипин А.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Рециклинг отработанных бордюрных камней.....	17
<i>Бака Е.Р., Останина А.С.</i>	
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск	
Сравнительная характеристика стеновых теплоизоляционных материалов в строительстве индивидуальных жилых домов в городе Тюмень.....	19
<i>Барановский Д.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Теоретическое исследование и применение стеклопластиковой арматуры	22
<i>Безгодова К.А., Порхунов В.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Сравнение стеновых строительных материалов для малоэтажного строительства	25
<i>Белоусов Д.Н., Запивак С.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.	
Перспективы производства модифицированного опилкобетона в Тюменской области.....	27
<i>Белоусова В.Е., Кибардин М.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Вторичное использование железобетонных изделий в качестве заполнителя при изготовлении бетона. Испытания полученных составов бетона.....	30
<i>Булашов А.О., Пенежина Е.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Клееный брус, анализ и перспективы использования в строительстве уникальных зданий	32
<i>Гизатулин Р.Р.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Процессы коррозии металла нефтяных резервуаров. Материалы и системы защиты.....	35
<i>Епихина С.П.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Антикоррозионные покрытия для легких стальных тонкостенных конструкций, обеспечивающие их эксплуатационную надежность	38
<i>Жайсамбаев Е.А., Тякин Д.Р.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Причины коррозионного разрушения бетона	41
<i>Замятина С.В., Кузнецова Т.Н., Суровцев И.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Исследование рынка цемента.....	44
<i>Камалетдинова Е.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.	

Внешняя и внутренняя стабилизация пневматической оболочки	46
<i>Кобяков В.А., Клюкин А.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Проблемы строительства высотных зданий	49
<i>Кодиров А.К.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Анализ применения графена в строительстве	50
<i>Козеева М.Е.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Светопроводящий бетон. Основные свойства и применение	53
<i>Конончук Д.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.	
Применение лигнинсодержащих отходов в производстве теплоизоляционных материалов	55
<i>Кузнецова Т.Н.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Современное состояние зелёной инфраструктуры города Кургана Курганской области.....	57
<i>Левкина Е.С, Петухова В.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Причины деструкции асфальтобетона	60
<i>Логинов Н.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Самовосстанавливающийся бетон	63
<i>Макарова Ю.Е.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.	
Влияние фракционного состава древесного заполнителя на показатели качества цементно-стружечных плит	66
<i>Малеванная М.И., Каспер Е.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Проблемы эксплуатации эффективной стеновой керамики.....	68
<i>Милимбаева С.Р.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Технологии и методы первичной защиты бетона на стадии проектных работ.....	71
<i>Мягих А.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Изменение физико-механических характеристик бетонов при добавлении стальной фибры.....	73
<i>Панов В.И.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Перспективы применения стекломagneйного листа на основе магнезиального вяжущего.....	76
<i>Плешачков М.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Сравнительная характеристика пенополистирола и экструдированного пенополистирола	79
<i>Поршнева И.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	

Численное моделирование системы многоярусных криволинейных песчаных подушек с замкнутым армированием.....	82
<i>Рабиев К.Р., Лузин А.Ю., Мирзоев С.М.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Анализ облицовочных материалов, используемых при устройстве вентилируемого фасада	85
<i>Сендык И.В., Шунькова Д.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Применение арболитовых включений при строительстве в условиях крайнего севера.	87
<i>Смирнов С.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Технологические способы повышения прочности керамзитового гравия	89
<i>Сошин М.А., Каспер Е.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Пуццолановый эффект золы рисовой шелухи	91
<i>Суровцев И.А., Солонина В.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Применимость инновационных подходов в проектировании улично-дорожной сети города Тюмени	94
<i>Тимоховец В.Д., Ходырева М.М.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Современное решение вопроса эффективного энергосбережения объектов недвижимости	97
<i>Турумтаев Г.Р.</i>	
Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа	
Влияние полипропиленового волокна на прочность гипсовых композитов.....	100
<i>Тюлькина А.В., Летуновская С.Н.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Влияние расширяющей добавки на свойства цементного камня	103
<i>Филипенко П.В. Орлов В.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Исследование влияния микронаполнителей на реологические свойства бетонной смеси и прочность бетона	106
<i>Фуфарова А.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Влияние пластифицирующих добавок на свойства цементного раствора.....	108
<i>Чукомина А.Ю., Каспер Е.И.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Анализ физико-химических свойств и состава ШХВО.....	110
<i>Шабанова Ю.Н.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Использование древесных отходов в производстве композитных строительных материалов на основе минерального вяжущего	113
<i>Янушевская Я.Д.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	

СЕКЦИЯ «Промышленное, гражданское и дорожное строительство»	116
Использование камер видеофиксации нарушений в целях определения характеристик транспортного потока	116
<i>Андронов Р.В., Старец А.Д.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
К вопросу о расчете перераспределения транспортного потока при реконструкции отдельных объектов улично-дорожной сети.....	118
<i>Андронов Р.В., Кривошеин Р.С, Буй П.Г.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Исследование работы водопропускных труб в дорожных насыпях в условиях сурового климата	121
<i>Апостолов К.П.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Применение грунтовой обоймы арочного типа при строительстве нефтепромысловых автомобильных дорог.....	124
<i>Баева П.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Допуски СРО для персонала службы заказчика-застройщика	127
<i>Баисов М.У.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Организационно-управленческие аспекты проекта капитального ремонта автомобильной дороги р-404.....	129
<i>Бакиев Р.М.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Обоснование необходимости появления автомобильных гоночных трасс в регионах страны	132
<i>Балабанов А.А., Дулепенских М.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Сравнение результатов расчета устойчивости рам переменной жесткости ручным методом и методом конечного элемента.....	134
<i>Богатырева А.М., Ефимов А.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Исследование влияния податливости соединения слоев в многослойных панелях на значения максимальных нормальных напряжений.....	137
<i>Бодрызов И.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Современные материалы для улучшения свойств цементогрунтов	139
<i>Вайло А.В., Волков В.В., Шматок В.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Особенности конструирования и расчета рамы из досок пролетом 15 метров.....	142
<i>Ващенко С.А., Филисюк В.Г.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Современные тенденции высотного строительства	145
<i>Гордаш В.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Экспериментальное исследование работы анкера в клеевом соединении армированной деревянной балки	147
<i>Есипов А.В., Черных К.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	

Календарный график производства работ на основании сметной трудоемкости	150
<i>Звонарева Е.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Особенности применения цифрового вертикального скважинного инклинометра в строительстве.....	152
<i>Илькив В.Р.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Физико-математическое моделирование процессов, происходящих внутри системы температурной стабилизации грунтов типа «ГЕТ».....	154
<i>Ишков А.А.</i>	
Филиал ООО «Лукойл-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени	
Модельные исследование процесса снижения неравномерности осадки плитного фундамента	156
<i>Кайгородов М.Д.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Сравнение методов расчёта перфорированных балок	159
<i>Киртищиков А.И.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Анализ способов усиления оснований водопропускных сооружений автомобильных дорог	162
<i>Кожемякина Т.Д., Замятин А.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Оценка надежности соединения железобетонной плиты с деревянными ребрами в балке композитного составного сечения	165
<i>Короткова Д.И., Филисюк В.Г.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Применение пеностекляного щебня в дорожном строительстве на территории Западной Сибири	168
<i>Лебедева М.А., Чухлатый М.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Сравнительный анализ работы рамно-козловых свайных фундаментов на выдергивающую и горизонтальную нагрузки	172
<i>Легостаев Д.И.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Деревянные стеновые панели, изготовленные с применением технологии МНМ (Massiv-Holz-Mauer)	175
<i>Леконцева Ю.Е.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Использование метода РIV в лабораторных экспериментах	177
<i>Липовец В.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Предпосылки совершенствования строительства городских улиц в современных условиях.	180
<i>Мазур В.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Моделирование грунтовых насыпей на слабом основании с применением геосинтетических материалов	183
<i>Мальшикина А.В., Волков А.А., Шабалин М.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	

Физическое моделирование установки для статического испытания грунтов сваями.....	186
<i>Матюков А.А., Гейдт А.В., Беляев Д.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Исследование работы деревянной плиты перекрытия с учетом конструкции пола	188
<i>Мишууренко Н.А., Еренчинов С.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Применение различных моделей грунта при расчете строительных конструкций	191
<i>Невьянцева О.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Разрушение дорожной одежды на участках примыкания к железнодорожному полотну	193
<i>Никитин А.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Обследование зданий и сооружений	196
<i>Никитин И.К.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Деревянная балка с соединениями на металлозубчатых пластинах МЗП	197
<i>Овчаров А.О.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Анализ математических моделей расчета крио температур покрытия для целей дистанционного термокартирования улично-дорожных.....	200
<i>Овчинников А.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.	
Возможные варианты повышения огнестойкости пространственной структуры типа «РАЗСТРУК»	203
<i>Павлов Н.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Безопасность технологических процессов и снижение рисков на строительной площадке с использованием BIM технологий.....	206
<i>Плаксина К.Н., Плаксина А.Н.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
О целесообразности использования компрессионного прибора с измерением боковых напряжений.....	208
<i>Помыткин Н.И.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Определение перемещений в стенде для испытания моделей фундаментов с помощью метода PIV	211
<i>Порошин О.С., Гусенков Д.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Применение стальных тонкостенных конструкций в заглубленных сооружениях	214
<i>Простакишина Д.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Экспериментальные исследования влияния опрессовки на несущую способность свай методом цифровой трассерной визуализации.	216
<i>Рыбак Г.И.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	

Численное моделирование выбуривания скважин в Midas GTS NX.....	219
<i>Степанова М.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Экспериментальное исследование песчаной армированной подушки в пучинистых грунтах.....	222
<i>Тихонова А.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Совершенствование технологии и методов организации при устройстве ленточно-оболочечных фундаментов.....	225
<i>Цыганкова М.А.</i>	
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург	
Трансформируемый сборно-монолитный фундамент мелкого заложения. Принцип адаптивного управления в строительстве	228
<i>Шмаков С.М., Киселев Н.Ю.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Численное моделирование лабораторного эксперимента для определения перемещений твердого тела	230
<i>Шушарина Н.Л., Еренчинов С.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Особенности реконструкции спортивных сооружений	233
<i>Ямохин В.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
СЕКЦИЯ «Метрология, стандартизация и управление качеством».....	235
Стандартизация и сертификация экологически чистой продукции в нефтегазовой отрасли.	235
<i>Аляпкина Е.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Добавки Е.....	236
<i>Белогодова Е.М.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Основные недостатки метрологического обеспечения нефтегазовой отрасли России	238
<i>Березина К.О.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Распространенность ISO 9001 в России и Европе.....	240
<i>Богданов А.В., Крячко А.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Современные проблемы работы с поставщиками в рамках СМК	243
<i>Бочарникова А.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Совершенствование деятельности университета на основе управления рисками	246
<i>Воронова Н.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Настройка, калибровка и поверка автомобильных весов.....	248
<i>Зернина Ю.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	

Метрология как одна из составляющих нефтегазодобычи	251
<i>Зырянова В.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Деловая игра как инструмент повышения качества образовательного процесса	253
<i>Зырянова А.Л.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Исследование процесса обратного осмоса	256
<i>Катаранчук А.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Современные стандарты управления качеством для конкурентоспособной деятельности компании нефтегазовой отрасли	258
<i>Логинов И.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Стандартизация характеристик режущего инструмента относительно потребностей потребителя.....	259
<i>Логинова Е.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Высшее руководство университета, его значимость в системе менеджмента качества.....	262
<i>Медведева А.Р., Остапенко М.С.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Управление качеством лекарственных средств на различных стадиях производства	264
<i>Назарова В.Ю.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Роль стандартизации в Российской Федерации.....	267
<i>Николаева Н.Е., Рудных Е.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Совершенствование системы менеджмента на предприятии ООО «КСА ДОЙТАГ».....	270
<i>Новоселова Ю.И.^{1,2}</i>	
¹ ООО «КСА ДОЙТАГ», ² Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Опыт внедрения концепции «Бережливого производства» на примере ПАО «Научно-производственное объединение Сатурн» и ПАО «Камаз»	272
<i>Решетникова Е.А.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	
Исследование работы динамических характеристик терморезистивного преобразователя	274
<i>Сенатов Р.А., Чусовитин А.А., Золотарёва И.А.</i>	
Тюменский лесотехнический техникум, г. Тюмень	
Эталоны и их совершенствование	276
<i>Чащин С.О., Барбышев Б.В.</i>	
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень	

СЕКЦИЯ «Строительные материалы и изделия»

Вторичное использование пластиковых отходов в производстве строительных материалах

Алиев З.А., Забоев И.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Согласно постановлению Тюменской области «Основные направления охраны окружающей среды» до 2020 года необходимо обеспечить санкционированное размещение и организацию утилизации отходов в целях сокращения загрязнения окружающей среды. [1]

17 марта 2018 года в Тюмени был открыт самый крупный в России завод по сортировке мусора. Его производительность 90 тонн в час, но проблему это не решает, так как мусор не перерабатывается, а только сортируется и точно также складывается на свалках. Для решения данной проблемы и получение дешевых и надежных строительных материалов с использованием промышленных и бытовых отходов, считаем необходимым исследование введения пластиковых отходов в строительные материалы. [2]

Каждый год в России для нужд строительных и бытовых применяется большое количество различных полимеров, которые сложны для утилизации. Они не реагируют с водой, не разлагаются, горят с выделением вредных веществ, что делает пластик быстро скапливающимся отходом на свалках.

Было проведено исследование на пригодность использования пластиковых отходов в производстве строительных материалах. В качестве исходных материалов взяты полипропиленовые (ПП) мешки и пластиковые бутылки (ПЭТ). Мешки были разрезаны до длины 5 см и ширины 0.4 см. Пластиковые бутылки измельчены до фракции 2-3 мм, что показано на рисунке 1.

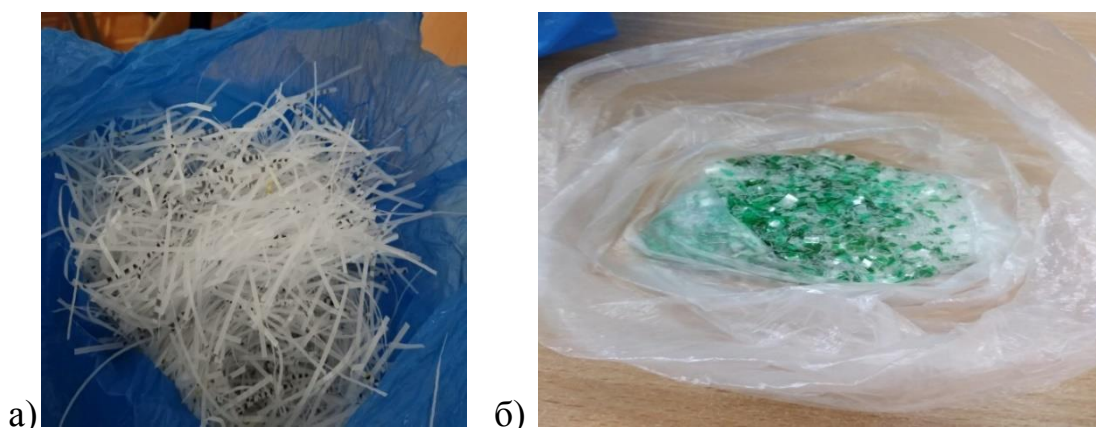


Рисунок 1. Измельченные пластиковые отходы а) ПП мешок, б) ПЭТ бутылка.

Измельченные пластиковые отходы добавлялись в цементно-песчаный раствор и формировались образцы балочек, общий вид которых показан на рисунке 2. Прочность образцов была проверена на сжатие и изгиб после 28 суток.



Рисунок 2. Формование балок

В ходе эксперимента были получены результаты, которые отображены на рисунках 3 и 4.

В ходе эксперимента было установлено, что добавление как измельченного ПЭТ в виде бутылок, так и полипропилена в виде строительных мешков, приводит к значительному увеличению прочности на сжатие (31% и 21%) и незначительному уменьшению прочности на изгиб (14% и 5%) при содержании пластика 3% и 0.25% соответственно. Это объясняется неравномерным распределением пластика в образцах. Необходимо тщательно перемешивать пластик в цементно-песчаном растворе, что гораздо легче делать в промышленных условиях.

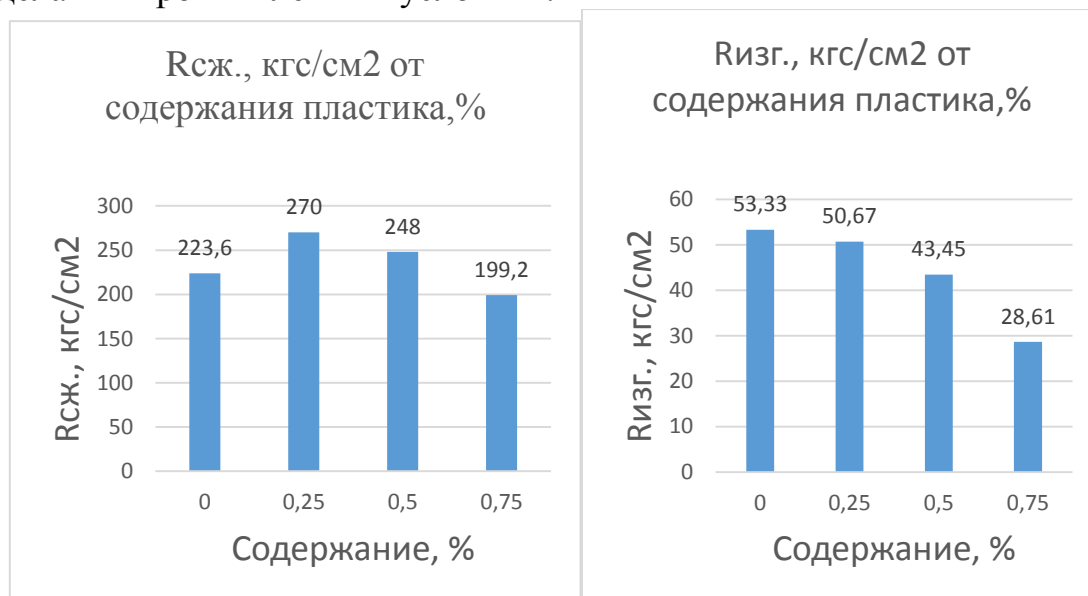


Рисунок 3. Результаты испытаний для измельченных пластиковых отходов (полипропиленовые мешки).

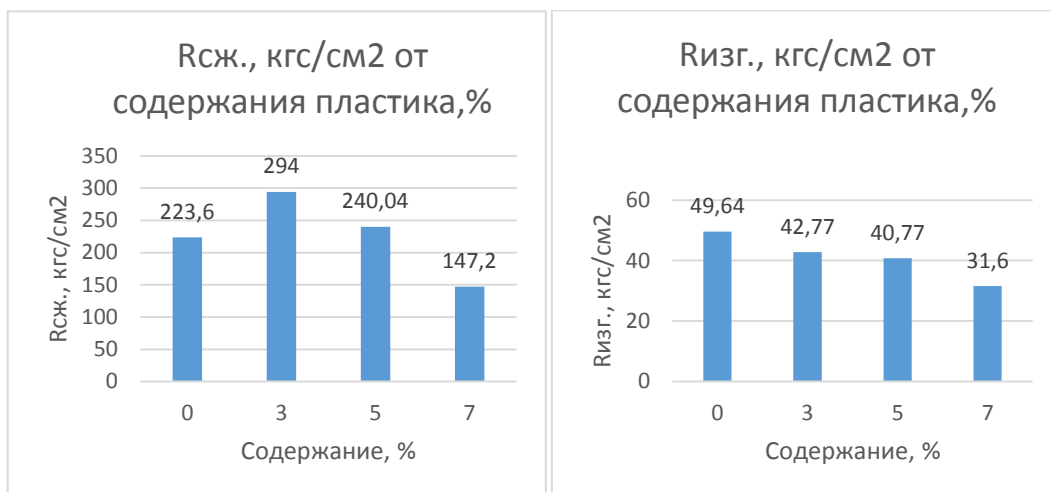


Рисунок 4. Результаты испытаний для измельченных пластиковых отходов (пластиковые бутылки).

Использование такого композиционного материала выгодно с экологической точки зрения. Также добавление пластика уменьшает коэффициент теплопроводности, что благоприятно для строительства в условиях Тюменской области.

Анализируя результаты можно сделать вывод, что использование пластиковых отходов является очень перспективным, ведь экологические проблемы обязательно нужно решать, а данный метод является эффективным.

Библиографический список

1. Основные направления охраны окружающей среды [Электронный ресурс] : постановление правительства Тюменской области от 2014 г.// Официальный сайт Правительства Тюменской области. – Режим доступа : <https://clck.ru/FRMo7> (Дата обращения: 15.03.2019).
2. Российская Газета [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rg.ru/2018/08/19/reg-urfo/v-tiumeni-otkryli-samyj-bolshoj-v-strane-zavod-po-pererabotke-musora.html> (Дата обращения: 15.03.2019).

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

Защита от коррозии магистральных трубопроводов

Антипин А.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Магистральные трубопроводы представляют собой высокотехнологичные, дорогостоящие конструкции, которые применяются в нефтяной, газовой, атомной промышленности и в теплоэнергетике.

Высокая значимость таких объектов обуславливает требования к их надежности, эффективности и безопасности.

Несмотря на то, что все трубопроводы подлежат комплексной защите, потери от коррозии превосходят остальной ущерб, связанный с их работой.

На рисунке 1 показана статистика отказов на газопроводах в 2005-2014 годах.

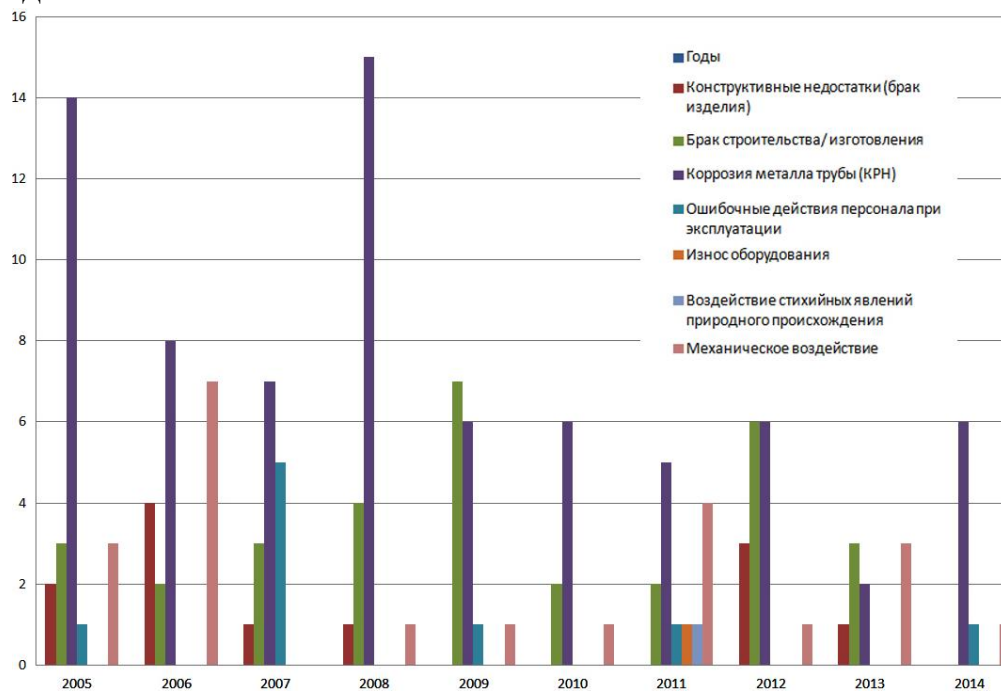


Рисунок 1. Статистика отказов газопроводов в зависимости от причин.

Классификация коррозионных поражений трубопроводов

1. *По механизму протекания химической реакции, лежащей в основе коррозионного процесса.* Различают коррозию химическую и электрохимическую. При химической коррозии металл взаимодействует с окислителем при отсутствии в системе влаги при высоких температурах. По такому механизму окисляется, например, металл печных змеевиков. При электрохимической коррозии в системе обязательно присутствует влага, коррозия протекает при низких температурах. Коррозия трубопроводов - это электрохимическая коррозия.

2. *По характеру коррозионного поражения.* Делят на общую и локальную (местную). Общая коррозия – это разрушение, которое развивается по всей поверхности металла, контактирующего с технологической средой. Она приводит к уменьшению толщины стенки трубопровода. Если разрушение под действием внешней среды развивается не по всей поверхности, а лишь на отдельных ее участках, то коррозия называется локальной или местной.

3. *По характеру коррозионной среды.* Классифицируя коррозию по этому принципу, выделяют почвенную коррозию – разрушение металла

под действием почв и грунтов, атмосферную коррозию – под действием атмосферы воздуха, морскую коррозию – под действием морской воды, а также серноокислотную, сероводородную, щелочную и многие другие.

Защита трубопроводов изоляционными полимерными материалами

Основным и наиболее эффективным и дешевым способом подавления коррозии магистральных трубопроводов является защита их полимерными изоляционными материалами. При протекании коррозионного процесса на поверхности подземного трубопровода лимитирующей стадией является перенос зарядов по грунтовому электролиту. Поэтому именно эту стадию процесса выгоднее всего тормозить, чтобы замедлить весь коррозионный процесс [1].

С конца 40-х прошлого столетия начали применяться битумно-мастичные покрытия. Они обладают достаточно высокими защитными свойствами, но в тоже время характеризуются способностью к водопоглощению и высокой чувствительностью к температуре, благодаря чему их изолирующая способность падает при эксплуатации (Таблица 1).

Позже появились липкие полимерные ленты. В отличие от битумных покрытий, полимерные ленты обладают более широким температурным интервалом применения. Однако материал часто сдвигается под действием оседающего грунта – не обеспечивается должной адгезии ленты к трубе (Таблица 2).

Таблица 1

Битумно-мастичные покрытия	
Достоинства	Недостатки
Низкая стоимость	Небольшой диапазон рабочей t
Несложная технология нанесения	Низкая ударная прочность
Хорошо сочетаются с ЭХЗ	Нестойкость к продавливанию
	Повышенное влагонасыщение
	Низкая биологическая устойчивость

Таблица 2

Гибкие полимерные ленты	
Достоинства	Недостатки
Несложная технология нанесения	Возникают деформации сдвига
Диэлектрические свойства	Низкая ударная прочность
Высокие влагозащитные свойства	Экранирование ЭХЗ
Широкий диапазон эксплуатационных температур	Низкая биологическая устойчивость

Новое строительство магистральных трубопроводов осуществляется с применением труб, имеющих заводские покрытия на основе современных полимерных материалов.

Электрохимическая защита магистральных трубопроводов

Электрохимическая защита является дополнительной мерой. Ее назначение – подавить анодный процесс на небольших по площади участках дефектов в изоляции.

Различают катодную и анодную электрохимическую защиту. При анодной защите потенциал коррозии металла принудительно смещают в положительную сторону. Для углеродистых и низколегированных сталей анодная защита приводит к усилению коррозионного процесса. Ее используют для нержавеющей стали.

При катодной защите потенциал защищаемой конструкции принудительно смещают в сторону отрицательных значений, то есть усиливают катодную поляризацию. Существует протекторная защита, при которой защищаемую конструкцию соединяют с металлом, имеющим более отрицательный электродный потенциал. Можно добиться тех же результатов, если при помощи источника постоянного тока создать разность потенциалов между трубопроводом и размещенными рядом кусками металла так, что на трубопровод подается отрицательный заряд, а на куски металла — положительный. Это принцип катодной защиты наложенным током. Дополнительно размещаемый в грунте металл, как в протекторной, так и в катодной защите, является анодом и подвергается разрушению, а наружная коррозия трубопровода не происходит.

Катодная защита применяется чаще для магистральных трубопроводов. Протекторная защита применяется в меньших масштабах, т.к. нельзя организовать четкое соответствие между площадью нарушенной изоляции и силой защитного тока. Протяженность зоны защиты трубопровода одним протектором – небольшая: не более 1 км. Однако такая защита не требует энергетических затрат.

Библиографический список

1. Медведева, М. Л. Коррозия и защита магистральных трубопроводов и резервуаров : учебное пособие для вузов нефтегазового профиля / М. Л. Медведева, А. В. Мурадов, А. К. Прыгаев. – Москва : Издательский центр РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина, 2013. – 250 с.

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

Рециклинг отработанных бордюрных камней

Бака Е.Р., Останина А.С.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Бетон и железобетон являются долговечными материалами, однако срок службы практически всех бетонных и железобетонных изделий и конструкций является ограниченным ввиду их физического и морального износа. Наиболее значительному износу подвергаются такие дорожные изделия, как бордюрный камень и поребрик. Потеря их эксплуатационных характеристик происходит из-за воздействия неблагоприятных условий, в которых эксплуатируются эти дорожные изделия (воздействие влаги, циклических знакопеременных температурных колебаний, химических реагентов, используемых в качестве противогололедных материалов.) Кроме этого, неблагоприятное воздействие оказывает дорожно-эксплуатационная техника, используемая для очистки дорог и тротуаров от снега и наледи в зимнее время. Во время проведения таких работ средства механизированной уборки могут повреждать бордюрные камни и поребрик, сдирая верхний цементный слой и нарушая целостность поверхности и плотность структуры изделий. В результате значительно повышается водопоглощение и проницаемость изделий, а срок их службы снижается, не достигая проектного значения. Поэтому в каждом регионе, а в условиях Сибири особенно в период ежегодных ремонтных дорожных работ образуется значительный объем бетонного лома из отработанных бордюрных камней, подлежащих замене, который необходимо утилизировать, не нанося вреда окружающей среде и не загрязняя полезных народно-хозяйственных площадей.

Интерес к повторному использованию бетонного лома существует и в нашей стране, и у зарубежных строителей [1, 2].

Анализ накопленного опыта переработки строительных отходов и вторичного использования бетона в строительстве показывает, что за счет внедрения рациональных схем переработки, использования нового поколения оборудования и улучшения качества вторичного щебня может быть обеспечена его конкурентоспособность с природными заполнителями [3].

С этой точки зрения рециклинг отработанных дорожных изделий с целью получения из них вторичного заполнителя является экономически и экологически оправданным. На обоснованность этого указывает факт, что для изготовления таких дорожных изделий, как бордюрные камни и поребрик используется качественный заполнитель, преимущественно в виде щебня из плотных горных пород, и терять его при нерациональной утилизации отработанных изделий было бы нецелесообразно.

В связи с этим цель работы заключалась в оценке физико-механических характеристик вторичного заполнителя, полученного при рециклинге бетонного лома из дорожных изделий на соответствие требо-

ваниям ГОСТ 32495-2013 «Щебень, песок и песчано-щебеночные смеси из дробленого бетона и железобетона. Технические условия» [4].

В работе изучались следующие характеристики вторичного заполнителя: плотность, гранулометрический состав, водопоглощение, марки по дробимости и истираемости. Для проведения исследований вторичный заполнитель был получен при дроблении бетонного лома из бордюрных камней на лабораторной щековой дробилке. Требуемые физико-механические свойства изучали на пробе заполнителя фракции 5-20 мм. Для сравнения были изучены аналогичные свойства первичного щебня, полученного по традиционной технологии из плотной горной породы.

Полученные результаты исследований представлены в табл. 1 – 2.

Таблица 1

Гранулометрический состав вторичного заполнителя

Вид заполнителя	Полные остатки на ситах, % по массе:			
	d	0,5(d + D)	D	1,25 D
Вторичный из отработанных изделий	93	44	8	-
Гранитный щебень	97	64	6	-
Требования ГОСТ	От 90 до 100	От 30 до 90	До 10	До 0,5

Таблица 2

Физико-механические показатели вторичного заполнителя

Наименование показателей	Значение показателей, вид заполнителя		
	вторичный	гранитный	Требования ГОСТ
Насыпная плотность, кг/м ³	1240	1430	-
Истинная плотность, г/см ³	2,5	2,9	-
Пустотность, %			
Водопоглощение, %	6,4	2,2	-
Марка по дробимости	600	1200	300 – 600
Марка по истираемости	ИЗ	И1	ИЗ – И4

Полученные результаты исследований показали, что вторичный заполнитель из отработанных бордюрных камней по физико-механическим показателям в некоторой степени уступает природному, что объяснимо ввиду наличия на его поверхности частично остающемуся после дробления растворного слоя, но отвечает требованиям ГОСТ на заполнитель из дробленого бетона.

В соответствии с требованиями ГОСТ заполнитель из отработанных бордюрных камней, имеющего марку по дробимости 600, можно отнести к заполнителю I группы, который можно использовать для изготовления бетонов класса до В 22,5 включительно. В эти классы входят бетоны общестроительного назначения, выпускаемые и используемые в массовом количестве. Поэтому на основе такого вторичного заполнителя возможна организация выпуска товарных бетонных смесей в условиях мобильного бетонного завода непосредственно вблизи или на одной площадке, где будет производиться вторичный щебень при рециклинге отслуживших свой срок бордюрных камней.

Библиографический список

1. Далатказин, А. А. Отсевы дробления: проблема, требующая решения / А. А. Далатказин // Строительные материалы. – 2006. – № 8. – С. 28-29.
2. Опыт использования отходов дробленого бетона в производстве бетонных и железобетонных изделий / А. А. Кальгин [и др.] // Строительные материалы. – 2010. – № 6. – С. 32-33.
3. Современные технологические линии для строительного рециклинга / В. А. Арсентьев [и др.] // Строительные материалы. – 2006. – № 8. – С. 64-66.
4. ГОСТ 32495-2013. Щебень, песок и песчано-щебеночные смеси из дробленого бетона и железобетона. Технические требования. - Введ. 2015-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 12 с.

Научный руководитель: Шевченко В.А., канд. техн. наук, профессор

Сравнительная характеристика стеновых теплоизоляционных материалов в строительстве индивидуальных жилых домов в городе Тюмень

Барановский Д.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В данной статье сравниваются 5 различных теплоизоляционных материалов. Сравнение основано на теплотехническом расчёте толщины слоя теплоизоляционного материала, необходимой для достижения показателей микроклимата внутри жилого помещения, соответствующих нормативным документам.

Для теплотехнического расчёта, возьмём параметры стены, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики стены

№ слоя	Материал слоя	δ , мм	ρ_0 , кг/м ³	λ_A , Вт/(м·°С)
1	Кирпич лицевой керамический пустотелый на цементно-песчаном растворе	120	1400	0,27
2	Утеплитель	X	X	X
3	Кирпич рядовой керамический полнотелый на цементно-песчаном растворе	380	2000	0,61
4	Листы гипсовые обшивочные (сухая штукатурка)	15	800	0,19

Список используемых материалов:

1. Экструдированный пенополистирол Пеноплекс Фасад[1].
2. Каменная вата ЭКОВЕР Лайт универсал[2].
3. PIR-плита PIRRO[3].
4. Утеплитель полиэфирный ШелтерЭкоСтрой Премиум[4].
5. Полиэтилен вспененный Теплофол НПЭ-А10 фольгированный[5].

Таблица 2

Характеристики теплоизоляционных материалов

Название материала	Производитель	Размеры, мм	λ_A , Вт/(м·°С)	Группа горючести	Цена, руб/м ³
Экструдированный пенополистирол Пеноплекс Фасад	Пеноплекс	1200 × 600 × 50	0.031	Г3	8410
Каменная вата ЭКОВЕР Лайт универсал	Эковер	1000×600×50	0,04	НГ	1404
PIR-плита PIRRO	PirroGroup	1200×600×30	0,023	Г4	13056
Утеплитель полиэфирный ШелтерЭкоСтрой Премиум	ШелтерЭкоСтрой	1200×600×50	0,033	Г1	5740
Полиэтилен вспененный Теплофол НПЭ-А10 фольгированный	Теплофол	15000×1200×10	0,039	Г3	6452

Таблица 3

Исходные данные для теплотехнического расчёта

$t_{int},$ °C[6]	$t_{ext},$ °C[7]	$z_{ht},$ сут[7]	$t_{ht},$ °C[7]	a [8]	b [8]	$\Delta t_n,$ °C[8]	$\alpha_{int},$ Вт/(м ² ·°C)[8]	$\alpha_{ext},$ Вт/(м ² ·°C)[8]
20	-38	225	-7,2	0,00035	1,4	4	8,7	23

Теплотехнический расчёт:

$$d = (t_{int} - t_{ht}) \times z_{ht} = (20 + 7.2) \times 225 = 6120 \text{ °C} \cdot \text{сут}$$

$$R_{req} = a \times d + b = 0.00035 \times 6120 + 1.4 = 3.542 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}; R_1 = \frac{0.12}{0.27} = 0.444 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}; R_3 = \frac{0.38}{0.61} = 0.623 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт};$$

$$R_4 = \frac{0.15}{0.19} = 0.079 \text{ м}^2 \times \text{°C/Вт}; R_{тp0} = R_{req}; R_{int} = \frac{1}{\alpha_{int}} = \frac{1}{8.7};$$

$$R_{ext} = \frac{1}{\alpha_{ext}} = \frac{1}{23}; R_{ут}^{тp} = R_{тp0} - (R_{int} + R_{ext} + \sum R_i) = 3.542 - \left(\frac{1}{8.7} + \frac{1}{23} + 0.444 + 0.623 + 0.079 \right) = 2.238 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$$

$$\delta_{ут} = \lambda_{ут} \times R_{ут}^{тp}$$

Таблица 4

Результаты теплотехнических расчётов

№ материала	$\delta_{ут}^{тp},$ мм	$\delta_{ут}^{\Phi},$ мм	Объём, необходимый для утепления 1 м ² стены, м ³
1	69	100	0,1
2	90	100	0,1
3	51	60	0,06
4	72	100	0,1
5	87	90	0,09

Исходя из данных, указанных в таблицах 2 и 4, можно сделать выводы:

- По показателям горючести и цены, оптимальным решением будет использовать каменную вату ЭКОВЕР Лайт универсал.
- Полиэтилен вспененный Теплофол НПЭ-А10 фольгированный целесообразно использовать в сочетании с каким-либо другим материалом, так как толщина рулона составляет 10 мм, а необходимая толщина слоя—90 мм.
- *PIR*-плита *PIRRO* выигрывает по показателям толщины слоя, однако является самым дорогим теплоизоляционным материалом и самым легко горючим (класс горючести Г4) в этом списке.

Библиографический список

1. ПЕНОПЛЭКС - эффективная теплоизоляция [Электронный ресурс] // [официальный сайт]. — Режим доступа : <http://ww.penoplex.ru/>, свободный.

2. Утеплитель Эковер [Электронный ресурс] // [официальный сайт]. - Режим доступа : <https://www.ekover.ru/>, свободный.
3. Теплоизоляционные PIR-плиты PiroGroup. Характеристики и цена [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://pirogroupp.ru/>, свободный.
4. Утеплитель для дома оптом от производителя. Купить строительный утеплитель и теплоизоляционные материалы [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://ses.wesmir.com/>, свободный.
5. Утеплитель Теплофол - Современная теплоизоляция Вашего дома [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://tepofol.ru/>, свободный.
6. ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. – Введ. 2013-01-01. – Москва.: Стандартинформ, 2013. – 3 с.
7. Строительная климатология : СП 131.13330.2012: утв. Минрегион России 30.06.2012 : ввод. в действие с 01.01.13 – Москва.: Минрегион России, 2012. – 74 с.
8. Тепловая защита зданий : СП 50.13330.2012 : утв. Минрегион России 30.06.2012 : ввод. в действие с 01.01.13 – Москва: Минрегион России, 2012. – С. 4-8.

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

Теоретическое исследование и применение стеклопластиковой арматуры

Безгодова К.А., Порхунов В.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Появление армированных бетонных конструкций связано с резким скачком промышленности во второй половине XIX века. Железобетон применялся для строительства заводов, гидротехнических сооружений и других капитальных сооружений. На протяжении всей истории армированного бетона классически применялась стальная арматура. Несмотря на свои полезные для строительства свойства, одной из важнейших особенностей стали является ее коррозионная активность, что является большой проблемой использования ее, как армирующего элемента в конструкциях, которые подвергаются агрессивному воздействию окружающей среды.

С развитием науки и строительной индустрии, на рынке стали появляться новые виды арматуры, такие как: стеклопластиковая (СПА), углепластиковая (УПА) и прочие виды композитной арматуры. Разработанная еще в 80-х годах XX века, стеклопластиковая арматура относительно недавно начала завоевывать внимание современных строителей. Основной причиной для столь пристального внимания служит ее коррозионная стойкость к окислительно-восстановительным процессам, что может позволить

применение СПА в элементах и сооружениях подвергающихся агрессивному воздействию сред, в которых находится конструкция. Также, она обладает легким весом, высоким пределом прочности на растяжение, не взаимодействует с магнитным и электрическим полем, коэффициент температурного расширения аналогичен коэффициенту температурного расширения бетона, что благоприятно сказывается на совместной работе бетона и арматуры в конструкции. Новые достижения в области производства полимеров, позволяют снизить стоимость СПА по отношению к стальной арматуре.

Стеклопластиковая арматура состоит из стекловолокна, образованного из расплава неорганического стекла и полимерной матрицы, которая связывает воедино волокна, превращая их в стержень, на который в последствие наносится периодический профиль спирального вида или покрытие из кварцевого песка для улучшенного сцепления с бетоном в конструкции.

Регламентирует характеристики и качество производства стеклопластиковой арматуры государственный стандарт [1].

В таблице 1 приведены физико-механические характеристики стальной арматуры класса А-III [2] и стеклопластиковой арматуры [1].

Таблица 1

Сравнение металлической и стеклопластиковой арматуры

Характеристики	Металлическая арматура класса А-III	Стеклопластиковая арматура
Материал	Сталь 35ГС, 25Г2С, 32Г2Рпс	Стекланные волокна, связанные полимером
Модуль упругости, МПа, не менее	200 000	50 000
Предел прочности при растяжении, МПа, не менее	390	1300
Относительное удлинение, %	25	2,2
Плотность, т/м ³	7,85	1,9
Коррозионная стойкость к агрессивным средам	Корродирует с выделением продуктов ржавчины	Нержавеющий материал, в том числе к щелочной среде
Теплопроводность, Вт/мК	47	0,46
Параметры равнопрочного арматурного каркаса при нагрузке 25 т/м ²	При использовании арматуры 8 А-III размер ячейки 14x14 см, вес 5,5 кг/м ²	При использовании арматуры 8мм, размер ячейки 23x23 см, вес 0,61 кг/м ²
Диаметры, мм	6-80	4-20
Длина, м	6-12	По заявке покупателя

Предел прочности при растяжении стеклопластиковой арматуры в два раза выше, чем у металлической, но при этом стеклопластиковая арматура имеет в 4 раза ниже модуль упругости. Это означает, что стеклопла-

стиковая арматура, по сравнению с металлической, имеет наименьшее сопротивление деформациям.

Стеклопластиковая арматура имеет низкую огнестойкость и относится к самозатухающим материалам (группа Г1) [3]. Но при температуре свыше 200 °С данная арматура теряет свои прочностные свойства. Из этого следует, что использование стеклопластиковой арматуры следует исключить в конструкциях, которые могут быть подвержены пожарам.

По причине «старения» связующего полимера, рекомендуется дополнительно защищать стеклопластиковую арматуру от прямого воздействия ультрафиолетовых лучей, что может ограничить применение СПА в открытом виде.

Одним из важнейших различий двух видов арматур является характер разрушения при превышении предела прочности на растяжение, который можно отразить на диаграмме напряжений (рис. 1).

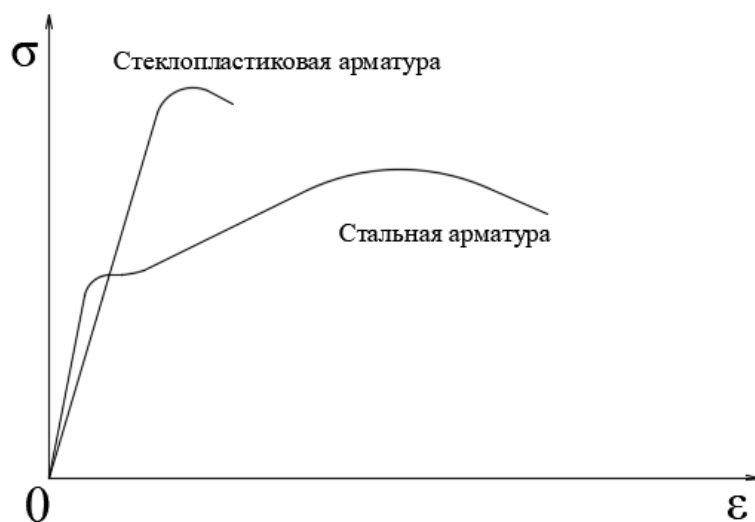


Рисунок 1. Диаграмма напряжений

Из диаграммы напряжений видно, что стальная арматура, прежде чем разрушиться начинает сильно деформироваться. В условиях эксплуатации конструкции это приводит к чрезмерному прогибу и раскрытию трещин, что может позволить предупредить разрушение и провести своевременную реконструкцию. В то же время у стеклопластиковой арматуры, имеющей больший предел прочности, чем у стальной, характер разрушения является хрупким, что не позволяет вовремя оценить опасность и применить меры, относительно усиления конструкции.

На основании выше изложенного можно сделать вывод, что стеклопластиковую арматуру рекомендуется применять в скрытых от ультрафиолетового излучения сжатых конструкциях, подвергающихся агрессивным воздействиям окружающей среды, таких как фундаменты и сжатые гидротехнические сооружения.

Библиографический список

1. ГОСТ 31938-2012. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. – Москва : Стандартинформ, 2014 – 38 с.
2. ГОСТ 5781-82. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. – Москва : Издательство стандартов, 1994. – 29 с.
3. ГОСТ Р 57270-2016. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть. – Москва : Стандартинформ, 2016 – 47 с.

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

Сравнение стеновых строительных материалов для малоэтажного строительства

Белоусов Д.Н., Запивак С.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.

На сегодняшний день на рынке представлено большое количество разнообразных строительных материалов, что позволяет подобрать материал, наиболее подходящий для конкретных целей и задач. Однако помимо основных характеристик и внешнего вида на конечный выбор влияет и цена материала. А одной из составляющих конечной цены является стоимость доставки. В связи с этим предлагается сравнение стеновых материалов, производимых в Тюмени и на юге Тюменской области, а именно:

- Кирпич керамический рядовой пустотелый одинарный М150 производства «Винзилинского завода керамических стеновых материалов» [1];
- Кирпич силикатный рядовой пустотелый одинарный М200 «Неокрашенный» производства завода «Поревит» (г. Ялуторовск) [2];
- Керамзитобетонный блок стеновой рядовой М75 производства «Винзилинского завода керамзитового гравия» [3].



Рисунок 1. Керамический кирпич, Силикатный кирпич, керамзитобетонный блок

Сравним основные технические характеристики данных материалов [Таблица 1]. Вся информация о ценах и характеристиках изделиях, представленных в таблице, взята с официальных сайтов производителей и поставщиков [1], [2], [3].

Таблица 1

Сравнение технических характеристик материалов.

Материал	Марка	Марка по морозостойкости	Плотность, кг/м ³	Теплопроводность, Вт/м×°С	Цена р/шт	Размер, мм	Цена, р/м ³
Кирпич керамический	M150	F75	1250	0,47	10,2	250×120×60	5230
Кирпич силикатный	M200	F100	1460	0,56	7,93	250×120×60	4400
Керамзитобетонный блок	M75	F50	1100	0,22-0,32	39	390×190×188	2800

Анализируя технические характеристики материалов, можно прийти к следующим заключениям:

- Керамзитобетонные блоки серьезно проигрывают в прочности. Но так как речь идет о строительстве коттеджа в 2-2,5 этажа, марки M75 будет достаточно. Если проектируется более массивное сооружение, от этого материала придется отказаться.

- Силикатный кирпич обладает самой высокой плотностью и высокой теплопроводностью, что вызовет дополнительные затраты на утеплители. А керамзитоблоки – самый теплый и самый легкий материал из представленных, также обладающий хорошей звукоизоляцией.

- Самым дорогим оказался керамический кирпич, и если силикатный дешевле примерно на 15%, то разница с керамзитобетонными блоками намного ощутимее – за тот же объем они обойдутся почти в два раза дешевле. А учитывая лучшую теплоизоляцию керамзитоблоков, необходимая толщина стены и, как следствие, объем материала будет меньше, что позволит сэкономить еще больше.

- Керамзитобетонные блоки больше по размеру, следовательно, укладывать их будет проще, и процесс строительства будет протекать быстрее.

С точки зрения экологии все эти материалы являются чистыми и безопасными для здоровья будущих жильцов. Керамический кирпич производится путём обжига глины, силикатный состоит из песка и извести, а основным компонентом керамзитобетонного блока является керамзит.

Один из недостатков силикатного кирпича вытекает из его состава – он обладает низкой химической стойкостью. Связующий компонент легко разрушается под действием агрессивных грунтовых вод, что делает невозможным использование этого материала в условиях, где такой контакт

возможен. Так что использовать его в подвалах, цокольных этажах и для фундаментов не рекомендуется.

Таким образом, самым универсальным из рассмотренных материалов оказался керамический кирпич, что объясняет его популярность. Он обладает высокой прочностью, средними показателями теплопроводностями, высокой химической стойкостью. Это позволяет использовать его без особых ограничений. Однако если прочности керамзитоблока будет достаточно, или не будет контакта с опасными для силикатного кирпича агрессивными средами, то использование этих материалов может позволить значительно сэкономить.

Библиографический список

1. Винзилинский завод керамических стеновых материалов [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.vzksm.ru> 24.03.2019.
2. Тюменская кирпичная компания [Электронный ресурс]. – URL: <http://лицевой-кирпич72.рф> 25.03.2019.
3. Официальный сайт Винзилинского завода керамзитового гравия [Электронный ресурс]. – URL: <https://vzkg.ru> 24.03.2019.

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

Перспективы производства модифицированного опилкобетона в Тюменской области

Белоусова В.Е., Кибардин М.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Древесина является многофункциональным материалом, обладающим широким спектром полезных свойств, применяемых человеком во множестве различных сферах жизни:

- Создание декоративных изделий и мебельной продукции, так как древесина является достаточно мягкой для технологической обработки;
- Производство целлюлозно-бумажной продукции, поскольку древесина имеет волокнистую структуру и хорошо впитывает влагу, за счет чего смешиваясь с водой она дает пластичную бумажную массу;
- Отапливание помещений, так как древесина при горении выделяет достаточное количество тепла для обогрева;
- Строительство, поскольку имеет хорошие теплоизоляционные, звукоизоляционные свойства и большой коэффициент конструктивного качества по сравнению с другими строительными материалами.

В последнее время древесина находит все меньшее применение в строительстве в чистом виде поскольку, она обладает свойствами, ограничивающими ее непосредственное применение, а именно анизотропность, гигроскопичность, разбухание, коробление, горючесть а

также наличие пороков. По этой причине большей популярностью пользуются композиционные древесные материалы, компенсирующие ее недостатки. Одним из таких материалов является опилкобетон.

Опилкобетон – строительный материал, основанный на отходах производств деревообрабатывающей промышленности. Основными компонентами данного материала помимо древесных отходов являются цемент, песок и минерализаторы.

Опилкобетон создан на основе возобновляемого ресурса или его отходов. Также опилкобетон практически не подвержен действию огня, обладает высокими теплотехническими характеристиками, высокой прочностью по сравнению с другими легкими бетонами за счет армирующего действия древесных опилок. Этот композитный материал по своим санитарно-гигиеническим показателям является наиболее комфортным из всех легких бетонов для сооружения жилых зданий. [1]

В то же время, главным недостатком опилкобетона является требования упрочнения большими объемами вяжущего и песка, приводящие к тому, что обычная конструкционная марка М25 (для домов до двух этажей) достигается только при плотности стеновых блоков в 950 кг/м^3 [2]. В связи с чем возникает необходимость использования модифицирующих добавок, которые улучшают прочностные характеристики опилкобетона.

В статье [3] было проведено исследование, объектом которого были модифицированные образцы опилкобетона с сырьевым составом из цемента марки М-500, хвойных опилок двух фракций, минерализаторов, воды, песка и полимерного отхода стеклохолста, который и является модифицирующим веществом в смеси. Его вводили двумя разными способами:

1. Добавка представляла собой шлам очистки сточной воды от производств стеклохолста.

2. Добавка находилась в жидком состоянии, в составе которой находились акриловые полимеры и мочевино-формальдегидная смола.

В ходе предварительных испытаний было получено оптимальное значение соотношения мелких и крупных опилок (1:1), а также оптимальное количество гипса (20%). После чего были произведены испытания на сжатие модифицированных образцов в возрасте 7 и 28 суток с разным количеством добавки. Результаты приведены на рисунке 1. По результатам опытов был сделан вывод о том, что 15% является наиболее оптимальным значением концентрации добавки при первом способе и 50% концентрации от воды затворения при втором. В обоих случаях наблюдается повышение прочности приблизительно на 40%.

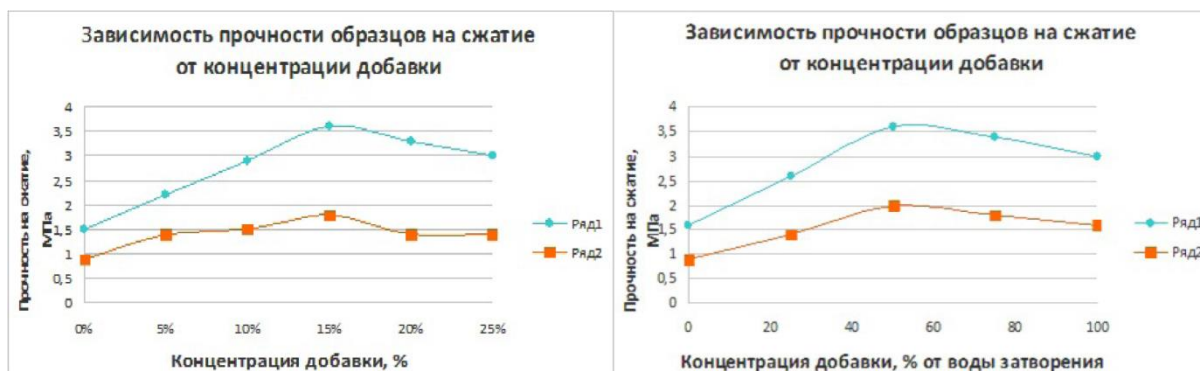


Рисунок 1. Зависимости прочности образцов на сжатие от концентрации добавки в твердом (слева) и жидком (справа) состоянии: ряд 1 – прочность образцов в возрасте 28 суток; ряд 2 – прочность образцов в возрасте 7 суток

По данным официального портала органов государственной власти Тюменской области площадь лесных участков на землях лесного фонда по данным учета на 01.01.2019 года составила 11,396 млн. га (71,1% территории юга области) [4], что благоприятно для добычи и производства большого количества древесины. Помимо этого, необходимое для производства опилкобетона сырье, а именно песок и минерализаторы, добывается в пределах региона.

Древесина обладает лучшим экологическим балансом по сравнению со всеми строительными материалами. Это означает, что воздействие на окружающую среду при производстве опилкобетона и его использовании незначительны, так как древесина является восстанавливаемым строительным материалом.

Помимо этого, опилкобетон поможет решить проблему утилизации отходов деревообрабатывающей промышленности, поскольку они могут использоваться при его производстве, тем самым снижая себестоимость материала.

Таким образом, Тюменская область имеет хорошие экономические и экологические перспективы для организации производства модифицированного опилкобетона.

Библиографический список

1. Опилкобетон: зачем он нужен и как его приготовить [Электронный ресурс] // Навигатор. – Режим доступа : <https://www.navigators-beton.ru/articles/osobennosti-opilkobetona.html>.
2. Клышко, О. С. Основные характеристики опилкобетона [Электронный ресурс] / О. С. Клышко // Блог прораба Олега Клышко. – Режим доступа : <https://klyshko.ru/akt/opilk.pdf>.
3. Фунтяков, Д. С. Разработка модифицированного опилкобетона с повышенными эксплуатационными характеристиками / Д. С. Фунтяков, М. А. Смирнов // *Juvenis scientia*. – 2016. – № 1. – С. 33-35.

4. Информация о состоянии дел в лесопромышленном комплексе Тюменской области [Электронный ресурс] // Официальный портал органов государственной власти. – Режим доступа : https://admtyumen.ru/ogv_ru/finance/lk/more.htm?id=11498519@cmsArticle.

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

Вторичное использование железобетонных изделий в качестве заполнителя при изготовлении бетона. Испытания полученных составов бетона.

Булашов А.О., Пенежина Е.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На сегодняшний день в Тюменской области необходимо проводить утилизацию и переработку железобетона, который был использован при строительстве жилых домов в 1950-1980 годы. Сейчас большая часть из них не пригодны для проживания и подлежит сносу, необходимо рассмотреть вопрос применения этого сырья, после его переработки при помощи специальной техники [1].

Для изучения механических и физических свойств бетона, в котором в качестве заполнителей выступает бетонный бой, был выполнен расчет состава бетона [2]. Для испытаний был изготовлен бетон четырех составов (табл.1). Бетонный бой, был использован в качестве крупного заполнителя, бетонная крошка заменяла песок.

Таблица 1

Состав бетона для проведения испытаний

Бетон	Вода, кг	Цемент, кг	Крупный заполнитель	Мелкий заполнитель
Контрольный состав	0,748	0,72	Щебень, 5,284 кг	Песок, 2,816 кг
Второй состав	0,973	0,72	Бетонный бой, 5,284 кг	Песок, 2,816 кг
Третий состав	0,823	0,72	Щебень, 5,284 кг	Бетонная крошка, 2,816 кг
Четвертый состав	0,948	0,72	Бетонный бой, 5,284 кг	Песок, 1,408 кг; бетонная крошка, 1,408 кг

После того, как бетон набрал прочность, были проведены испытания по определению его плотности (табл.2), водопоглощения при капиллярном подсосе (табл.3), которое определяется по ГОСТ [3], и предел прочности при сжатии (рис.1), определяется по ГОСТ [4].

Таблица 2

Определение плотности бетона

Бетон	Контрольный состав	Второй состав	Третий состав	Четвертый состав
Плотность, г/см ³	2,41	2,19	2,24	2,17

Таблица 3

Водопоглощения бетона при капиллярном подсосе

Бетон	Контрольный состав	Второй состав	Третий состав	Четвертый состав
Водопоглощение, кг/(м ² *ч ^{0,5})	0,4	0,62	0,46	0,85



Рисунок 1. Предел прочности на сжатие испытываемых образцов

Из полученного бетона можно изготавливать различные изделия, которые необходимы для строительства и благоустройства территорий. Примерами таких изделий могут послужить фундаментные блоки, малые архитектурные формы при благоустройстве городских территорий, бордюрный камень, тротуарная плитка, дорожные блоки и плиты. Спектр использования данного бетона очень велик. Он имеет ряд преимуществ. Во-первых, использование бетонного боя в качестве заполнителя поможет улучшить

экологическую обстановку и уменьшить количество строительного мусора. Во-вторых, вторичное использование значительно удешевляет строительство (табл.4) [1].

Таблица 4

Стоимость крупного заполнителя

Вид заполнителя	Щебень из дробленого бетона	Щебень из природного камня
Цена, руб/т	450	950

Библиографический список

1. Булашов, А. О. Рециклинг – как способ переработки железобетонных изделий, для их вторичного применения / А. О. Булашов, Е. А. Пенежина // Новые технологии – нефтегазовому региону : материалы Международ. науч.-практ. конф. Том IV. – Тюмень, 2018. – С. 37-40.
2. Абайдуллина, Т. Н. Проектирование состава асфальтобетона [Электронный ресурс] / Т. Н. Абайдуллина, М. В. Кудоманов, И. А. Пахомов. - Тюмень 2015. – Режим доступа : <https://www.tyuiu.ru/wp-content/uploads/2017/06/Proektirovanie-sostava-asfaltobetona.pdf>.
3. ГОСТ 31357-2007. Смеси сухие строительные на цементном вяжущем. Общие технические условия. – Введ. 2009-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2008. – 4 с.
4. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – Введ. 2013-07-01. – Москва : Стандартинформ, 2013. – 7 с.

Научный руководитель: Зелиг М.П., старший преподаватель

Клееный брус, анализ и перспективы использования в строительстве уникальных зданий

Гизатулин Р.Р.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Изделия из клееного бруса являются перспективным строительным материалом, и используются преимущественно в качестве несущих конструкций в гражданском строительстве. Клееный брус на сегодняшний день широко применяется при возведении уникальных зданий и сооружений. Древесина позволяет в наибольшей степени удовлетворить сложным архитектурным формам. При тщательном контроле качества на этапе производства, данный материал способен выдерживать значительные нагрузки и иметь высокий запас прочности.

Широко известно применение гнутоклееных деревянных элементов 1 класса функционального назначения в большепролетном строении спор-

тивно-зрелищных объектов и торговых предприятий с массовым нахождением людей. Усредненные показатели эффективности перехода на конструктивные решения с применением большепролетных КДК: снижение массы покрытия в зависимости от объекта строительства – 3-4 раза, трудоёмкость монтажа – до 20 %, расход стали – до 50 % [1]. Помимо этого, в строительстве уникальных зданий, КДК может выступать в роли главного материала. В таких зданиях нет необходимости в использовании теплоизоляционных материалов и в специальной внутренней отделке. Примером может служить самая большая в мире школа из дерева в финском городе Пудасъярви [2].

Отличительной особенностью КДК от компании «Kontio», которые применялись при строительстве данной школы, от большинства КДК, предлагаемых другими поставщиками, является установка полимерного утеплителя (Рис.1) на стадии производства (Рис. 2).



Рисунок 1. Лента-утеплитель



Рисунок 2. КДК с утеплителем

Единые требования к несущим клееным деревянным конструкциям (КДК), а также к их производству, методам испытаний, приемке, хранению, транспортированию и условиям эксплуатации для России изложены в межгосударственном стандарте ГОСТ 20850-2014 (Конструкции деревянные клееные несущие. Общие технические условия) [3]. В Финляндии те же задачи выполняет стандарт RT 82-11168 Hirsitalon Suunnitteluperusteet (Основы проектирования деревянного здания) [4].

Проведем сравнительный анализ основных требований к проектированию зданий и сооружений из клееного бруса на основе данной документации, для выяснения разницы подхода при подборе КДК для строительства. Краткие выводы представлены в Таблице 1:

Таблица 1

	ГОСТ 20850-2014	RT 82-11168
Классификация	По функциональному назначению, условиям эксплуатации, прочности и жесткости, качеству поверхности	Уже классифицирована в стандарте Eurocode 5 (Еврокод 5)
Требования	Нормируются согласно ГОСТ деревянных конструкций	Теплопотери и коэффициент теплопроводности, усушка (усадка)

По итогу краткого анализа некоторых основных аспектов двух различных стандартов КДК: российского и финского, следует общий вывод, что в RT 82-11168 приведено большее количество требований непосредственно к КДК, а в ГОСТ 20850-2014 многие параметры нормируются согласно ГОСТ деревянных конструкций.

Необходимость учитывать усадку конструкций – неотъемлемая часть проектирования зданий из КДК. Возможно возникновение ряда проблем в течение эксплуатации уникальных зданий из КДК. В данном случае, в проект должен быть не только заложены зазоры при стыковке с некоторыми элементами здания (окна, двери и пр.), но и правильная проектировка инженерных систем. Примером может служить подвижная часть в системе вентиляции школы в городе Пудасъярви (Рис 3).



Рисунок 3

К ряду преимуществ использования КДК, как основного материала можно отнести эстетическую составляющую, экологическую устойчивость, высокие показатели шумоизоляции. Тем самым, применение КДК как основного материала хорошо подходит для проектирования и строи-

тельства образовательных учреждений, оздоровительных центров и больничных комплексов.

Библиографический список

1. Холявкин, А. О. Оценка эффективности применения клееных деревянных конструкций в строительстве большепролетных сооружений / А. О. Холявкин // Наука и образование сегодня. – 2018. – № 6. – С. 132-134.

2. Школьный комплекс в городе Пудасъярви - деревянное здание школы [Электронный ресурс] // Kontio. - Режим доступа : https://www.kontio.com/ru-RU/Pro_i_arhitektor/Proekty-vypolnennyye-kompaniej-Kontio/Shkolnyj-kompleks-v-gorode-Pudasjarvi/

3. ГОСТ 20850-2014. Конструкции деревянные клееные несущие. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 20850-84 и ГОСТ 4.208-79; введ. 2015-07-01. – Москва : Изд-во стандартов, 2014. – 27 с.

4. RT 82-11168 Hirsitalon suunnitteluperusteet. – 2014. – № 1. – Р. 16.

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

Процессы коррозии металла нефтяных резервуаров. Материалы и системы защиты

Епихина С.П.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Качественное антикоррозионное покрытие (АКП) требует материальных затрат, но они оправданы. Наличие АКП увеличивается общий срок эксплуатации резервуара, увеличивается промежуток времени до необходимого капитального ремонта, увеличивается его надежность и устойчивость к агрессивным факторам.

АКП может быть активным и пассивным. К пассивной защите относится нанесение всевозможных покрытий, к активной – метод катодной и протекторной защиты, при которых на поверхность подается напряжение. Для получения комплексной защиты могут быть применены оба метода.

Для антикоррозионной защиты резервуаров применяются следующие типы лакокрасочных материалов (ЛКМ), сроком службы которых должен быть не менее 10 лет для внутренней и для наружной поверхностей:

- эпоксидные покрытия;
- двухкомпонентные полиуретановые покрытия;
- однокомпонентные полиуретановые влагоотвергаемые покрытия.

При выборе типа ЛКМ следует обращать внимание на степень ремонтпригодности и технологичности их применения. Тип антикоррозионной защиты резервуаров определяется на основании анализа климатиче-

ских факторов, условий эксплуатации, атмосферных и других воздействий на наружную поверхность резервуара, а также вида хранимого продукта и степени опасного воздействия его, а также его паров на внутреннюю поверхность.

Наружные и внутренние поверхности резервуара взаимодействуют с различными средами.

Наружная поверхность находится на открытом воздухе. Степень агрессивности среды будет зависеть от температуры, влажности и наличия коррозионно-активных газов. Наружная поверхность защищается антикоррозионным покрытием на основе ЛКМ светлого тона, светоотражательная способность которого должна быть не менее 98 %.

Для защиты днища от почвенной коррозии применяется электрохимическая защита, когда к днищу присоединяют электрически протекторы, а также выполняется гидроизоляция.

Внутреннюю поверхность по характеру коррозии можно разделить на следующие зоны:

- 1) крыша и верхний пояс, контактирующие с газовой средой;
- 2) Стенки резервуара смачиваются нефтью периодически или постоянно;
- 3) Днище и нижний пояс соприкасаются с высокоминерализованной пластовой водой, которая отделяется от нефти.

В таблице 1 указана степень агрессивного воздействия среды на внутреннюю поверхность резервуара в зависимости от хранимого в резервуаре продукта.

Крыша и верхний пояс резервуара, контактируемые с агрессивными парами, а также стенки, которые периодически смачиваются хранимым продуктом, сильно подвержены коррозии.

Так как на крыше интенсивно конденсируется углеводород и вода, а в воздухе повышена концентрация кислорода, который скапливается под крышей, крыша выходит из строя в 2 раза быстрее, чем стенки.

Причиной локальной интенсивной коррозии является конденсация и образование пленки двухфазной коррозионной среды (нефть+вода), которая содержит кислород. Увеличение концентрации кислорода повлечет за собой увеличение скорости коррозии.

В среднем поясе очаги локальной коррозии объясняются неравномерным смачиванием металла нефтью. При смачивании осаждаются смолистые вещества, они неравномерно распределяются по стенке и делают ее гидрофобной. При периодическом опустошении резервуара конденсат, который стекает по стенке, растворяет и смывает тонкую пленку нефти, а смолистые вещества сохраняются более длительное время. Под этими образованиями и развивается локальная коррозия.

Степень агрессивного воздействия среды на внутренние поверхности резервуаров

Элемент конструкций резервуаров	Степень агрессивного воздействия на стальные конструкции резервуаров		
	сырой нефти	нефтепродуктов	
		мазута, диз. топлива, керосина	бензина
Внутренняя поверхность днища и нижний пояс (1 м от уровня днища)	Среднеагрессивная*	Среднеагрессивная	Слабоагрессивная
Средний пояс, нижние части понтонов или плавающих крыш	Слабоагрессивная	Слабоагрессивная	Слабоагрессивная**
Верхний пояс (зона периодически смачиваемая)	Среднеагрессивная*	Слабоагрессивная	Среднеагрессивная
Крыша резервуара, верх и бортовые поверхности понтонов или плавающих крыш	Среднеагрессивная*	Среднеагрессивная	Слабоагрессивная

* Если в сырой нефти содержится сероводород в концентрации свыше 10 мг/дм³ или в любом соотношении сероводород и углекислый газ, то степень агрессивного воздействия повышается на одну ступень

** Для бензина прямогонного повышается на одну ступень.

Стенки резервуара, которые длительно смачиваются нефтью, мало подвержены коррозии.

Коррозия днища ускоряется вследствие образования неравномерного слоя осадка, под которым развивается локальная коррозия.

Защиту от коррозии внутренней поверхности осуществляют применением систем лакокрасочных покрытий, металлизационно-лакокрасочных АКП, электрохимических способов защиты конструкций.

Библиографический список

1. Саакян, Л. С. Защита нефтепромыслового оборудования от коррозии: Справочник рабочего / Л. С. Саакян, А. П. Ефремов, И. А. Соболева. – Москва : Недра, 1985. – 206 с.

2. Руководство по безопасности вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов. Серия 03. Выпуск 69. — Москва : ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2013. – 240 с.

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

Антикоррозионные покрытия для легких стальных тонкостенных конструкций, обеспечивающие их эксплуатационную надежность

Жайсамбаев Е.А, Тякин Д.Р.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время в сфере отечественного промышленного и гражданского строительства становится все более востребованным применение легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК).

ЛСТК представляют собой элементы из тонколистовой стали толщиной менее 4 мм и шириной 500 мм и более [2]. Производство ЛСТК осуществляется из сталей марок 250-350 по ГОСТ Р 52246 и стали 08пс по ГОСТ 1050.

Технология ЛСТК примечательна экологичностью, отсутствием «мокрых процессов», малым удельным весом, низкими экономическими затратами. Однако, у ЛСТК есть существенный недостаток: низкая коррозионная стойкость (рисунок 1).

Основными факторами, вызывающими коррозию ЛСТК, являются высокая относительная влажность воздуха и температура среды. Скорость коррозии ЛСТК увеличивается в химически загрязненной атмосфере с примесями таких газов, как SO_2 , SO_3 , H_2S , NH_3 , Cl_2 , HCl и следующими твердыми частицами: $NaCl$, Na_2SO_4 [3,4].

Помимо указанных факторов недавние исследования [5] показывают, что на коррозию ЛСТК ощутимое влияние оказывают механические напряжения и форма сечения элементов ЛСТК.



Рисунок 1. Коррозия ЛСТК

Антикоррозийная защита ЛСТК чрезвычайно важна: недостаточно защищенные тонкостенные конструкции могут быть разрушены в короткие сроки.

Для предотвращения коррозии ЛСТК применяют горячее цинкование, которое заключается в покрытии стали слоем цинка путем окунания изделия в ванну с расплавленным цинком при температуре около 460 °С. Толщина цинкового покрытия с каждой стороны изделия составляет 20 мкм, что обеспечивает величину поверхностной плотности не менее 275 г/м².

Горячее цинкование благодаря своей надежности является наиболее распространенным способом защиты металлов от коррозии. Но у технологии горячего цинкования есть существенный минус: неравномерность толщины цинкового покрытия вследствие образования наплывов при вынимании конструкции из ванны с вязким расплавом.

Кроме цинкового покрытия, учитывая уровень агрессивности внешней среды места предполагаемой эксплуатации объекта, в соответствии с СП 28.13330.2012 [6] может быть предусмотрено нанесение дополнительного защитного покрытия.

В качестве дополнительного покрытия наиболее распространенным методом защиты от коррозии является использование специальных красок. Они значительно уступают цинковому покрытию но отличаются большей доступностью [7].

Перед нанесением краски, поверхность конструкции тщательно очищают от ржавчины, окалины и технических жиров. Во многом продолжительность существования покрытий из краски зависит именно от правильной подготовки поверхности элементов конструкции перед непосредственным нанесением покрытия.

Помимо красок применяют и полимерные покрытия. Нанесение полимерного покрытия, в отличие от лакокрасочного, происходит в условиях производства и состоит из трех этапов: напыление, термическая обработка и полимеризация. Сначала на стальные полосы равномерно наносится порошковая краска, которая после этого проходит термическую обработку: порошок плавится, заполняя все поры поверхности металла. Далее, по мере понижения температуры нанесенное покрытие постепенно становится менее вязким и стягивается, в результате изделие оказывается надежно обтянуто пленкой.

После нанесения покрытия полосы нарезаются и из них изготавливаются профили. На готовые покрытия дополнительно накладывается защитный слой для защиты их от повреждений при транспортировке.

Полимерные покрытия на металлических основаниях имеют высокую ударную прочность и высокую стойкость к большинству бытовых и промышленных органических растворителей, щелочам и кислотам. При окрашивании слой порошковой краски чаще всего наносится за один прием, что существенно снижает время окрашивания и делает нанесенный слой моно-

литным и равномерным, в отличие от лакокрасочных покрытий, нанесение которых требует осуществления большого количества технологических операций. Время полимеризации поверхности намного меньше, чем период высыхания жидкой лакокрасочной продукции, что существенно ускоряет процесс окрашивания и уменьшает время производства продукции.

Как показывают исследования [8], наиболее эффективной защитой от коррозии является сочетание цинкового покрытия и дополнительного полимерного либо лакокрасочного.

Таким образом, вопрос обеспечения эксплуатационной надежности ЛСТК путем использования антикоррозионных покрытий является актуальным на сегодняшний день [9]. Дальнейшее исследование вопросов коррозионной стойкости ЛСТК может способствовать реализации более рациональных способов обеспечения защиты ЛСТК от коррозии.

Библиографический список

1. Айрумян, Э. Л. Перспективы ЛСТК в России / Э. Л. Айрумян, Н. И. Каменщиков, М. А. Липленко // *СтройПРОФИЛЬ*. – 2013. – № 10. – С. 12-17.
2. СП 260.1325800.2016. Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов / Минстрой России. – Москва, 2016 – 124 с.
3. Михайловский, Ю. Н. Атмосферная коррозия металлов и методы их защиты / Ю. Н. Михайловский. – Москва : Металлургия, 1989. – 102 с.
4. Жук, Н. П. Курс теории коррозии и защиты металлов : учебное пособие / Н. П. Жук. – Москва : Альянс, 2014. – 472 с.
5. Ананина, М. В. Влияние коррозии на легкие стальные тонкостенные конструкции / М. В. Ананина // *Инженерно-строительный журнал*. – 2014. - № 7(22). – С. 55-70.
6. СП 28.13330.2012. Защита строительных конструкций от коррозии. – Введ. 2013-01-01. – Москва : Издательство стандартов, 2012. – 85 с.
7. Способ защиты от коррозии холодногнутого стального профиля / С. К. Жиглецова, В. Б. Родин, Г. Е. Расулова [и др.] // *Строительство уникальных зданий и сооружений* – 2012. – № 1. – С. 47-52.
8. Кузнецова, В. Ю. Коррозия стальных тонкостенных профилей в ограждающих конструкциях / В. Ю. Кузнецова, Ю. Г. Барабанщикова // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. – 2016. - № 5(44). – С. 7-18.
9. Шевелева, Т. А. Технико-экономическое обоснование применения лакокрасочных и металлизационных покрытий для антикоррозионной защиты резервуаров вертикальных стальных [Электронный ресурс] / Т. А. Шевелева, А. Н. Коркишко // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 12-5. – С. 1018-1023. – URL : <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=41209>.

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

Причины коррозионного разрушения бетона

Замятина С.В., Кузнецова Т.Н., Суровцев И.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Знание причин коррозионного разрушения бетона является обязательным условием технологического решения, так как зная причины, мы можем разрабатывать и создавать композиты, в которых факторы, провоцирующие коррозию, будут минимизированны [1, 2].

Для оценки потребительской ценности строительных материалов из бетона, железобетона и предварительно напряженного железобетона, наряду с механическими показателями, чрезвычайно важное значение имеет их долговечность. Долговечность бетона означает, что строительные элементы из бетона при достаточном уходе в течение предусмотренного срока службы устойчивы ко всем воздействиям [3, 4].

Структура и свойства бетона подвержены постоянным изменениям не только под воздействием окружающей среды, но и по ряду эксплуатационных факторов (эксплуатационные нагрузки; знакопеременные температурные и влажностные деформации; воздействие низких отрицательных температур, обеспечивающих замерзание поровой жидкости; возможное воздействие химических реагентов, например, антиобледенителей; наличие градиентов скоростей и давления у воздействующей агрессивной среды) [1, 2, 3].

Для бетонных конструкций основными и наиболее опасными являются растворение цементного камня под действием влаги, химическая реакция агрессивных сред с гидратными фазами цементного камня, с дальнейшим растворением полученных продуктов и вымыванием их из толщи бетона, либо появлением бесформенных отложений, проникновение в незащищенную конструкцию растворов сульфатов с последующей кристаллизацией в порах продуктов химической реакции и появлением внутренних напряжений, приводящих к нарушению структуры материала, повреждение бетона живыми организмами, проникшими в поры и развивающимися внутри них (лишайник, мох, грибки, бактерии) [3].

В условиях агрессивной среды сильное влияние оказывают физические и химические факторы, которые усугубляют коррозию, такие как температурные и влажностные колебания среды, кристаллизация среды внутри бетона за счет осмотического давления, химическое воздействие агрессивных сред (водной, газообразной, органических веществ) и химическая природа составляющих [4, 5]. Для снижения вероятности разрушения структуры бетона, применяют следующие способы: снижение пористости, связать $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в нерастворимые соединения, создать камень абсолютно плотной структуры, гидроизоляция поверхности бетона, гидрофобизация поверхности пор [3, 5, 6].

В данной научно-исследовательской работе разрабатывались составы бетонных образцов (таблица 1), главной задачей которых было снизить пористость в структуре затвердевшего камня, за счет создания максимально плотной структуры.

Таблица 1

Составы исследуемых образцов, кг

№	Ц	П	Щ	АМ	МК	АП	Ш	Г	ГП	В	В/Ц	ОК, см
				0,5%	8,0%	15%	9,0%	3,0%	1,0%			
0	440	760	1150	-	-	-	-	-	-	226	0,54	20,0
1	440	714	1149	2,2	-	-	-	13,5	20,0	160	0,36	17,0
2	440	736	1122	-	35,6	-	-	13,5	20,0	178	0,40	16,0
3	500	710	1220	-	-	75	-	15	22,5	193	0,39	13,0
4	500	710	1220	-	-	-	45	15	22,5	180	0,36	18,0

Ц – портландцемент (Сухой лог), П – песок кварцевый (озеро Андреевское), Щ – щебень (Ново-Смолинский), АМ – аморфный кремнезем, МК – микрокремнезем, АП – алевропелитовая порода, Ш – шлак, Г – гидротекс, ГП – гиперпластификатор HeroCrete С, В – вода, В/Ц – водоцементное отношение, ОК – осадка конуса.

Режим ТВО: 60°C, подъем температуры 3 ч., изотермическая выдержка 12 ч. На рисунке 1 показано изменение плотности составов в сравнении с контрольным. Результаты испытаний по прочности на сжатие и на раскалывание показаны в таблице 2.

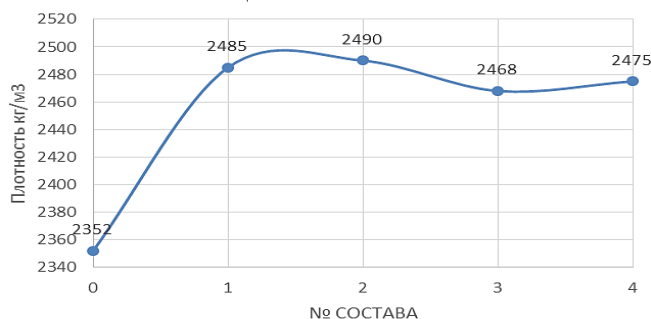


Рисунок 1. Плотность исследуемых составов

Анализируя результаты, плотность составов с изменением вещественного состава затвердевшего камня увеличивается в сравнении с контрольным нулевым составом, за счет применения материалов, которые позволяют получить более плотную структуру, большая плотность в составе 2, за счет применения микрокремнезема равна 2490 кг/м³.

Прочность на сжатие составов 1, 2 и 4 повысилась более чем на 57%, по сравнению с контрольным, а также на раскалывание составов 2, 3 и 4 – более чем на 31%. Состав 1 и 2 по прочностным характеристикам показал лучший результат на сжатие, а состав 4 на раскалывание. На рисунке 2 показана структура образцов цилиндров после испытания на раскалывание.

Результаты испытаний исследуемых образцов

Состав	на сжатие образцов кубов			на раскалывание образцов цилиндров			
	размер образцов кубов	Rсж, МПа	Rсж приведенное к стандартному образцу 15x15x15, МПа	d, см	l, см	нагрузка, кН	Rр, МПа
0	7,0x7,0x7,0	32,6	27,7	15,0	15,0	78	2,2
1	7,0x7,0x7,0	89,8	76,3	15,0	15,0	98	2,8
2	7,0x7,0x7,0	87,8	74,6	15,0	15,0	112	3,2
3	10,0x10,0x10,0	40,2	38,2	15,0	15,0	120	3,4
4	10,0x10,0x10,0	67,9	64,5	15,0	15,0	125	3,6

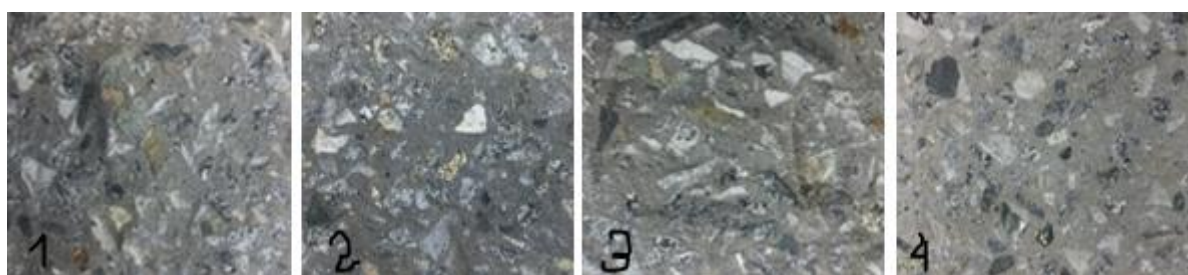


Рисунок 2. Структура образцов цилиндров

Библиографический список

1. О современных методах обеспечения долговечности железобетонных конструкций / Н. И. Карпенко, С. Н. Карпенко, В. Н. Ярмаковский, В. Т. Ерофеев // АСАСЕМІА, РААСН. – Москва, 2015. – С. 3-18.
2. Ерошкина, Н. А., Геополимерные строительные материалы на основе промышленных отходов : монография / Н. А. Ерошкина, М. О. Коровкин. – Пенза : ПГУАС, 2017. – 128 с.
3. Розенталь, Н. К. Бетоны высокой коррозионной стойкости и нормирование их характеристик / Н. К. Розенталь, В. Ф. Степанова, Г. В. Чехний // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2017. – № 3-4. – С. 14-19.
4. ГОСТ 31384-2017. Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования. – Введ. 2018-03-01. – Москва : Изд-во стандартов Стандартинформ, 2018. – 49 с.
5. Колчунов, В. И. Напряженно-деформированное состояние нагруженного и коррозионно-поврежденного железобетона в зоне наклонных трещин / В. И. Колчунов, М. С. Губанова // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2016. – № 2. – С. 11-22.
6. Калашников, В. И. Эволюция развития составов и изменение прочности бетонов. Бетоны настоящего и будущего. Часть 1. Изменение

составов и прочности бетонов / В. И. Калашников // Строительные материалы. – 2016. – № 1-2. – С. 96-103.

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

Исследование рынка цемента

Камалетдинова Е.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.

Изобретением цемента в 1824 году история обязана англичанину Аспдину. Цемент, как строительный материал использовался в России еще в начале XVIII века, но о его совершенстве не могло идти и речи. Е.Г. Челиев создал новый, прочный силикатный цемент, обладающий способностью твердеть в воде. Этот вид цемента явился предшественником современного цемента, как по составу искусственной сырьевой смеси, так и по основным технологическим аспектам обжига и помола. Способ производства цемента Челиева используется и в настоящее время. [1]

Цемент – это очень популярный стройматериал, который на сегодняшний день используется для производства бетона, пенобетона и строительного раствора для кладки и штукатурки. Качество цемента – главный критерий долговечности постройки, от которого зависит прочность и другие эксплуатационные характеристики строений.

Производство цемента – процесс энергоемкий и дорогостоящий, но результат этого стоит – по завершению технологического процесса получают один из самых востребованных строительных материалов, который используют и самостоятельно, и в качестве составляющего компонента для бетона, железобетона. Поэтому изготовление цемента – выгодный и высокодоходный бизнес.

Существует несколько методов изготовления цемента: мокрый, полусухой, комбинированный и сухой. Основными способами, которые применяются на ведущих заводах, являются сухой и мокрый. [2]

По результатам исследований компании Alto Consulting Group, которая осуществила анализ рынка цемента, в 2012 году отечественные заводы выпустили 75 % материалов по «мокрому» способу. [3]

Потребление цемента в 2016 г. составило 55 млн т, что на 7,3 млн т (-11,6%) ниже, чем в 2015 г. Около 75% потребления цемента приходится на Европейскую часть РФ и лишь 25% — на Азиатскую часть. Причем на огромную территорию восточнее Уральских гор приходится лишь около 15% общероссийского потребления цемента.

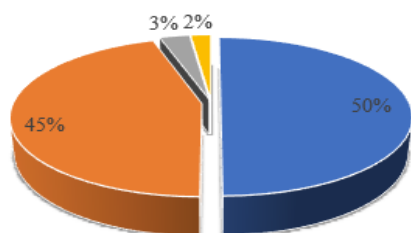
Прирост потребления в 2016 г. не показал ни один федеральный округ. Наибольшее падение наблюдалось в Центральном (-12,2%) и Приволжском (-13,7%) округах.

В структуре доставки цемента по видам транспорта доля железной дороги составляла 48%, доля авто и прочего транспорта — соответственно 52%.

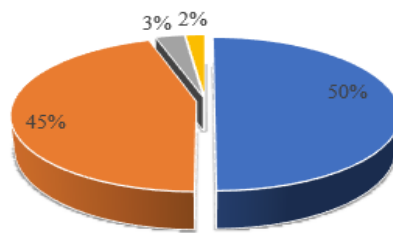
В 2016 г. объем отгрузок цемента железнодорожным транспортом на российский рынок уменьшился на 6% по сравнению с 2015 г. и составил 27 млн т.

Производство цемента в 2016 г. составило 55 млн т, что на 7 млн т (-11,3%) ниже, чем в 2015 г.

Видовая структура производства цемента в 2015 г.



Видовая структура производства цемента в 2016 г.



- Портландцемент без минеральных добавок
- Портландцемент с добавками
- Шлакопортландцемент
- Специальные и прочие цементы

Основные параметры рынка цемента в 2015—2016 гг., тыс. т

Показатель	2015	2016	Δ, %
Производство	61 996	54 967	-11,3%
Импорт	2 903	1 932	-33,4%
Экспорт	1 624	952	-41,4%
Потребление	63 274	55 946	-11,6%
ЖД-перевозки	28 717	26 992	-6,0%

Основные страны-поставщики цемента в России — это Беларусь и Казахстан, на долю которых приходится более 85% всего иностранного цемента.

Объем экспорта за 2016 г. составил всего 1,7% от объема производства. Лидер — Мальцовский портландцемент, доля которого составляет 25% от общего объема экспорта.

Объем экспорта цемента в 2015—2016 гг., тыс. т

Страна	2015 г.	2016 г.	Прирост в 2016	
			Δ	%
Всего экспорт	1 624	952	-672	-41,4%
Казахстан	1 105	517	-588	-53,2%
Беларусь	392	240	-152	-38,9%
Грузия	63	85	+21	+33,5%
Финляндия	22	84	+61	+273,4%
Азербайджан	32	19	-13	-41,4%
Прочие страны	9	9	-1	-5,9%

Импорт цемента в 2016 г. составил 1,9 млн т, что на 1 млн т (-3,4%) ниже, чем в 2015 г. Импорт клинкера снизился до 0,1 млн т (-38,5%). Общий объем импорта цемента и клинкера — 2 млн т.

Экспорт цемента в 2016 г. составил 1 млн т, что на 0,7 млн т (-41,4%) ниже, чем в 2015 г. Экспорт клинкера увеличился на 150,2% до 1,6 млн т. Общий объем экспорта цемента и клинкера — 2,5 млн т.

Потребление цемента в 2016 г. уменьшилось до 55 млн т, что на 7,3 млн т (-11,6%) ниже, чем в 2015 г.

Средняя цена производителей цемента в 2016 г. составила 3 133 руб./т без НДС и доставки, что на 258 руб. (+9,0%) выше, чем в 2015 г.

Средняя цена приобретения цемента в 2016 г. увеличилась до 4 099 руб./т с НДС и доставкой, что на 172 руб. (+4,4%) выше, чем в 2015 г.

В Тюменской области открылся уникальный завод — по производству магнезиального цемента и строительных материалов из отходов металлургического производства.

Стоимость готовой продукции ниже, чем у китайских конкурентов на 10–15%. Предприятие будет вырабатывать тысячу тонн продукции в месяц, сырье поступает из Перми и Казахстана. [4]

Библиографический список

1. История изобретения цемента [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://cement.ua/> (Дата обращения 22.03.2019 г.).
2. Способы производства цемента [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://vproizvodstvo.ru/> (Дата обращения 23.03.2019 г.).
3. Alto Consulting Group [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://alto-group.ru/> (Дата обращения 23.03.2019 г.).
4. В Тюмени открылся завод по выпуску магнезиального цемента [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://phototyumen.ru/> (Дата обращения 24.03.2019 г.).

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

Внешняя и внутренняя стабилизация пневматической оболочки

Кобяков В.А., Клюкин А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Цель работы заключается в исследовании стабилизации пневматических оболочек в качестве искусственных оснований для мобильных зданий и сооружений.

Под стабилизацией следует понимать укрепление конструкции и контроль неустойчивых состояний равновесия. Неустойчивое состояние равновесия может возникать при действии горизонтальной нагрузки,

например, от ветра, или силы, лежащей вне центральной трети поверхности и создающая момент (рисунок 1) [1].

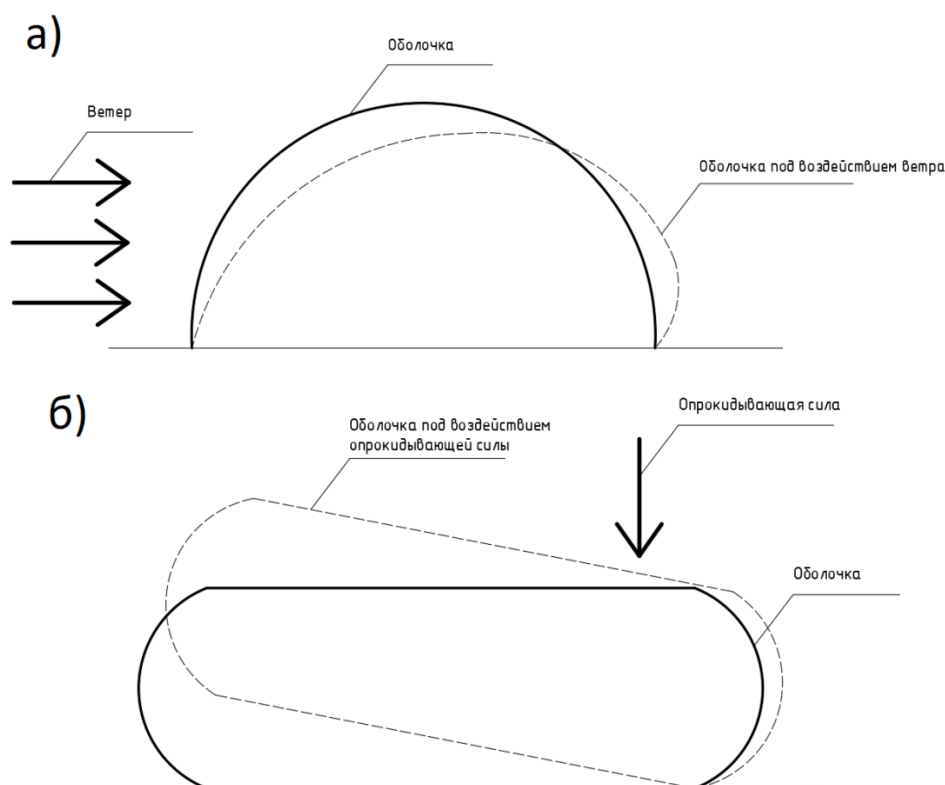


Рисунок 1. Оболочка под воздействием а) ветра; б) опрокидывающей силы

В настоящее время существует множество способов по предотвращению возникновения неустойчивых состояний – гидродинамические стабилизаторы, демпферы, увеличение массы конструкции, использование внешних оттяжек и другие. Возведение вантовых и тентовых конструкций также требует обеспечения устойчивости с помощью стабилизирующих вант, предварительного натяжения, распорок и растяжек. Такие конструкции являются элементарной идеей для каждого несущего механизма и тем самым символом технической подготовки человеком пространства как такового. Они являются потенциальной формой несущих конструкций для будущего строительства [2].

Рассмотрим некоторые возможные методы стабилизации гибких оболочек.

1) *Увеличение веса* конструкции путем использования тяжелых грузов в основании оболочки для обеспечения устойчивости. Такой метод применяют при стабилизации корабля (распределение грузов распределенного по всему отсеку нижней палубы), а также для обеспечения устойчивости дорожного покрытия (боковые пригрузки) или котлованов (грунтовые бермы).

2) *Использование балок* в качестве «скулового кия», расположенного по периметру конструкции. Появляется необходимость в использовании

балок, изготовленных в заводских условиях и соединения их с конструкцией. При наложении нагрузки и потери устойчивости оболочки балка создает сопротивление опрокидыванию.

3) *Использование растяжек* для закрепления к земле или к другим конструкциям (по типу стабилизации мачт от ветровой нагрузки или гибкой стабилизации аэростата). Метод требует дополнительных приспособлений – тросов и канатов и появляется необходимость в закреплении анкеров в прочных основаниях. Также в качестве закрепления есть возможность использования крупных включений. Недостатком использования растяжек являются дополнительные работы по закреплению.

4) *Внутренняя стабилизация* оболочки с помощью оттягивающих ребер и избыточного давления. Внутренние ребра оттягивают оболочку книзу, тем самым существенно уменьшают их вертикальные перемещения при изменении величины и положения нагрузок, вызывающие потерю устойчивости оболочки. В этом случае в ребрах возникают растягивающие усилия (рисунок 2).

Дополнительное избыточное давление внутри оболочки усиливает сопротивление нагрузки. Благодаря начавшейся деформации мобилизуются усилия для создания равновесия.

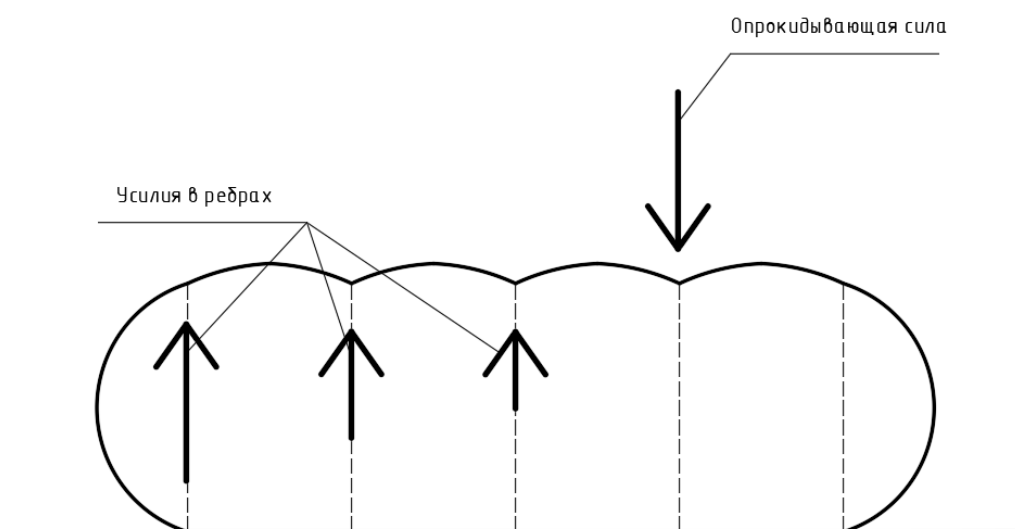


Рисунок 2. Внутренняя стабилизация оболочки с помощью оттягивающих несущих ребер.

Библиографический список

1. Суппес, Е. А. Фундаменты мобильных зданий. Выбор оптимальной формы пневматического фундамента / Е. А. Суппес // Новые технологии – нефтегазовому региону : материалы международной научно-практической конференции. Т. 4. – Тюмень: ТИУ, 2017. – С. 329-332.

2. Энгель, Х. Несущие системы / Хайло Энгель. – Москва : АСТ: Астрель, 2007. – 334 с.

Проблемы строительства высотных зданий

Кодиров А.К.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Современный небоскреб — это сооружение с четкой конструктивной схемой: солидным ядром жесткости, мощными периферическими колоннами, которые соединены с ядром посредством массивных фермаутригеров.

Ядро жесткости это вертикальная пространственная несущая система внутри многоэтажного каркасного здания в форме замкнутой сплошной или сквозной призматической оболочки, воспринимающая горизонтальные ветровые нагрузки, действующие на здание. В большинстве высотных зданий предусмотрено ядро жесткости, которое воспринимает горизонтальные нагрузки от примыкающих частей здания и обеспечивает устойчивость и пространственную жесткость всего здания в процессе монтажа и эксплуатации. Для надежного соединения каркаса к ядру здания в стенках ядра жесткости должны быть оставлены штрабы, для крепления к ним балок каркаса сварными или болтовыми соединениями. Это очень трудоемко, но гарантирует, что монолитное ядро сразу начинает воспринимать горизонтальные нагрузки установленной части каркаса.

Специфику высотным зданиям придают местные грунтовые условия. Строительство высотных зданий в слабых грунтах - задача совсем не простая. Её решают с применением ультрасовременных геотехнологий устройства глубоких опор (свай и барретт). [1]

Высотные здания на слабых грунтах осуществимы лишь только в том случае, если они надежно заделаны в основание. Под небоскребом необходимо устроить развитое подземное пространство, распределяющее нагрузку от башни на основание и уменьшающее давление на грунты основания за счет веса извлеченного грунта. Поэтому вопрос строительства небоскребов тесно связан с возможностью строительства подземных сооружений.

Недоучет свойств грунтов при строительстве ведет к аварийным ситуациям и значимым потерям средств, а также к неопределенности в сроках отдачи вложений в строительство. К не меньшим потерям могут привести и задержки, связанные с неправильной организацией процесса изысканий и проектирования.

Для всестороннего отслеживания поведения грунтов и конструкций высотных зданий применяется система инструментального контроля состояния конструкций строящегося здания, окружающей его застройки и грунтов основания (мониторинг). Основной задачей геотехнического мониторинга грунтов является непрерывный контроль изменения их в процессе строительства и части эксплуатационного периода сооружения в зоне влияния строительных процессов (вскрытие котлованов и глубинных

траншей). Полученные данные оперативно передаются проектировщикам для сопоставления расчётных и достигнутых на стройплощадке значений.

Геотехнический мониторинг грунтов следует проводить с момента вскрытия котлована до начала эксплуатации сооружения. Срок завершения работ по мониторингу как правило обусловлен фактическими показателями проекта и результатами мониторинга, свидетельствующими о стабилизации конструкций.

Другой задача, возникающая при строительстве высотных зданий это обеспечения жесткости надземной части зданий.[2]

Конструктивная система таких зданий при высоте более 40 метров, состоящая из ядра жесткости, колонн и перекрытий, становится малоэффективной, так как для устройства вертикальных элементов жесткости требуется значительный расход материалов

Эффективность конструктивной системы повышается за счет устройства горизонтальных поясов жесткости (аутригеров), включающих в работу наружные колонны каркаса.

Ветровая нагрузка воспринимается ядром жесткости и наружными колоннами, которые препятствуют горизонтальному перемещению ядра и догружаются вертикальной нагрузкой от момента. Степень совместной работы ядра жесткости и наружных колонн повышается с увеличением числа поясов жесткости.

Конструкция аутригеров для каждого высотного здания уникальна, а в зависимости от расположения по высоте – может быть разной в пределах одного объекта.

Библиографический список

1. Оселко, А. Э. Высотные многофункциональные комплексы – символ урбанизации / А. Э. Оселко // Жилищное строительство. – 2002. – № 6. – С. 7-9.
2. Аутригерные конструкции высотных зданий со стальным каркасом / В. Травуш [и др.] // Высотные здания. – 2018. – № 3. – С. 18-21.

Научный руководитель: Ушакова В.Н.

Анализ применения графена в строительстве

Козеева М.Е.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

С каждым днем для преобразования строительной индустрии ведутся разработки, касающиеся строительных материалов, которые способны заменить или дополнить уже давно нам привычные [1]. Один из таких материалов - графен. Итак, что же представляет собой этот материал. Графен – является одной из форм нанокремния [2]. Наноструктурные материалы изучаются и

разрабатываются достаточно долгое время. Появление нано-частиц в составах строительных материалов, используемых при возведении строительных объектов давно уже нередкое явление. Графен состоит из атомов углерода, однослойный и добывается обычно из простого графита [2].

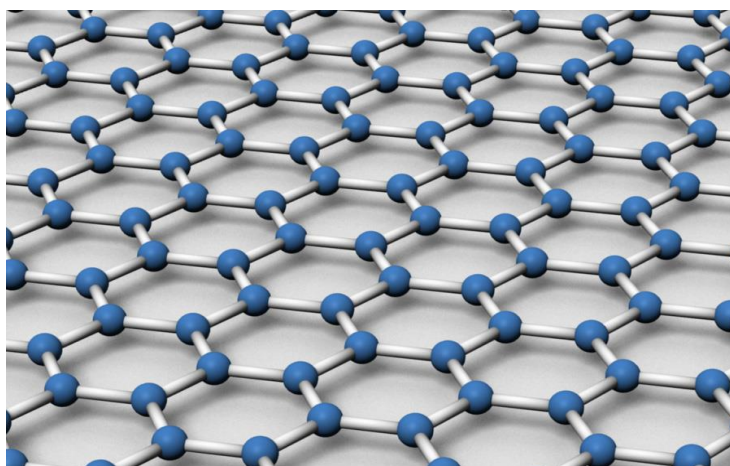


Рисунок 1. Аллотропная модификация углерода. Двумерная сетка

Данный материал был получен путем эксперимента в 2004 году совместной группой ученых из России и Великобритании. Графен относится к искусственным уникальным материалам [3]. Он также обладает высокой прочностью, легкостью и проводимостью.

Совсем недавно данному материалу нашли применение в качестве присадки для создания нового типа бетона. Для этого исследователи разработали технику по суспензированию графеновых хлопьев в воде. Далее эта смесь добавляется в давно уже традиционные бетонные компоненты – в цемент и наполнитель. Данный процесс вполне совместим с уже привычными технологиями производства бетона, и не требует дополнительных затрат. В ходе проведения испытаний, было установлено, что прочность на осевое сжатие образца бетона с добавлением графена в сравнении с обычным – выросла на 146%, а при испытании на изгиб – прочность возросла примерно на 79,5%, но при всем этом, водопроницаемость снизилась на 400%.



Рисунок 2. Образцы бетона с добавлением графена

Прочность графена очень высока. Он прочнее стали примерно в 200 раз и в 6 раз легче. Данный наноматериал не пропускает газов и поглощает свет только на 2% [3]. Расстояние между атомами графена 0,1 нанометр. Графен стал широко применяться в радиотехнике, электронике, медицине, космонавтике и строительстве.

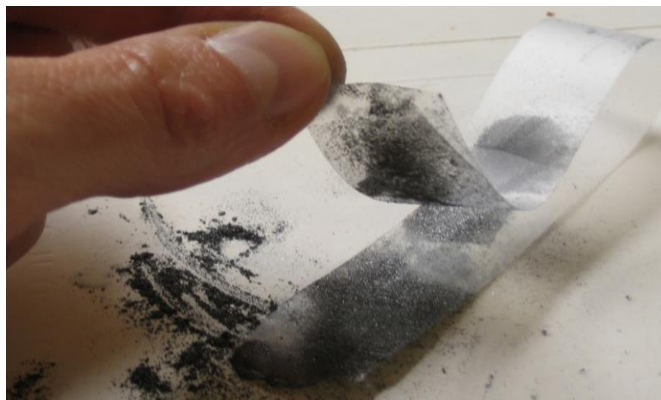


Рисунок 3. Порошок графена на скотче

Применение красок на основе порошка известняка и графена, позволяет фасадам зданий лучше переносить погодные условия, в том числе резкие перепады температур.

Недавно выяснилось, что графен обладает сильной адгезией. Адгезией является процесс прилипания двух разных по структуре веществ. Данное свойство этого материала может существенно помочь в производстве мембран, применяемых для сепарации газов. Это подтвердило исследование Скотта Банча, что силы Ван-дер-Ваальса, а это в свою очередь совокупность сил притяжения и отталкивания между молекулами – прижимают графеновые частица к стеклянной подложке. Таким образом, сила адгезии между графеном и стеклянной подложкой оказалась в разы больше, по сравнению с другими микромеханическими структурами. Графен также относится к высокопластичным и гибким материалам.

На основании всего вышеописанного, можно сказать, что представленный материал графен имеет большой ряд преимуществ, но так как данный материал способен изменять свойства в воде, то его частицы могут оказать отрицательное воздействие на окружающую среду. Эта проблема на данный момент времени пока не решена, но исследователи продолжают работать над этим вопросом. Что касается графенового бетона, то можно с уверенностью сказать, что возведение объектов из такого типа бетона обеспечит увеличение срока эксплуатации объектов и на 50% снизит расход бетона, что свою очередь способствует сокращению сроков строительства, а также снижению затрат и стоимости строительства.

Библиографический список

1. Гарбузенко, А. О. Полиэтиленовые оболочки в стальных трубопроводах / А. О. Гарбузенко, А. Н. Коркишко // Проблемы эксплуатации

систем транспорта : сб. мат. Всерос. науч.-практ. конф. – Тюмень, 2009. – С. 158-159.

2. Браже, Р. А. Графены и их физические свойства : учебное пособие / Р. А. Браже, А. И. Кочаев, Р. М. Мефтахутдинов. – Ульяновск : УлГТУ, 2016. – 139 с.

Научный руководитель: Чухлатый М.С., канд. техн. наук.

Светопроводящий бетон. Основные свойства и применение

Конончук Д.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.

В настоящее время, бетон является одним из самых популярных и востребованных строительных материалов в России и в мире. Однако, его эстетическая составляющая оставляет желать лучшего, поэтому бетонные поверхности всегда подлежат дополнительной отделке. Венгерский архитектор Аарон Лошонци взглянул на эту проблему с другой стороны. В 2001 г. Лошонци придумал и запатентовал инновационный состав светопроводящего бетона, получивший международное название *Litracon*, внешний вид которого представлен на рисунке 1. Основная особенность такого материала – возможность пропускать свет.

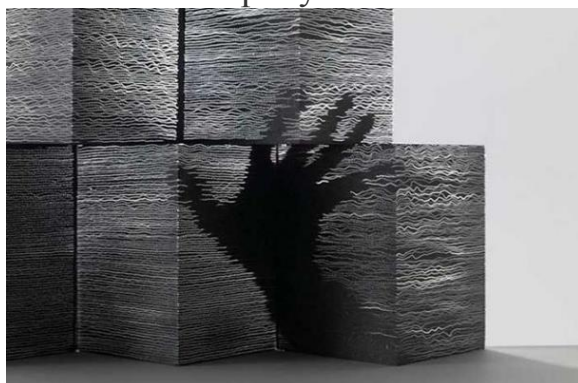


Рисунок 1. Светопроводящий бетон

Сырьем для литракона служит цемент, мелкозернистый песок и фиброоптоволокно, процентное содержание которого должно лежать в пределах 4–5 %. Прочность *Litracona* такая же, как и у обычного бетона. Он устойчив к воздействию ультрафиолета, перепаду температур, имеет хорошие огнестойкие характеристики. Это современный экологичный материал, имеющий все сертификаты соответствия европейским нормам.^[1]

В качестве материала прозрачный бетон впервые использован в Германии в 2005 году. Свето пропускающий бетон стал настоящим открытием для дизайнеров, архитекторов и проектировщиков. В основном он применяется для декоративной отделки, устройства межкомнатных перегородок, ограждающих конструкций, для возведения несущих стен, а также в ланд-

шафтном дизайне. Из него изготавливают лестницы, столешницы, скамейки, фонтаны, светильники, арт-инсталляции и многие другие детали.

Специалисты полагают, что полупрозрачные стены домов – практичное и очень экономичное строительное направление. Освещение улиц в этом случае не понадобится, а экономия электроэнергии днем будет происходить за счет все более активного использования солнечного света.

Главный офис BMW – одно из самых известных зданий, в которых применялся литракон. Его архитектором была всемирно известная Заха Хадид. Также, сейчас в Китае идет строительство дорог с использованием литракона, под которым расположен слой солнечных панелей. С их помощью можно будет подзаряжать электрокары и передавать необходимые данные автономным транспортным средствам.

Недостатком материала является дороговизна, обусловленная стоимостью волокна. Поэтому, литракон пока не получил широкого применения в масштабном строительстве.

Компания *LUMICON* стала производить светопроводящий бетон в России в 2015 году, а немецкая компания *LUCEM* начала производство еще в 2010 году. Сравнение характеристик литракона, производимого в немецкой компании *LUCEM* и российской компании *LUMICON* представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристики	<i>LUCEM</i> ^[2]	<i>LUMICON</i> ^[3]
Размер, мм	1200/1600*600	1200*400
Толщина, мм	20-30	20-30
Плотность, кг/м ³	~2400	2100-2300
R _{сж} , кгс/см ²	900	Не менее 392,9
R _{изг} , кгс/см ²	40	Не менее 57,6
Морозостойкость	Не менее F150	Не менее F150
Цена за м ³	36295 ^{1,2}	37597

Проанализировав характеристики и стоимость светопроводящего бетона, можно сделать вывод о том, что российское производство ничем не уступает зарубежному, а учитывая расходы на доставку и таможенную пошлину – выгоднее. Технические характеристики литракона позволяют использовать его в условиях климата Тюменской области.

Библиографический список

1. Прозрачный бетон в строительстве зданий и сооружений / А. М. Югов, Т. А. Мусорина, Б. В. Соколов, К. Н. Агишев // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. – № 11 (38). – С. 7-20.

¹ В стоимость не входит доставка (1000€/30м³) и таможенная пошлина

² Переведено с евро в рубли в соответствии к курсу на 24.03.2019

2. LUCEM Light transmitting concrete [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.lucem.com/> (Дата обращения 25.03.2019 г.).

3. Прозрачный бетона ILLUMICON [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.illumicon.ru/> (Дата обращения 25.03.2019 г.).

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

Применение лигнинсодержащих отходов в производстве теплоизоляционных материалов

Кузнецова Т.Н.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В Уральском Федеральном округе значительно развита деревообрабатывающая промышленность и объем отходов имеет довольно ощутимый размер. Уже имеющийся российский и зарубежный опыт показывает, что применение отходов промышленности в производстве строительных материалов позволяет восполнить недостаток сырьевых ресурсов, уменьшить затраты на производство строительных материалов, а также снизить вредное воздействие на окружающую среду.

За счет использования местных природных ресурсов можно удовлетворить потребность изготовления теплоизоляционных материалов и значительно снизить их стоимость.

Возможным решением данной проблемы является разработка теплоизоляционного материала на основе диатомитов и отходов производств.

Лигнин является крупнотоннажным отходом производства бумаги и картона. Применение данного отхода в строительстве имеет крайне малые объемы.

Для производства теплоизоляционных материалов из вспученного перлита и прочих заполнителей затрачивается большое количество дефицитных связующих. В МИСИ им. В.В. Куйбышева предложили использовать лигнин, переведенный в водорастворимое соединение в процессе сульфитной варки целлюлозы. Также ими была разработана технология изготовления теплоизоляционного материала на основе лигнинового вяжущего и перлита.[1] (Табл. 1).

По физико-механическим и техническим свойствам лигноперлит способен составить конкуренцию имеющимся теплоизоляционным материалам данного класса.[1] (Табл. 2 и 3).

Установлена эффективность применения лигноперлита в качестве термовкладышей в однослойных керамзитобетонных панелях, также этот материал может служить и тепловой изоляцией оборудования при температуре до 200 °С.[1]

Таблица 1

Свойства бетонов на лигниновых вяжущих.

Свойства вяжущего		Расход вяжущего, %	Прочность при сжатии, МПа			Коэффициент водостойкости через 24 ч.	Коэффициент длительной водостойкости	Плотность, г/см ³	Водонасыщение, %	Набухание, %
T _p , °C	П ₂₅		50 °C	20 °C	0 °C					
Лигнино-гудроновое вяжущее										
Таблица 1 – Продолжение										
56	35	8	1,2	4	12	1	0,99	2,33	1,2	0,8
47,5	50	8	0,9	3	8,5	1	0,98	2,35	1,5	0,5
Лигнино-смолянное вяжущее										
26	85	7,4	0,79	8	-	0,9	0,8	2,27	7,3	0,5
29	45	7,2	0,8	9	-	0,9	0,8	2,28	9,3	0,8
32	37	7,1	1,15	10	-	0,95	0,9	2,30	9,8	0,5
Битум нефтяной БНД 40/60										
47	50	8	0,85	3,5	12,5	0,95	0,69	2,35	1,4	0,6

Таблица 2

Физико-механические свойства лигноперлита.[1]

Средняя плотность, кг/м ³	Предел прочности при сжатии, МПа	Предел прочности при изгибе, МПа	Водопоглощение по объему, %	Коэффициент размягчения	Морозостойкость, цикл	Теплопроводность, Вт/м ⁰ С	Возгораемость/ горючесть
130 – 250	0,2 – 1	0,1 – 0,8	4 – 10	0,8 – 0,85	25	0,04 – 0,08	Трудно-сгораемые, несгораемые

Таблица 3

Расход на 1 м³ теплоизоляционного материала.[1]

Лигносulfонаты, кг	Фенолоспирты, кг	ГКЖ-10, кг	Ортофосфорная кислота, кг
14	2	0,8	3,2

В трудах Л. И. Дворкина описывается практическое использование лигнина вместо формальдегида при получении полимеров фенолоальдегидного типа.[2] Также из феноллигниновых смол изготавливают литые формы. На основе твердых смол новолачного типа могут изготавливаться пресс-порошки для получения вентиляционных решеток, электроарматуры, плитки для облицовки стен и покрытия пола.[2]

Мы предлагаем использовать гидролизный лигнин в качестве замены опила, щепы в производстве арболитоподобного материала на основе диатомитов местных месторождений. Данный способ позволит утилизировать пожароопасные отходы бумажного производства и использовать вяжущее, приготовленное на местном сырье. Полученный материал обладает высокой биостойкостью, в связи с использованием жидкого стекла, что в свою очередь свидетельствует о его долговечности. Также важным свойством данного материала является повышенная огнестойкость. Полученный материал рекомендуется использовать при строительстве малоэтажных жилых, общественных, а также промышленных зданий.

Библиографический список

1. Дворкин, Л. И. Строительные материалы из отходов промышленности : учебно-справочное пособие / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – Ростов на Дону : Феникс, 2007. – 368 с.
2. Отходы химической промышленности в производстве строительных материалов / Л. И. Дворкин [и др.]. – Киев: Будивельник, 1986. – 128 с.: ил.
3. Иванов, Н. К. Получение строительных материалов на основе опалового сырья / Н. К. Иванов, С. С. Радаев, С. М. Шорохов // Техника и технология силикатов. – 1998. – № 5 – 6. – С. 2.
4. Применение диатомитов в производстве строительных материалов / С. С. Радаев [и др.] // Приволжский научный журнал. – 2011. – № 2 (18). – С. 48-52.

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

Современное состояние зелёной инфраструктуры города Кургана Курганской области

Левкина Е.С, Петухова В.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Современный город – это густонаселённый мегаполис, цветные многоэтажные дома и торговые центры, которые захватывают городские окраины, расширяя городскую черту, километры асфальтированных дорог, связывающие удалённые части города в единое целое, стремительно движу-

щиеся машины без перерыва днём и ночью, иллюминация, которая видна из самолета при посадке в родной город и т.д.

Нами не был назван ещё один важный элемент, который создаёт приятный климат и самочувствие жителей, оживляет городские кварталы, формирует крупные сегменты (парки, сады) для отдыха населения в границах города, – это природные участки, кусочки озеленённой и благоустроенной территории. Важно отметить, что с того момента как природа начинает использоваться человеком как система или механизм, то её уже именуют «зелёной инфраструктурой».

Зелёная инфраструктура в городе – это ещё один слой, который необходимо проектировать, строить и развивать, т.к. её плохое содержание, недостаток и неравномерность могут сделать город некомфортным и непригодным для проживания.

В качестве примера, где необходима реабилитация «зелёного каркаса», рассмотрим административный центр Курганской области город Курган.

Город Курган расположен почти в центре огромного материка Евразии, к востоку от Уральского хребта, на юго-западе Западно-Сибирской равнины, в бассейне среднего течения реки Тобол (бассейн Оби), на большом удалении от морей и океанов, в 1973 км к востоку от Москвы. Климат города Кургана относится к умеренно-континентальному. Вместе с пригородами (Кетово, Варгаши и др.) складывается городская агломерация с населением по данным на 2018 год 318 045 человек. [1]

Исторически территорию Кургана расчленяет железная дорога. Через г. Курган проходит главный путь, соединяющий Сибирь и Центральную часть РФ – Транссибирская железнодорожная магистраль. Также город Курган пересекается реками Тобол, Чёрная, Средний Утяк, Язевский ручей.

Задача благоустройства территории города Кургана стоит ещё с 2013 года, потому что Постановлением Администрации г. Кургана №8653 от 20.11.2012г. утверждена муниципальная целевая программа «Основные направления благоустройства территории города Кургана на 2013 - 2020 годы». Одна из задач, которая поставлена этой программой озеленение магистральных улиц, озеленение дворов, организация озеленения и содержание парков, скверов, аллей, увеличение уровня благоустройства улично-дорожной сети и территорий при дворах. Данная муниципальная включает в себя 6 подпрограмм, которые завершают своё действие в 2020 году. [2]

Вопрос создания «зелёного» каркаса города актуален в связи с принятием программы «Формирование комфортной городской среды на территории города Кургана на 2018 – 2022 годы». Постановлением №9510 Администрация города Кургана 14 декабря 2017 утвердила муниципальную программу «Формирование комфортной городской среды на территории города Кургана на 2018 – 2022 годы». Расчётный период программы –

5 лет. Основная цель программы – развитие уровня благоустройства города Кургана, в первую очередь общественных пространств и дворовых территорий многоквартирных домов. В принятой программе также приведена статистика за 2014-2018гг. по ремонту и благоустройству дворовых территорий (рисунок 1). [3]

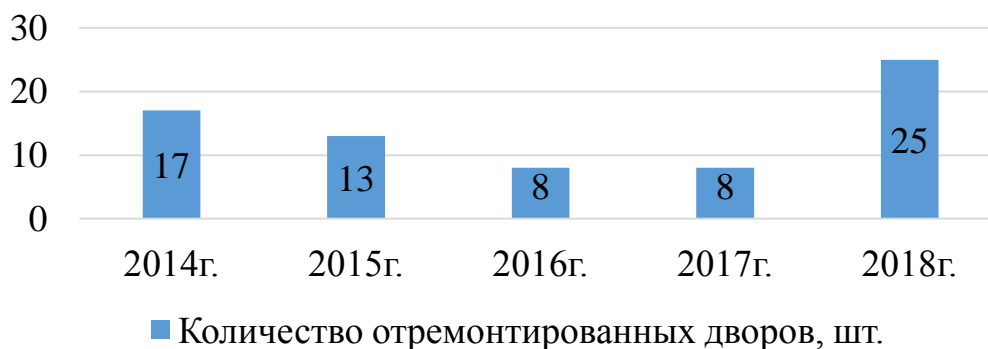


Рисунок 1. Динамика благоустройства дворовых территорий г. Кургана за 2014-2018гг.

По проведённым подсчётам, на территории города Кургана были получены следующие данные о количестве объектов озеленения (таблица 1).

Таблица 1

Виды озеленения и их количество на территории г. Кургана

Вид озеленения	Количество, шт.
Парки	7
Скверы	13
Аллеи	14
Сад	2

Кроме того, анализируя существующую ситуацию в городе, видно, что центр города состоит из производственных зон, которые располагаются вдоль зоны инженерной и транспортной инфраструктуры, т.е. все предприятия г. Кургана расположены вблизи железной дороги. Западный, Восточный микрорайоны г. Кургана большей частью попадают в производственную и инженерную зону.

По берегам рек Тобол и Чёрная размещены зоны рекреационного назначения, т.к. реки расположены по разные стороны от железной дороги, то это даёт небольшой баланс в общей структуре города.

В границах города также выделена зона городских лесов, крупные массивы которых чётко видны на генеральном плане г. Кургана. По данным статистики количество лесных пожаров в Курганской области повысилось в два раза в 2018 году по сравнению с прошлым годом. На территории Курганского лесничества, а именно Чаусовский и Чистопрудный мастерские участки, пожар охватил около 1500 га и 500 га соответственно.

Так утверждаемые муниципальные программы определяют целевые ориентиры, с помощью которых будет улучшен существующий уровень благоустройства города. Постепенно выполняя намеченные показатели, осуществляется сама программа. Такой способ планирования многоступенчат, потому что инициатива исходит из высших органов власти и постепенно спускается на местный уровень.

Итак, в настоящее время «зелёная» инфраструктура города Кургана имеет сбалансированную структуру, но необходимо проведение благоустройства элементов озеленения.

Библиографический список:

1. Краткая характеристика города Кургана [Электронный ресурс] // Официальный сайт муниципального образования город Курган. – Режим доступа : <https://www.kurgan-city.ru/city/index.php>.

2. Постановление Администрации города Кургана от 20.11.2012 г. № 8653 «Об утверждении целевой программы города Кургана «Основные направления благоустройства территории города Кургана» [Электронный ресурс] // Официальный сайт муниципального образования город Курган. – Режим доступа : <https://www.kurgan-city.ru/newclerk/1901/144721/>

3. Постановление Администрации города Кургана от 14.12.2017 г. № 9510 «Об утверждении муниципальной программы «Формирование комфортной городской среды на территории города Кургана на 2018 – 2022 годы» [Электронный ресурс] // Официальный сайт муниципального образования город Курган. – Режим доступа : <https://www.kurgan-city.ru/newclerk /4948/ 198069/>

Научный руководитель: Петухова В.С., канд. биол. наук, доцент

Причины деструкции асфальтобетона

Логинов Н.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Асфальтобетонная смесь – рационально подобранная смесь минеральных материалов [щебня (гравия) и песка с минеральным порошком или без него] с битумом, взятых в определенных соотношениях и перемешанных в нагретом состоянии.

Асфальтобетон – уплотненная асфальтобетонная смесь [1].

Асфальтобетон является популярный строительный материал для обустройства дорожных покрытий.

Дефекты асфальтобетонного покрытия – это отклонения геометрических параметров, структуры и текстуры дорожной одежды от технических условий и нормативных требований ГОСТ.

Виды дефектов асфальтобетонного покрытия связаны с целым комплексом различных факторов:

1. Конструктивные (проектные) дефекты появляются в результате ошибочных вычислений при проектировании, нарушении технического задания и неверного применения нормативной документации.

2. Производственные дефекты связаны с несоответствием фактически выполненных технических решений (уклон дороги, ширина земляного полотна и др.) и требованиям разработанной проектной документации.

3. Технологические дефекты обусловлены нарушениями технологической инструкции, несоблюдением правил и порядка производства работ.

4. Эксплуатационные дефекты возникают в период эксплуатации дорожного полотна и являются результатом естественного старения покрытия [2].

Причины эксплуатационных дефектов асфальтобетона в дорожном покрытии:

- ✓ механических, статических и динамических нагрузок, вызывающих возникновение в асфальтобетоне нормальных сжимающих, растягивающих и касательных (сдвигающих) напряжений;

- ✓ высоких летних и низких зимних отрицательных температур;

- ✓ воды и жидких агрессивных сред;


- ✓ переменному увлажнению – высыханию и замораживанию – оттаиванию;

- ✓ солнечному облучению и солнечной радиации, световому, тепловому воздействию и воздействию кислорода воздуха [3].

Обстоятельством, ужесточающим условия работы дорожных покрытий вообще и асфальтобетона в частности, является то, что многие из этих факторов действуют одновременно. В результате этого на покрытии формируются необратимые пластические деструкции, основные виды которых показаны в Таблице 1.

Таблица 1

Основные виды пластических деструкций асфальтобетона

№	Наименование (пример)	Описание	Причина дефекта
1	Колея. 	Деформация поперечного профиля дорожного полотна вдоль линии наката.	Высокие нагрузки на поверхность трассы обусловлены интенсивным потоком транспортных средств.

2	<p>Трещины.</p> 	<p>Продольные, пересекающиеся, поперечные разрывы, хаотично расположенные на поверхности без какой-либо закономерности.</p>	<p>Резкие перемены температурного режима.</p>
3	<p>Выбоина.</p> 	<p>Углубления с резким обрывом края (глубина 3см и более).</p>	<p>Неправильная кладка асфальтобетона с использованием материалов низкого качества.</p>
4	<p>Выкрашивание.</p> 	<p>Нарушение покрытия за счет выпадения частей минерального материала.</p>	<p>Укладка дорожного полотна при атмосферных осадках или минусовых температурах [4].</p>

Предотвращение разрушений асфальтобетонных покрытий включает в себя комплекс мер, позволяющих поддерживать нужные эксплуатационные показатели, сохранять целостность конструкции и увеличивать срок службы покрытия.

Комплекс мер включает:

- ✓ Использование новейших материалов, оборудования и технологии укладки дорожного покрытия.
- ✓ Соблюдение всех правил и требований производства асфальтобетона, его транспортировки и устройства дорожного покрытия.
- ✓ Проведение своевременного и профилактического ремонта дорожных повреждений.

Вывод:

С дорожным покрытием из асфальтобетона люди сталкиваются ежедневно. Различные выбоины, трещины, колеи и другие повреждения дороги, способны причинить не удобства всем участникам дорожного движе-

ния. Поэтому дорожное покрытие должно иметь высокую прочность, качество и обеспечивать комфорт при его эксплуатации.

Библиографический список

1. ГОСТ 9128-97. Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, с Поправкой). – Взамен ГОСТ 9128-84; введ. 1999-01-01. – Москва : ГУП ЦПП, 1998. – С. 5.

2. Дефекты асфальтобетонного покрытия: виды, способы устранения [Электронный ресурс] // Сайт о бетоне: строительство, характеристики, проектирование. – Режим доступа : <https://beton-house.com/rabota/remont/defekty-asfaltobetonного-pokrytiya-267>.

3. Золотарев, В. А. Дорожные битумные вяжущие и асфальтобетоны. Часть 2. Дорожные асфальтобетоны : учебник / В. А. Золотарев. – Харьков : ХНАДУ, 2016. – С. 27-29.

4. Износ асфальтобетонного покрытия [Электронный ресурс] // Бетон. – Режим доступа : <https://kladembeton.ru/poleznoe/razrushenie-asfaltobetonного-pokrytiya.html>.

Научный руководитель: Абайдулина Т.Н., канд. техн. наук, доцент.

Самовосстанавливающийся бетон

Макарова Ю.Е.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.

Бетон – это композиционный материал, получаемый в результате формования и твердения определенно подобранной бетонной смеси (вяжущее вещество, вода, заполнители, специальные добавки) [1]. По данным статистических исследований производство смеси в мире составляет примерно 10 миллиардов тонн в год.

Бетон является одним из самых популярных и востребованных строительных материалов в мире. Однако, спустя определенное время, он способен проявлять свойства деформации. Как правило, материал начинает трескаться и во внутрь самого изделия попадает вода, что приводит к таким негативным последствиям, как:

- Разрушение материалов строительных конструкций коррозией;
- Разгерметизация швов;
- Упадок прочностных свойств конструкций;
- Истирание поверхности слоя бетона.

В связи с данными обстоятельствами очевидным видится тема, направленная на решение этих проблем. Поэтому исследователи стали искать идеи, разрабатывать планы и проводить опыты, которые могли бы воспроизвести новые виды традиционных материалов.

Так, на базе Бингемтонского университета штата Нью-Йорк, при содействии учёных университета Рутгерса, разработана новая смесь — самовосстанавливающийся бетон [2].

Исследователи, которые занимались разработкой новых свойств бетона, решили более подробно изучить одну закономерность: так, смешав классическую цементную смесь с грибом *Trichoderma reesei*, обнаружилось интересные результаты. При появлении трещины на основании созданной конструкции, наблюдаемой на Рисунок 1, произошла мгновенная активизация гриба и как следствие прорастание его спор.



Рисунок 1. Состояние на момент образования трещины

Факторами, послужившими этому явлению, были вода и кислород, попавшие в трещину. В процессе роста образовался карбонат кальция, который заполнил и покрыл ненужные образования. Действия гриба показаны на Рисунок 2.



Рисунок 2. Состояние трещины, спустя 100 дней после активации грибка *Trichoderma reesei*

Trichoderma reesei (лат.) – вид грибов-аскомицетов, относящийся к роду Триходерма (*Trichoderma*) семейства Гипокрейные (*Hypocreaceae*) [3]. Данный вид в умеренных регионах отмечается крайне редко.

Исследования в области изучения новых свойств бетона еще продолжаются, так как в данных экспериментах есть много нюансов и вопросов, на которые нужно найти ответы и решения. Поэтому говорить об уже конкретных возможностях данного материала еще рано. В частности, мы

не можем быть уверенными, что грибок *Trichoderma reesei* будет проявлять необходимые реакции в суровых эксплуатационных условиях.

В тоже же время, ученые факультета гражданского строительства университета «Виктории», в Британской Колумбии (Канада), объявили о запуске экспериментов с различными волокнами, такими как зольная пыль, изображенная на Рисунок 3, и древесная целлюлоза [2], изображенная на Рисунок 4.



Рисунок 3. Зольная пыль

Зольная пыль представляет собой продукт сгорания угля, применяемый в качестве добавки к бетону (пользуется большим спросом в Европе).



Рисунок 4. Древесная целлюлоза

Древесная целлюлоза – это клетчатка, образующая стенки клеток деревьев.

Исследователи считают, что именно при помощи добавления этих компонентов в раствор цемента удастся вывести формулу для нового бетона, способного самовосстанавливаться.

Подводя итог вышесказанному, можно предположить, что данное открытие позволит полностью усовершенствовать строительство бетонных конструкций, продлив их эксплуатацию, и внесет значительные изменения в экономику. Внедрение нового строительного материала существенно снизит затраты на производство и уменьшит влияние на внешнюю среду.

Надеемся, что уже в ближайшем будущем мы увидим активное строительство на базе нового вида биологического бетонного раствора.

Библиографический список

1. Строительные материалы (Материаловедение. Строительные материалы): учеб. издание / В. Г. Микульский [и др.]. – Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. – 536 с.
2. Самовосстанавливающийся бетон – строительный материал будущего [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://zetsila.ru/самовосстанавливающийся-бетон/> (Дата обращения 25.03.2019 г.).
3. *Trichoderma reesei* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : https://ru.wikipedia.org/wiki/Trichoderma_reesei#Экология_и_значение (Дата обращения 25.03.2019 г.).

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

Влияние фракционного состава древесного наполнителя на показатели качества цементно-стружечных плит

Малеванная М.И., Каспер Е.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

При производстве цементно-стружечных плит основным наполнителем является древесное сырье. В общем объеме сырья древесная стружка занимает примерно 30%. Так как данный компонент является единственным органическим составляющим, то следует уделять большое внимание его показателям качества.

Это начинается уже при заготовке древесины. В основном должна использоваться только здоровая древесина, предпочтительно она должна быть срублена осенью или зимой. Именно в это время в ней содержится меньше всего вредных веществ. Но в условиях производства применение только осенне-зимней древесины невозможно. Применение древесины весенне-летней рубки требует её вылёживания не менее трех месяцев. После чего необходимо проводить химический анализ древесины на пригодность её в соединении с цементом [1].

При длительном хранении древесины в коре следует обращать внимание на возможность грибковых поражений и гнили. Именно для этого необходимо обеспечивать хорошее проветривание древесины.

В качестве максимального времени хранения древесного сырья принят один год. За тем необходим повторный анализ древесины на пригодность использования в производстве. Срок испытания древесины следует выбрать так, чтобы между испытанием и применением прошло не более 7 дней.

При производстве ЦСП одним из важных факторов, отвечающих за физико-механические характеристики, является размер частиц древесной стружки и соотношение между фракциями. Правильный подбор фракци-

онного состава заполнителя обеспечит более плотную упаковку композита и, соответственно, более высокие показатели качества.

В стружечном станке балансы нарезают древесину на тонкую плоскую стружку. В молотковых мельницах стружка измельчается до размеров [2,3]:

- Крупная: 22-35 мм длиной, 1-4 мм шириной, 0,2-0,4 мм толщиной.
- Средняя: 5-22 мм длиной, 1-3 мм шириной, 0,1-0,4 мм толщиной.
- Мелкая: 1-5 мм длиной, 1-2 мм шириной, 0,1-0,4 мм толщиной [4].

Идеальная длина стружки должна составлять 22-35мм, а толщина 0,2-0,4мм. Так как при анализе фракционного состава, помимо общепринятых соотношений 70-80% крупной и средней фракции и 20-30% мелкой фракции, других явных ограничений для производства нет.

Поэтому были проведены исследования влияния фракционного состава древесины на физико-механические свойства цементно-стружечных плит, результаты которых приведены в таблице 1. Типы фракций стружки при проведении анализа определялись с использованием вибросита, где размер ячеек на крупном сите составлял 2мм, на среднем 1мм. Все частицы, прошедшие через мелкое сито, относятся к мелкой фракции.

Таблица 1

Физико-механические свойства ЦСП

№ состава	Фракция стружки	Влажность стружки, %	Соотношение фракций	Влажность смеси, %	Количество древесины, кг/м ³	Средняя плотность, кг/м ³	Прочность на растяжение при изгибе, МПа
1	Мелкая	46	100	41	370	1543	6,3
2	Средняя	54	100	42	380	1378	8,8
3	Крупная	68	100	42	400	1305	10,6
4	Мелкая и средняя	41	35/60	41	370	1470	7
5	Средняя и крупная	60	50/50	42	400	1399	11,3
6	Мелкая и крупная	55	45/55	41,5	390	1402	11,7
7	Мелкая, средняя и крупная	52	20/30/50	41	380	1316	12,3

При проведении лабораторных испытаний, было отмечено, что категория поверхности у образцов составов 2,3,5 не соответствует требованиям нормативных документов [5].

Результаты исследований показали, что оптимальным соотношением мелкой, средней и крупной фракции древесной стружки при производстве

ЦСП можно считать как 20:30:50%. При этом прочность на растяжение при изгибе составила 12,3 МПа, средняя плотность – 1300кг/м³.

Библиографический список

1. Наназашвили, И. Х. Строительные материалы из древесно-цементной композиции / И. Х. Наназашвили. – Москва : Стройиздат, 1990. – 415 с.
2. Наназашвили, И. Х. Справочник по производству и применению арболита / И. Х. Наназашвили. – Москва : Стройиздат, 1987. – 208 с.
3. Слобожанина, М. И. Применение отходов деревообрабатывающих предприятий при производстве цементно-волоконных листов / М. И. Слобожанина, Д. А. Панченко // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Тюмень, 2018. – С. 37-39.
4. Каспер, Е. А. Влияние геометрических параметров древесного заполнителя на свойства цементно-стружечных плит / Е. А. Каспер, М. И. Малеванная // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе : материалы Национ. с междунар. участием науч.-практ. конф. – Тюмень, 2018. – С. 64-67.
5. ГОСТ 26816-2016. Плиты цементно-стружечные. Технические условия. – Взамен ГОСТ26816-86; введ. 2017-07-01. – Москва : Изд-во стандартов, 2016. – 19 с.

Научный руководитель: Каспер Е.А., доцент.

Проблемы эксплуатации эффективной стеновой керамики

Милимбаева С.Р.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Облегченная кирпичная кладка широко применяется в современном гражданском строительстве. Переход от массивных однослойных стен к облегченным многослойным конструкциям произошел в 90-е годы XX века, этому послужило ужесточение требования по термическому сопротивлению ограждающих конструкций. К настоящему времени выявлено множество недостатков облегченных конструкций стен [1-5], которые в большинстве случаев приводят к возникновению дефектов. Одной из причин возникновения дефектов является применение в облицовочном слое эффективной стеновой керамики, в частности, керамический кирпич с высокой пустотностью.

Керамический пустотный кирпич на данный момент является одним из наиболее распространенных материалов для возведения несущих и ограждающих конструкций стен.

Пустотелый керамический кирпич обладает несомненными преимуществами: низкие теплопроводность и плотность, высокая звукоизоляция, а также низкая стоимость и высокая скорость производства.

Однако керамический пустотелый кирпич в облицовочном слое является наиболее слабым элементом многослойной кладки.

По мнению ряда исследователей [4-8], основной причиной разрушения лицевого кирпича в облицовочном слое кладки в условиях эксплуатации являются знакопеременные температурно-влажностные деформации.

Согласно [6] преждевременное разрушение облицовочного слоя наружных стен происходит из-за нерационального расположения пустот: несбалансированное расположение пустот в продольном и поперечном направлении создает в теле кирпича разные температурно-влажностные условия в ложковых и тычковых рядах кладки. Наиболее подверженными к деформациям является кирпич в ложковых рядах кладки.

В работах [7, 10, 11] подробно описывается проблема заполнения пустот раствором в процессе кладочных работ. Согласно [7] кладку из пустотелого керамического кирпича зачастую возводят по технологии, разработанной для сплошного кирпича. В результате, расход раствора на кладку стен увеличился из-за попадания раствора в пустоты кирпича. Также попавший раствор в пустоты не только снижает теплозащитные свойства стен, но и не улучшает их прочностные показатели.

Кроме этого, автор [10] в ходе анализа выявляет, что:

1. попадание воды в пустоты в зимнее время приводит к деструкции кирпича;
2. лицевой слой, выполненный из пустотелого кирпича, имеет низкую ремонтпригодность.

Анализируя вышеизложенное, можно сделать вывод, что основными причинами возникновения проблем эксплуатации керамического пустотелого кирпича являются заполнение строительным раствором пустот кирпича и температурно-влажностные деформации.

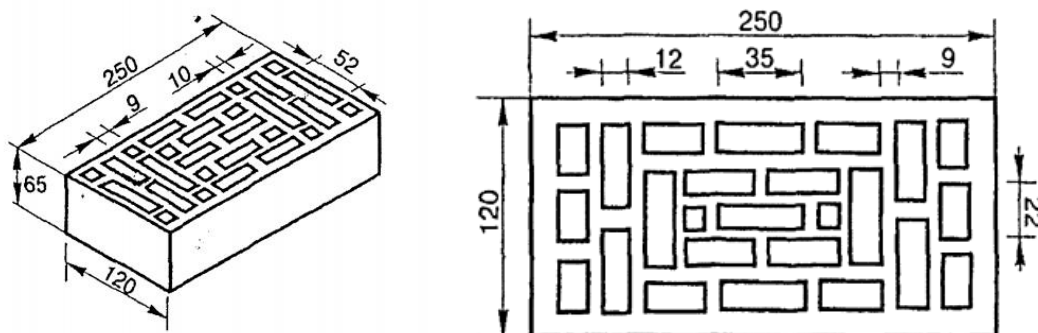


Рисунок 1. Конструкция лицевого кирпича с рациональным расположением пустот [6]

Возможное решение проблемы температурно-влажностных деформаций предлагает автор работы [6]: Ананьев А. А. разработал конструкции лицевых керамических изделий с рациональным расположением пустот, которые обеспечивают равные значения коэффициента теплопроводности в ложковом и тычковом направлениях.

Однако разработанные керамические изделия с рациональным расположением пустот не включены в государственный стандарт. [9]

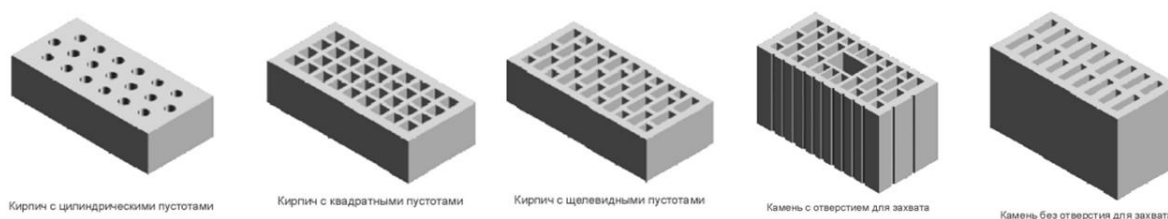


Рисунок 2. Изделия с вертикальными пустотами [9]

Возможным решением проблемы попадания влаги в пустоты кирпича может стать применение облицовочного кирпича с фаской, который предотвратит попадание влаги при выполнении заделки швов впустошовку и расшитого вогнутого шва.

Библиографический список

1. Ищук, М. К. Отечественный опыт возведения зданий с наружными стенами из облегченной кладки / М. К. Ищук. – Москва : РИФ Стройматериалы, 2009. – 360 с.
2. К вопросу оценки технического состояния наружных стен из облегченной кладки / П. А. Панской [и др.] // Стратегия устойчивого развития регионов России. – 2011. – № 6. – С. 196-199.
3. Новиков, А. В. Причины возникновения дефектов в облегченной кладке / А. В. Новиков // Технологии строительства. – 2007. – № 4(52). – С. 11-14.
4. Долговечность и энергоэффективность наружных стен из облегченной кирпичной кладки / А. И. Ананьев [и др.] // Строительные науки. – 2010. – № 3. – С. 352-356.
5. Умнякова, Н. П. Долговечность трехслойных стен с облицовкой из кирпича с высоким уровнем тепловой защиты / Н. П. Умнякова // Вестник МГСУ. – 2013. – № 1. – С. 94-100.
6. Ананьев, А. А. Повышение долговечности лицевого керамического кирпича и камня в наружных стенах зданий : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / А. А. Ананьев; ВНИИСТРОМ им. П. П. Будникова. – Москва, 2007. – 125 с.
7. Влияние технологических факторов на теплопроводность и влажностный режим кирпичных кладок наружных стен из пустотелого керамического кирпича и камня / А. А. Ананьев [и др.] // Строительные науки. – 2009. – № 5. – С. 306-312
8. Ананьев, А. А. Обоснование теплотехнических требований в межгосударственном стандарте ГОСТ 530-2007 «Кирпич и камни керамические. Общие технические условия» / А. А. Ананьев, В. П. Абарыков // Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий : сборник трудов II всероссийской науч.-техн. конф. – Санкт-Петербург, 2009. – С. 7-18.

9. ГОСТ 530-2012. Кирпич и камни керамические. Общие технические условия. – Взамен ГОСТ 530-2007; введ. 2013-07-01. – Москва : Изд-во стандартов, 2013. – 31 с.

10. Влияние степени заполнения пустот кирпича строительным раствором на теплопроводность кладки / А. С. Горшков [и др.] // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2018. – № 4(67). – С. 32-51.

11. Применение камней с высокой пустотностью в облицовочном слое многослойных стен / Р. Б. Орлович [и др.] // Инженерно-строительный журнал. – 2013. – № 8. – С. 14-23.

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

Технологии и методы первичной защиты бетона на стадии проектных работ

Мягих А.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Согласно стандарту СЭВ СТ4419-83 [1] коррозия – это процесс необратимого ухудшения технических характеристик строительного материала (бетона), связанного с агрессивным воздействием внешней среды (химического, биологического и др.), изменяющих его структуру и свойства.

Реализация мер первичной защиты бетонных или железобетонных конструкции на стадии проектных работ максимально гарантирует длительную эксплуатационную пригодность за счет улучшения показателя коррозионностойкости.

Факторы, влияющие на эксплуатационную пригодность бетонных и железобетонных конструкции, представлены на рисунке 1.

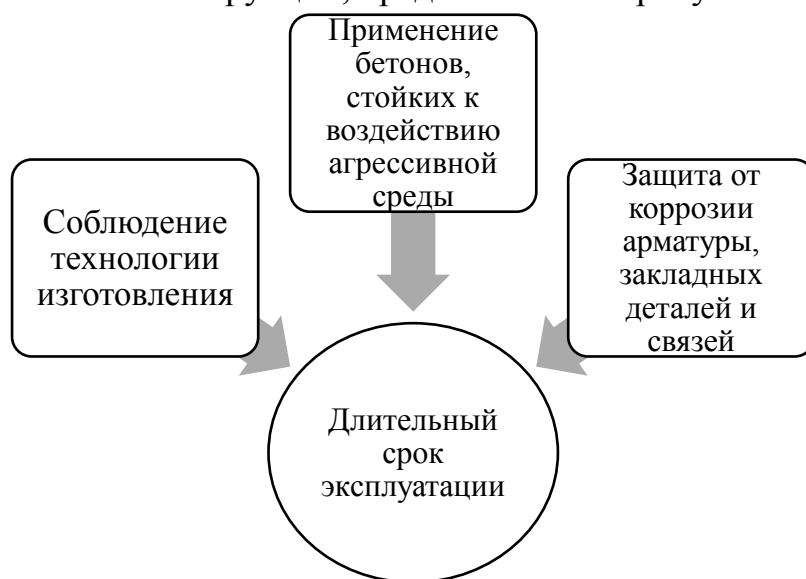


Рисунок 1. Факторы, влияющие на эксплуатационную пригодность бетона и железобетона.

Меры первичной защиты позволяют изготовить бетон и железобетон с повышенной коррозионной стойкостью путем применения определенных видов вяжущих, сталей арматуры, заполнителей, модифицирующих добавок. Так, к примеру, бетон конструкции должен изготавливаться с применением цементов согласно рекомендациям, представленных в таблице 1, с учетом вида агрессивного воздействия.

Таблица 1

Рекомендации использования разных видов цементов

Вид цемента	Применяется	Не применяется
Портландцемент с минеральными добавками	В жидких средах, агрессивных к бетону по показателю бикарбонатной щелочности	В жидких средах, агрессивных по содержанию щелочей при содержании в ПЦ СЗА > 8 %
Шлакопортландцемент		
Пуццолановый портландцемент		
Глиноземистый цемент	В жидких средах, агрессивных к бетону по суммарному содержанию солей (при условии соблюдения требования к температурному режиму твердения бетона.)	В средне- и сильноагрессивных по показателям Mg^{2+} и NH_4^+ жидких средах, а также в конструкциях с предварительно напряженной арматурой; в жидких средах, агрессивных по содержанию щелочей
Напрягающий цемент	В жидких средах, агрессивных по содержанию Mg^{2+} и NH_4^+ (после экспериментальной проверки)	
Гипсоглиноземистый расширяющийся и водорасширяющийся (ГГРЦ и ВРЦ) цементы		В агрессивных средах для изготовления железобетонных конструкций и замоноличивания армированных стыков.

К методам первичной защиты также относятся:

- выбор составов и технологических режимов (приготовление, уплотнение, твердение бетона);
- назначение требований к категории трещиностойкости, ширины расчетного раскрытия трещин, толщины защитного слоя.

Также одним из перспективных направлений первичной защиты бетона является применение модифицирующих добавок. Применение модифицирующих добавок позволяет достичь высоких эксплуатационных качеств цементного камня, регулировать сроки твердения, повысить непроницаемость бетона, морозостойкость и т.д. Основные виды добавок и их достоинства соотнесены в таблице 2.

Основные виды добавок и их достоинства

	Повышение морозостойкости бетона	Повышение стойкости бетона при воздействии солей	Повышение непроницаемости бетона
Воздухововлекающие	+	+	+
Пластифицирующие воздухововлекающие	+	+	
Газообразующие	+	+	
Гидрофобизирующие		+	
Гидрофобизирующие-воздухововлекающие	+	+	+
Гидрофобизирующие-газовыделяющие	+	+	
Пластифицирующие		+	+
Суперпластификаторы		+	+
Пластифицирующие-воздухововлекающие			+
Уплотняющие		+	+

Библиографический список

1. СТ СЭВ 4419-83. Защита от коррозии в строительстве. Конструкции строительные. Термины и определения. – Введ. 1985-01-01. – Москва : Изд-во стандартов, 1984. – 4 с.

2. Пособие по проектированию защиты от коррозии бетонных и железобетонных строительных конструкций (к СНиП 2.03.11-85) / НИИЖБ Госстроя СССР. – Москва : Стройиздат, 1989. – 160 с.

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

Изменение физико-механических характеристик бетонов при добавлении стальной фибры

Панов В.И.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В связи с растущим интересом к дисперсному армированию, как к способу повышения качественных характеристик бетонных конструкций, проводится большое количество научных исследований, связанных с влиянием использования дисперсной арматуры (фибры) на параметры бетона. Несмотря на это почти отсутствуют сформулированные технологии по приготовлению дисперсно-армированных бетонных смесей, а существующие и наиболее часто применяемые способы приготовления фибробетонной смеси имеют ряд существенных недостатков [1, 4, 5].

Для обозначения базы дальнейшей научной работы был проведён анализ сторонних исследований посвящённых этой тематике. В результате был выявлен сильный разброс в рекомендациях к оптимальной дозировке стальной фибры в разных исследованиях, что может быть связано с различными условиями и целями этих испытаний. Возникла необходимость в уточнении параметров дозировки фибр и проведении экспериментальных исследований с этой целью.

Исследования проводились в аккредитованной лаборатории на базе предприятия ЖБИ-3. В эксперименте использовалась анкерная стальная фибра производства Melt Rock. В каждой серии испытаний с разным содержанием арматуры было подготовлено по 4 образца, в соответствии с ГОСТом. Соотношение основных ингредиентов смеси было установлено в соответствии с принятым на предприятии.

Для сравнения, в испытании на прочность при сжатии, были приготовлены кубические образцы бетона (100x100x100 мм) без содержания волокон фибры, в качестве эталона. Такие же кубические образцы были приготовлены с объёмным содержанием фибры 1%, 2%, 3% соответственно. В каждой серии испытаний с разным содержанием арматуры было подготовлено по 4 образца для испытаний.

После приготовления образцы подвергались испытанию на прочность к сжатию, на стандартном прессе. Результаты выявленных прочностных характеристик и зависимость прочности образцов бетона на сжатие от объёмного содержания фибры представлены на рисунке 1.

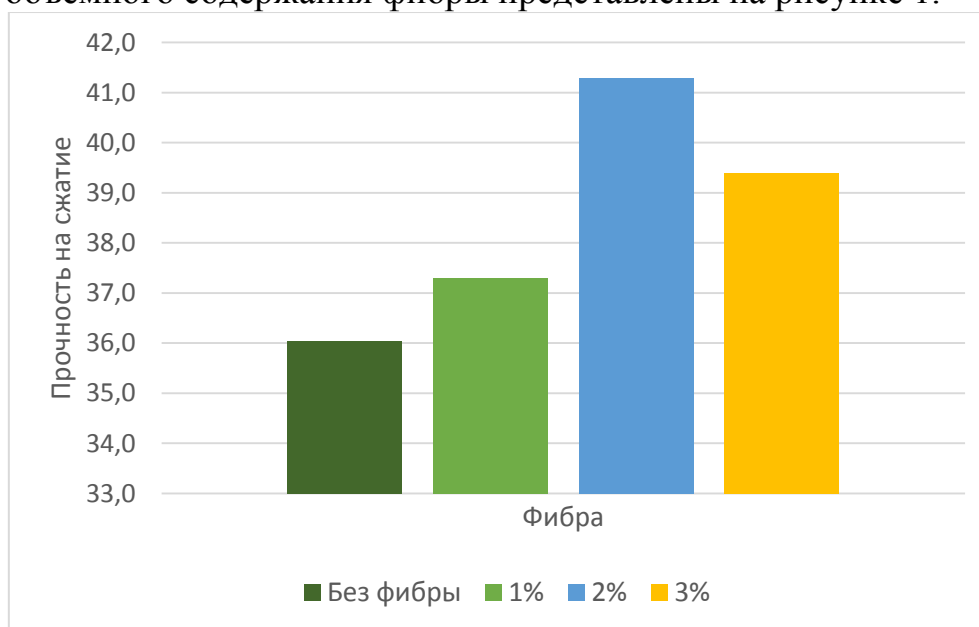


Рисунок 1. Результаты прочностных испытаний

Как видно из гистограммы, прочностные показатели образцов с добавлением стальной фибры оказались не на много выше показателей эталонных образцов, что не соответствует теоретическим и эмпирическим источникам.

При подробном изучении образцов с добавлением стальной фибры, оказалось, что почти все стальные волокна были сосредоточены в одном месте, у одной из граней образца (рис.2). Что теоретически послужило причиной значительного снижения прочности образцов с добавлением стальной фибры.



Рисунок 2. Разрушенный образец бетона с добавлением стальной фибры

Тем не менее видно, что наибольшей прочностью обладают образцы с объёмным содержанием фибры 2%. Дальнейшее повышение дозировки фибры до 3%, приводит к снижению прочности.

По результатам эксперимента, наиболее оптимальной дозировкой стальной фибры в бетонной смеси является 2% от объёма. Были подтверждены ранние предположения, что при стандартном перемешивании стальная может распределяться не равномерно, что в конечном итоге приводит к значительной потере прочности бетонных, дисперсно-армированных конструкций.

В качестве более производительной альтернативы предлагается технология приготовления дисперсно-армированных бетонных смесей с использованием вибрационного воздействия [1–3]. Для разработки технологии необходимо проведение исследований с целью определения оптимальных параметров вибрации и выявления зависимости между прочностными характеристиками бетона, добавляемым видом (типом) фибры, амплитудой и частотой механических колебаний.

Библиографическая ссылка

1. Панов, В. И. Совершенствование технологии приготовления дисперсно-армированных бетонных смесей / В. И. Панов, Ю. М. Невкина // Нефть и Газ Западной Сибири. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2017. – С. 175-178.

2. Серебренников, А. А. Рабочие процессы и методы проектирования смесительных машин с эксцентриковыми уравновешенными вибровозбудителями / А. А. Серебренников. – Санкт-

Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2002. – 37 с.

3. Серебренников, А. А. Основы конструирования и проектирования вибрационных смесителей / А. А. Серебренников, В. А. Кузьмичев. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2012. – 174 с.

4. Серебренников, А. А. Дисперсное армирование бетонов для фундаментов методом вибросмешивания / А. А. Серебренников, Д. С. Ляпоров, И. В. Татарин // Геотехнические и эксплуатационные проблемы нефтегазовой отрасли / под ред. С. Я. Кушнир. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2007. – С. 74-76.

5. Серебренников, А. А. Систематизация видов дисперсной арматуры / А. А. Серебренников, В. И. Панов // Наземные транспортно-технологические комплексы и средства / под ред. Ш. М. Мерданов. – Тюмень : Тюменский индустриальный университет, 2018. – С. 254-258.

Научный руководитель: Серебренников А.А., д.т.н., проф.

Перспективы применения стекломagneзиевого листа на основе магнезиального вяжущего

Плешачков М.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Высокие темпы развития строительной индустрии и технологий приводят к необходимости исследования и создания новых строительных материалов, которые помогают ускорить темпы строительства и снизить затраты материальных ресурсов. Одним из более полезных веществ при изготовлении строительных материалов является магнезиальное вяжущее.

Достижения в исследовании магнезиального вяжущего позволяют изготовителям поставлять на рынок новые строительные материалы, такие как: фибролит, ксилолит, различные изделия архитектуры, растворы, а также магнезиальные бетоны.

Производство магнезиального вяжущего не стоит на месте, поэтому появляются более качественные и экономичные материалы. Так в 2003 году экспортно-импортное предприятие ООО “Уралхим”, которое базируется в городе Челябинск, представило на российском рынке СМЛ – стекломagneзиевый лист.^[1]

Таблица 1

Состав стекломagneзиевого листа

Составляющие материала	Процентное содержание
оксид магния (MgO)	40-50%
хлорид магния (MgCl ₂)	30-35%

Окончание таблицы 1

перлит(SiO ₂)	3-8%
Опилки	до 15%
Вода	-
Стекловолокно	-
Полипропиленовая ткань	-

Таблица 2

Сравнительная таблица основных технических характеристик
стекломагнезых, гипсоволокнистых и гипсокартонных листов.

Технический по-казатель	Ед.изм	СМЛ	ГВЛ	ГКЛ
Предел прочности при изгибе не менее	МПа	28,4	5,5	3,6
Плотность	кг/м ³	1000	1250	850
Теплопроводности	Вт/м °С	0,316	от 0,22 до 0,36	0,17
Группа горючести	по ГОСТ 30244-94	НГ него-рючий	ТГ трудно-рючий	ТГ трудно-рючий
Твёрдость лицевой поверхности	МПа	52,7	22	18
Температурный коэффициент линейного расширения		без изме-нений	0,5 — 1,5 %	0,5- 2,0 %
Поверхностное влагопоглощение		Не более 0,34%по массе	Не более 3%по массе	Не более 10%по массе

Проанализировав технические характеристики, можно сказать, что СМЛ имеет ряд преимуществ перед другими строительными материалами, но, по мнению экспертов, он имеет и недостатки. Во-первых, возникают трудности при монтаже материала, в отличие от гипсоволокнистого листа. Во-вторых, как российские, так и зарубежные изготовители (Китай) производят листы разного качества.

Всего различают три категории стекломагнезого листа (Премиум, Стандарт, Эконом), каждый обладает своими свойствами, характеристиками.

Главными свойствами СМЛ являются:

- механическая прочность;

- экологичность;
- огнестойкость;
- абсолютная влагостойкость;
- высокая адгезия к любым отделочным материалам;
- низкое водопоглощение;
- стойкость к воздействию окружающей среды.

Благодаря своим уникальным свойствам, стекломagneзиевый лист пользуется большим спросом в строительстве. Он может применяться в качестве основы для укладки кровли, для устройства внутренних перегородок здания, которые не обладают несущей способностью. Из стекломagneзиевого листа изготавливают конструктивные и декоративные элементы для оформления интерьера и фасада дома. Он незаменим при отделке зданий с высокими требованиями пожарной безопасности, так как не способен к самостоятельному воспламенению на воздухе, а при нагревании материал не выделяет вредных токсических веществ, поэтому его можно считать экологически чистым.

Лицевая поверхность листов предназначена для окрашивания, наклеивания обоев, ламинирования. Тыльная сторона (шероховатая) предназначена для прочной сцепки при приклеивании штучных облицовочных и декоративных материалов (керамической плитки, шпона) либо самого материала на стены и пол, склейке листов между собой. СМЛ может монтироваться на крепёжную систему как из металла, так и из дерева традиционным способом (на шурупы, гвозди). Также на ограждающую конструкцию при помощи клея. Одной из декоративных особенностей является то, что его можно производить в любой цветовой гамме (белым, желтым, красным и т.д).^[3]

Стекломагнезиевый лист получил применение не только в строительстве. Он пользуется спросом и в рекламной сфере, а именно при изготовлении различных баннеров, щитов и других конструктивных элементов, которые подвергаются различному воздействию окружающей среды.

Таким образом, СМЛ имеет высокий потенциал для развития и улучшения его качества. Инвестиции в исследование этого материала помогут убрать его недостатки, а модифицирование свойств позволит вывести его на новый потребительский уровень строительного рынка. Несмотря на отсутствие сырьевой базы в Тюменской области, я считаю, что изготовителям необходимо наладить производство стекломagneзиевого листа, так как в последнее время он приобрел огромный спрос у потребителей, вследствие своей экологичности и способности противостоять высоким температурам.

Библиографический список

1. Уралхим [Электронный ресурс] // Стекло-магнезитовый лист-передовые технологии отделочных материалов. – Режим доступа : <http://uralchim.ru/articles/peredovye-tekhnologii-otdelochnyh-materialov>.

2. ГОСТ 30244-94. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть. – Введен. 1996-01-0. – Москва : Изд-во стандартов, 1996. – 2 с.

3. Ажикина, Н. В. Стекломагнезит-новый облицовочный материал / Н. В. Ажикина // Инженерно-строительный журнал. – 2010. – № 3. – С. 32-33.

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

Сравнительная характеристика пенополистирола и экструдированного пенополистирола

Поршнева И.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Неприхотливые к использованию и устойчивые к воздействию внешней среды легкие утеплители из полимеров нашли широкое применение в строительстве. В их число входят пенополистирол и экструдированный пенополистирол – доступные материалы, которые позволят защитить фундамент, снизить теплопотери и предотвратить преждевременное разрушение конструкции.

Применение пенополистирола в качестве теплоизоляционного материала началось с 1941 в США. Отечественные производители начали выпускать пенополистирол в 1988 г. Практика применения данного строительного материала в нашей стране составляет около 20 лет.

Сравним обычный пенополистирол (пенопласт) с экструдированным пенополистиролом. Пенополистирол получают из готового полимера полистирола путем его вспенивания при нагревании не выше 100 °С. После вспенивания гранулы высушивают от парового конденсата и транспортируют в контейнер, где выдерживают на протяжении 12 часов при температуре 16-25°С. За это время гранулы наполняются воздухом, после чего загружаются в блок-форму и соединяются в монолитный блок. После высушивания блока из него формируют плиты требуемых размеров, которые нормируются ГОСТ 15588-86. [2]

Процесс производства экструдированного пенополистирола несколько отличается от изготовления пенопласта, хотя по химическому составу эти материалы довольно схожи. Сырье пропускается через экструзионную головку — особое формующее приспособление, которое позволяет получить изделие, имеющее поперечное сечение нужной формы. Гранулы вспенивают, но уже с использованием специального агента, и получается вязкотекучая масса. Согласно технологии, идет обработка не отдельных гранул, а жидкообразного вещества. Готовый материал состоит из массы закрытых ячеек, которые наполнены воздухом, и обладает цельной микроструктурой. Диаметр пор не превышает 0,2 мм. Помимо различий в способе производства, данные материалы имеют разные технические характеристики. Они представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технические характеристики пенопласта и экструдированного пенополистирола

Характеристика	Экструдированный пенополистирол	Пенополистирол(пенопласт)
Водопоглощение, % по объему за 30 суток, не более	0,4	4
Водопоглощение, % по объему за 24 часа, не более	0,2	2
Паропроницаемость мг/м.ч.Па	0,018	-
Теплопроводность в сухом состоянии при температуре 25 (±5) °С, Вт/(м*°С), не более	0,028	0,036-0,050
Предел прочности при статическом изгибе, (кгс/см ²) МПа	0,4-1,0	0,07-0,20
Прочность на сжатие при 10% линейной деформации, Мпа, Н/мм ² , не менее	0,25-0,50	0,05-0,20
Плотность, кг/м ³ , в пределах	28-45	15-35
Диапазон рабочих температур, °С	От -50 до +75	От -50 до +70
Класс горючести	Г2	Г2

Высокие теплоизоляционные свойства экструдированного пенополистирола и пенопласта объясняются их строением, образованным множеством спаянных между собой шариков, в свою очередь состоящих из множества ячеек с заключенным в них воздухом. Из-за неспособности воздуха перемещаться внутри ячеек, именно воздух выступает в роли теплоизолятора — неподвижная воздушная среда обладает отличными изоляционными свойствами. По своей сути, эти материалы состоят из 98% воздуха и лишь 2% исходного полистирола. [3]

Пенопласт и экструдированный пенополистирол обладают низкой теплопроводностью в сочетании с малой плотностью. Материалы устойчивы к строительным растворам на основе гипса, цемента, ангидрита или извести;

битумным смолам, соде каустической, растворам мыла и соли, минеральным удобрениям, грунтовым водам; отличается стойкостью к образованию плесени, росту и размножению бактерий. Разрушительное воздействие на эти материалы оказывают олифы, некоторые виды лаков, органические растворители (скипидар, ацетон и т.д.), спиртосодержащие соединения, нефтепродукты, солнечные лучи.

Производители этих теплоизоляционных материалов называют их исключительно экологически безопасными, негорючими и сохраняющими свои эксплуатационные свойства долгие годы. Но при изучении структуры материалов, выясняется, что они окисляются воздухом, скорость окисления возрастает с повышением температуры. Оплавляясь под воздействием тепла свыше 80°C, они выделяют в воздушную среду большое количество дыма и сажи, содержащего небольшие количества гидробромида, гидроцианида и карбонилдихлорида, что говорит о небезопасности пенополистирола для здоровья человека. В целях уменьшения угрозы возгорания производители вводят в состав полистирола антипирены, как правило, это гексабромциклододексан. [1]

Опираясь на вышеперечисленные сравнения, можно сделать вывод, что экструдированный пенополистирол – отличный вариант для теплоизоляции фасадов, фундаментов, полов, кровли и потолка. При использовании такого теплоизоляционного материала, как экструдированный пенополистирол, обеспечивается теплозащита на порядок лучше, чем при использовании пенопласта. Но нужно помнить, что для многих целей предпочтительнее именно пенопласт. Такая его характеристика, как более высокое влагопоглощение, играет важную роль при наружном утеплении стен, где недостаточно хорошая адгезия пеноплекса не позволяет использовать его выше цокольных конструкций. Также пенопласт – лучшая альтернатива экструдированному пенополистиролу по стоимости. Их существенным общим недостатком является высокая пожароопасность.

Библиографический список

1. Абрамова, Ж. И. Вредные вещества в промышленности / Ж. И. Абрамова, А. Я. Бройтман, И. Д. Гадаскина. – Ленинград : Химия, 1976. – 592 с.
2. ГОСТ 15588-86. Плиты пенополистирольные. Технические условия. – Взамен ГОСТ 15588-70; введ. 1986.07.01. – Москва : Изд-во стандартов, 2005. – С. 2-6.
3. UteplimVse.ru [Electronic resource]. – Access mode : <http://uteplimvse.ru/vidy/polistirol/harakteristik.html> (date of the application 25.03.2019)

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

Численное моделирование системы многоярусных криволинейных песчаных подушек с замкнутым армированием

Рабиев К.Р., Лузин А.Ю., Мирзоев С.М.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Для моделирования работы слабого грунтового основания с системой многоярусных криволинейных песчаных подушек с замкнутым армированием, была применена программа Plaxis 8.5.

После того как геометрические параметры слоев грунта введены, им назначаются физико-механические характеристики. Для песка: удельный вес $\gamma_{\text{unsat}} = 1700$ кг/м³, модуль Юнга $E_{\text{ref}} = 13000$ кН/м², коэффициент Пуассона $\nu = 0,300$, удельное сцепление $c_{\text{ref}} = 4,000$ кН/м² и угол внутреннего трения $\varphi = 32^\circ$.

С помощью элемента «Geogrid» была смоделирована геосетка. Для задания жесткости требуется следующая характеристика:

– нормальная жесткость, EA (кН/м); $EA = 30$ кН/м;

С помощью элемента «plate» был смоделирован штамп ($E = 12 \cdot 10^9$ Па).

Для задания жесткости требуются следующие характеристики сечения:

– нормальная жесткость, EA (кН/м); $EA = 2,1 \cdot 10^4$ кН/м;

– изгибная жесткость, EI (кН/м²/м); $EI = 4,375$ кН/м²/м;

– вес погонного метра площадки-прокладки, W (кН);

– коэффициент Пуассона, $\nu = 0,07$;

Величина расчётной области высотой 800 мм и шириной 980 мм (рис.1). Размеры песчаных подушек: глубина заложения -210 мм (3b, где b-ширина равны 70 мм); ширина 210 мм (3b). Распределенная нагрузка – А (P =160 кПа) шириной 70 мм.

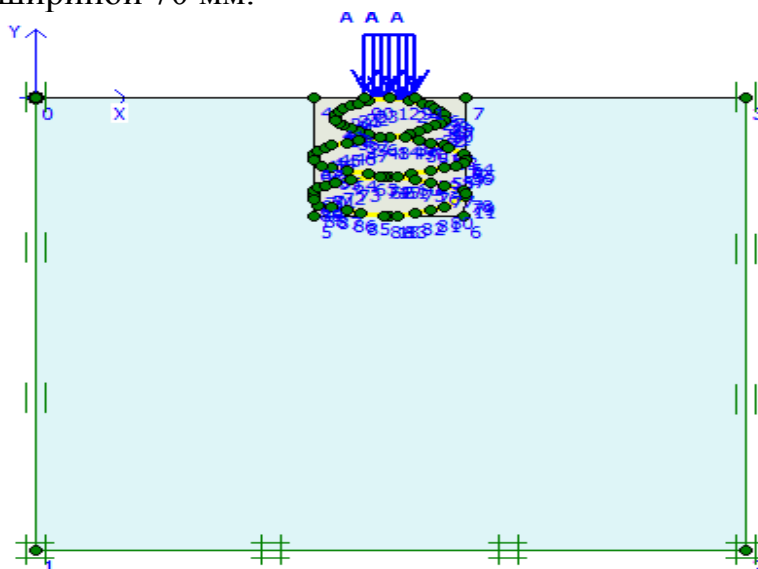


Рисунок 1. Конечно - элементная расчетная схема в PLAXIS

На рисунке 2 показаны точки пластики в результате воздействия штампа на основание, усиленное с многоярусной системой криволинейных песчаных подушек с замкнутым армированием. Область развития пластических деформаций располагается в теле песчаной подушки, которая армирована по контуру при помощи геосинтетического материала, что способствует ограничению горизонтальной деформации песчаной подушки, исключая возможность её «раздавливания».

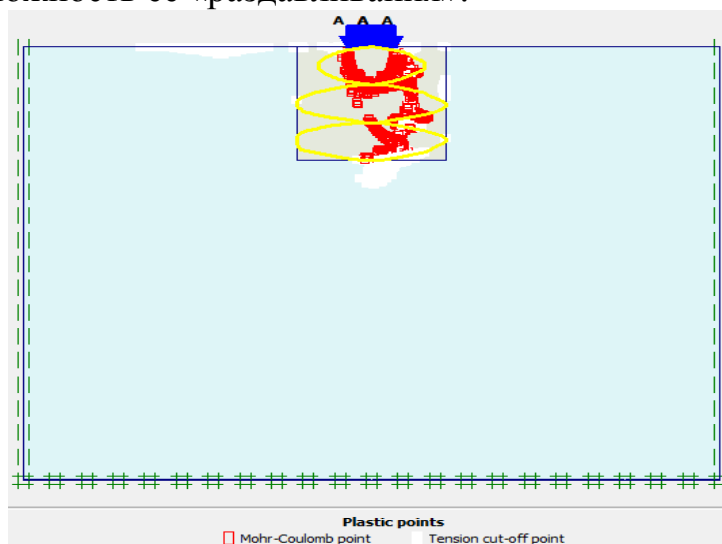


Рисунок 2. Пластическая область в грунте Мора-Кулона в PLAXIS

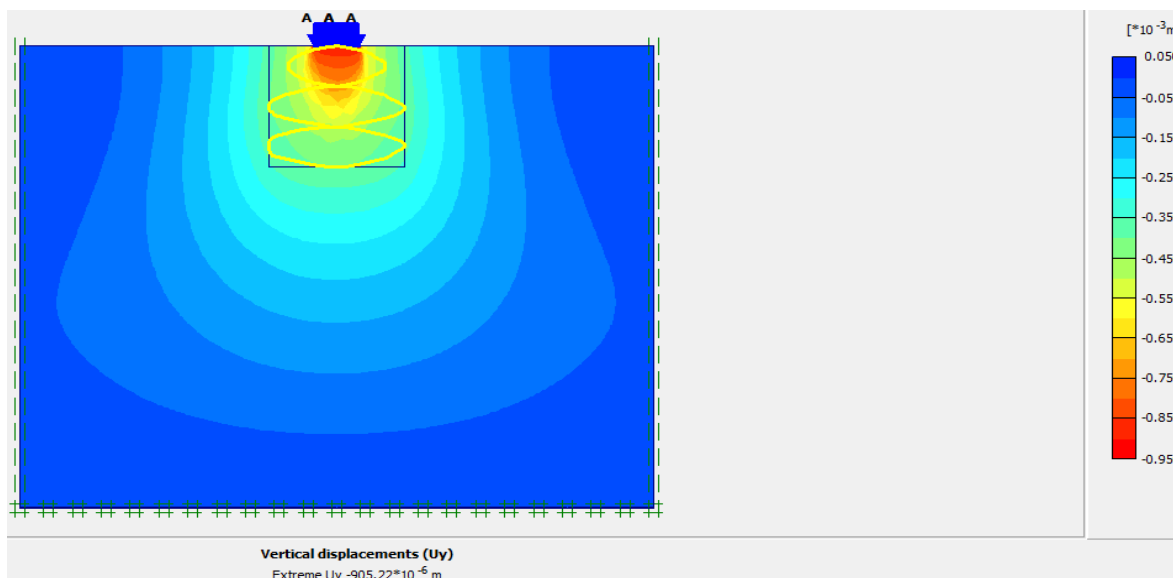


Рисунок 3. Диаграмма развития деформаций основания в PLAXIS

При моделировании слабого основания, усиленном многоярусной системой криволинейных песчаных подушек с замкнутым армированием, максимальная вертикальная осадка штампа при нагрузке $P = 160$ кПа составила $S = 0,000905$ м.

На рисунке 4 показаны горизонтальные перемещения. При нагрузке на основание $P = 160$ кПа максимальные горизонтальные перемещения составили $S = 0,000101$ м.

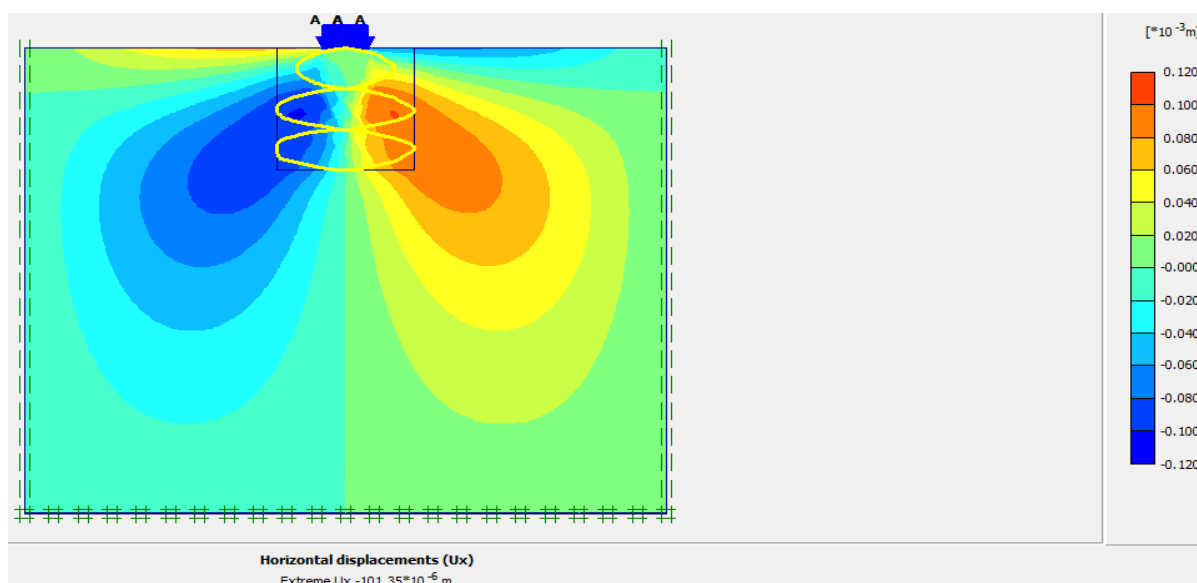


Рисунок 4. Горизонтальные перемещения в PLAXIS

Анализ численного моделирования результатов позволил сделать следующие выводы:

1. Все расчеты проводились в программе комплекс Plaxis. Данный комплекс существенно уменьшает время расчетов, с достаточной точностью и достоверностью расчетов.

2. При усилении слабого основания многоярусной системой криволинейных песчаных подушек с замкнутым армированием, максимальные горизонтальные перемещения грунта составили $S=0,000101\text{м}$.

3. Результаты численного моделирования показали, что область развития пластических деформаций располагается в теле песчаной подушки, которая армирована по контуру при помощи геосинтетического материала, что способствует ограничению горизонтальной деформации песчаной подушки, исключая возможность её «раздавливания».

Библиографический список

1. Бай, В. Ф. Многоярусная система песчаных подушек с замкнутым армированием в качестве фундаментов для малоэтажных зданий / В. Ф. Бай, А. Ю. Лузин // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. – 2017. – Т. 8, № 3. – С. 71–77. - DOI: 10.15593/2224-9826/2017.3.08

2. Краев, Ан. Н. Обоснование использования песчаной армированной подушки в слабых глинистых грунтах под ленточными фундаментами : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02 / Андрей Николаевич Краев; ТюмГАСУ. – Тюмень, 2014. – 19 с.

Научный руководитель: Бай В.Ф., канд. техн. наук, доцент.

Анализ облицовочных материалов, используемых при устройстве вентилируемого фасада

Сендык И.В., Шунькова Д.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Фасад – неотъемлемая часть любого здания. Формы, пропорции, декор фасада - все это создаёт архитектурный образ сооружения. Но немало важным является конструктивное решение, обеспечивающее надёжность облицовочного материала. Наиболее эффективным в этом отношении является навесной вентилируемый фасад [1]. Он представлен в виде системы, состоящей из облицовочного материала, который крепится к несущей стене на стальной оцинкованной, стальной нержавеющей или алюминиевый каркас, и теплоизоляционного слоя. Наличие вентилируемой прослойки, в которой воздух свободно циркулирует, предотвращает скопление конденсата в конструкции [2].

Был проведен анализ наиболее распространенных в Тюменской области материалов для облицовки различных производителей.

Таблица 1

Технические характеристики облицовочных материалов

Характеристики	Керамогранитные плиты	Алюминиевые композитные плиты	Металлокассеты	Фиброцементные плиты	HPL панели
1	2	3	4	5	6
Средняя плотность, кг/м ³	2400-2700	от 1700	1000-1200	1500-1800	1350-1550
Прочность, Мпа, не менее	$R_{изг}=28$	$R_{изг}=42$	$R_{изг}=20$	$R_{изг}=22$	$R_{изг}=100$
Водопоглощение, %, не более	3,5	1	1	8-18	1
Огнестойкость, группа горючести	НГ	Г1	НГ	НГ	Г1
Класс пожарной опасности	К0	К2	К0	К0	К3
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м•°С)	1,15-1,3	0,29	0,4-0,52	0,22-0,6	0,3-0,6

Срок службы, лет, не менее	50	15	20	20	30
Цена за 1 м ² , руб., от	400	1000	900	600	1150

Таблица 2

Основные производители

Материалы	Производители
Керамогранитные плиты	Италия (<i>Alfa Ceramiche</i>), Россия (<i>Estima, Italon</i> , ООО «ЗКС»), Китай (<i>Fiorano</i>)
Алюминиевые композитные пли- ты	Россия (<i>Altec, Bildex, Sibalux</i>), Китай (<i>Alluxe, Alco- dome</i>)
Металлокассеты	Россия (Краспан, ГК Стройпрофиль)
Фиброцементные плиты	Япония (<i>Nichiha, Kmew</i>), Россия (Роспан), Бельгия (<i>Eternit</i>)
<i>HPL</i> панели	Австрия (<i>FunderMax</i>), Голландия (<i>Trespa</i>), Россия (<i>Stoplast, Лемарк</i>), Германия (<i>Resopal</i>)

Проанализировав технические характеристики материалов, можно сделать вывод, что целесообразнее использовать керамогранитные плиты, так как у них в полной мере представлены все необходимые свойства и они являются экономически наиболее доступными. Именно поэтому в настоящее время керамогранит завоевал наибольшую популярность у застройщиков. Однако это не исключает использование других материалов с применением дополнительных мер по улучшению их свойств. Например, нанесение защитных покрытий для уменьшения горючести или снижения водопоглощения материала; в случае с тяжелыми изделиями проводится укрепление фундамента или более сложные монтажные работы при устройстве вентилируемого фасада.

Библиографический список

1. Павлушкина, Ю. Е. Навесной вентилируемый фасад и его характеристики / Ю. Е. Павлушкина, М. Е. Павлушкин // Молодой ученый. – 2016. – № 28. – С. 136-140.
2. Конструкция вентилируемого фасада. Виды вентилируемых фасадов. [Электронный ресурс] // Все о навесных вентилируемых фасадах. – Режим доступа : <http://vfasade.blogspot.com/2013/06/construction-ventfasad.html>.

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

Применение арболитовых включений при строительстве в условиях крайнего севера.

Смирнов С.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Для начала надо определиться что такое арболит и арболитовые блоки. Арболит является одной из разновидностей крупноячеистых легких бетонов. Древесная щепа в нём используется как наполнитель, связывается она в монолитную структуру цементным тестом.

Этот материал можно использовать в строительстве в качестве кладочных блоков, пустотелых блоков, теплоизоляционных плит и в качестве смеси для заливки ограждающих конструкций.

Арболитовые блоки, имеющие одинаковый состав, получают различные характеристики в зависимости от способа и степени их уплотнения. Главная задача прессования – это создание, равномерно распределенного по всему объему структуры цементного теста и щепы.

Прочность на сжатие для всех ячеистых бетонов не велика и арболит не исключение. Однако важным отличием является вес и прочность на изгиб, которая у блоков составляет от 0,7 до 1,1 Мпа, а так же модуль упругости может доходить до 2400 МПа. Стоит отметить повешенное сопротивление трещинообразованию [3].

Арболит имеет хорошую стойкость к промерзанию. Значения от F25 и до F50. При качественной защите арболита от воздействия влаги позволить повысить морозостойкость материала в конструкции.

В итоге можно выделить несколько ключевых проблем арболита:

- Необходимость защиты от прямого воздействия влаги.
- Недостаточная геометрическая точность.
- Высокая стоимость арболитовых блоков.

В нашем случае рассматривается применение включений из арболита при бетонировании буронабивных свай. И в этом случае получается, раз строительство происходит в районах вечномёрзлых грунтов воздействие влаги на нашу конструкцию минимальное. Геометрическая точность так-же нам не требуется. Ведь при бетонировании буронабивных свай часть бетона в любом случае просачивается в грунты. Остаётся лишь вопрос цены.

На текущий момент был произведён расчёт, по итогам которого получается, что при применении арболитовых включений и уменьшении количества цемента можно сократить траты до 15% [4].

Так-же отдельно можно вынести тот факт, что повысится сопротивление на изгибающие нагрузки от грунтов и уменьшение давления на сами грунты, так как арболит намного легче обычного бетона.

В соответствии с ГОСТ 19804.2-79, ГОСТ 10060.0-95, ГОСТ 12730.0-78, ГОСТ 12730.4-78, ГОСТ 12730.5-84 марки бетона можно распределить следующим образом:

- М200 использовать для создания железобетонных поясов, объектов, не имеющих несущих нагрузок, а так-же для устройства ленточных фундаментов.

- М300 и более для применения балок, ферм, плит перекрытия, свай буронабивного типа, изготовления ленточных маршей и тд.

Из всего выше изложенного можно сделать вывод, что при правильном соотношении арболитовых включений, без потери в качестве мы можем добиться удешевлением строительства.

Так же по первоначальным экономическим расчетам получается применение арболитных включений в винтовых сваях.

При бетонировании винтовых свай повышаются механические свойства конструкции, её жесткость, упругость и прочность. Одной из слабостей такой конструкции является разность коэффициентов теплового расширения металла и бетона. Но при применении арболита у полученного бетона повышенное сопротивление к образованию трещит, а значит и процесс скопления влаги исключается. Это в свою очередь приведет к уменьшению рисков активации коррозионных процессов.

Так же одним из плюсов арболитовых бетонов это возможность его самоуплотнения.

Так как нормы СНиП Ш-Б.С-02 жестко регламентируют бетонные работы при температуре окружающего воздуха ниже -10 градусов и предусматривают использование арматуры диаметром более 25 мм, то запрос прочности закладывается большой.

Соответственно можно сэкономить время на этом технологическом процессе, что в перспективе большого объекта позволит сократить капитальные вложения. Особенно это актуально для участков, где для большего усиления конструкции используют арматуру устанавливаемую в полость трубы перед заливкой нарезав её по длине сваи.

Касаемо логистики доставка на участок строительства щебы, а так же при необходимости различных добавок для бетона, дополнительных затрат не будет. Сам материал дешевый и в большинстве случаев можно использовать переработанные отходы щебы. Само же транспортирование можно производить вместе с щебнем, так как выше изложенный подход не полностью исключает его использование, а идет в качестве дополнения.

Хранение лучше всего осуществлять в биг-бегах или в теплом складе. Так же возможно хранение под навесами.

Если рядом с местом строительства присутствует завод по изготовлению бетонной смеси, то возможно без усложнения технологических на нём процессов производить необходимый нам бетон с включениями арболита. Тем самым будет исключена необходимость в дополнительном складировании материала на строительных площадках.

В итоге мы имеем:

- Удешевление капитальных затрат при строительстве.

- Получение дополнительной прочности на изгиб.
- Повышенное сопротивление трещинам.

Библиографический список

1. ГОСТ 19222-84. Арболит и изделия из него. Общие технические условия. – Введ. 1985-01-01. – Москва : Изд-во стандартов, 1984. – 24 с.
2. Наназашвили, И. Х. Справочник по производству и применению арболита / И. Х. Наназашвили – Москва : Стройиздат, 1987. – 208 с.
3. The method of calculating the settlement of weak ground strengthened with the reinforced sandy piles / T. Maltseva, A. Nabokov, Y. Novikov, V. Sokolov // МАТЕС Web of Conferences. – 2016. – P. 01015.
4. Стабилизация грунтов методом «холодного ресайклинга» в условиях многолетнемерзлых грунтов для обустройства нефтегазовых месторождений / В. А. Горьков, А. Н. Коркишко, А. В. Набоков [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 7. – С. 20-24.

Научный руководитель: Коркишко А.Н., кандидат технических наук.

Технологические способы повышения прочности керамзитового гравия

Сошин М.А., Каспер Е.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Темпы строительства в Тюменском регионе с каждым годом увеличиваются. Связанно это со строительством объектов нефтегазодобывающей отрасли на севере Тюменской области, а также с вводом все большего количества квадратных метров жилья. Основной проблемой, с которой сталкиваются производители строительных материалов, является отсутствие собственных запасов крупного заполнителя для бетонов. Поэтому большая часть щебня привозится к нам в основном из Свердловской и Челябинской областей. Решить эту проблему было бы возможным, используя керамзитовый гравий собственного производства.

В практике нашей страны существуют заводы, производящие либо керамзит низкой марки по плотности и прочности М400-500 П100-125 [1] (Ржевский комбинат строительных конструкций, Богандинский завод керамзитового гравия, и др.), либо только с высокими марками керамзита М800-М900 П200-П250 (ДСК СУОР г. Новочебоксарск). А значит «универсальные заводы», производящие одновременно керамзит и низких, и высоких марок на рынке отсутствуют.[2]

В последнее время в нашем регионе на Винзилинском заводе керамзитового гравия стало возможным производить пористый заполнитель как высоких, так и низких марок по плотности. Применяется он и для теплоизоляционных засыпок, и в качестве крупного заполнителя для лёгких бе-

тонов. Объемы производства данного завода достаточно велики и составляют 1500 м³ керамзита в сутки, помимо этого он построен вблизи от крупного месторождения глинистого сырья.

Изменение прочности и плотности керамзитового гравия является важным аспектом при его производстве. Варьировать эти характеристики чаще всего возможно на этапах формования и обжига гранул.

Процесс обжига является важнейшим этапом производства керамзитового гравия. Он осуществляется во вращающихся печах диаметром 2,5 м и длиной 40 м. Движение материала осуществляется за счет наклона печи на 3% и медленного её вращения вокруг своей оси. Температура в тепловых агрегатах достигается за счет сгорания мазута или природного газа. Среднее время нахождения гранул в печи составляет около одного часа. Характер происходящих там процессов позволяет условно подразделить печь по длине на четыре зоны: зону сушки или испарения влаги; зону нагрева, совпадающую с зонами дегидратации, декарбонизации и окислительно-восстановительных реакций; зону вспучивания; зону охлаждения. Таким образом, вращающаяся печь работает по принципу противотока: сырьевые гранулы перемещаются навстречу потоку горячего газа, подогреваются вначале пути, и уже непосредственно в зоне обжига – воздействия огненного факела форсунки, вспучиваются.[3]

Эффективным приемом влияния на качество выпускаемого керамзитового гравия является введение опудривающих добавок. Они представляют собой огнеупорные порошки и могут быть как естественного происхождения – различные горные породы и минералы, так искусственного – отходы производства металлургической промышленности. Введение этих добавок возможно на разных этапах производства керамзита: либо в процессе сушки, либо непосредственно в процессе обжига.

Применение таких добавок положительно влияет на качество заполнителя. Во-первых, опудривание гранул огнеупорными порошками способствует повышению температуры плавления поверхностного слоя и получению внутри гранул расплава с оптимальными реологическими характеристиками (динамической вязкостью и поверхностным напряжением), способствуя тем самым максимальному вспучиванию гранул без их слипания и образования спеков. Это напрямую влияет на объемы производства и плотность продукции.[4] Во-вторых, добавка создает дополнительную скорлупу на поверхности гранулы керамзитового гравия, что повышает их прочность. В-третьих, керамзит, произведенный с применением огнеупорной добавки, имеет более низкое водопоглощение за счет создания прочного водонепроницаемого слоя на поверхности зерна. В-четвертых, в процессе фракционирования происходит механическое воздействие на гранулы, что приводит к их раскалыванию. Опудривание способствует повышению поверхностной прочности зёрен, снижает количество расколотых частиц и повышает качество керамзита.

Металлургические шлаки, полученные из отходов производства черной и цветной металлургии, широко используются в качестве опудривающих добавок для улучшения свойств керамзитового гравия.

На Тюменском металлургическом заводе ООО «УГМК-Сталь» в процессе производства в качестве отхода образуется минеральный продукт от газоотводящего тракта электросталеплавильного цеха, который мог бы найти своё применение в процессе производства керамзита, и способствовать улучшению его показателей качества.

Библиографический список

1. ГОСТ 32496-2013. Заполнители пористые для легких бетонов. Технические условия. – Введ. 2015-01-01. – Москва : Изд-во стандартов, 2013. – 12 с.

2. Каспер, Е. А. Влияние рецептурно-технологических параметров на показатели качества керамзитового гравия / Е. А. Каспер, М. А. Сошин, А. А. Баёв // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Тюмень, 2018. – Т. II. – С. 67-70.

3. Онацкий, С. П. Производство керамзита / С. П. Онацкий. – Москва : Стройиздат, 1987. – 336 с.

4. Техногенные опудривающие добавки в технологии керамзитового гравия [Электронный ресурс] / Э. М. Никифорова, Р. Г. Еромасов, Т. В. Ступко [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3. – Режим доступа : <https://science-education.ru/ru/article/view?id=9559-2019/>.

Научный руководитель: Каспер Е.А., доцент.

Пуццолановый эффект золы рисовой шелухи

Суровцев И.А., Солонина В.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Рисовая шелуха — это сельскохозяйственный остаток на долю которого приходится около 20% веса риса [1]. Зола, полученная на основе рисовой шелухи характеризуется высоким содержанием кремнезема [1]. В зависимости от условий горения и охлаждения, диоксид кремния переходит в аморфную или кристаллическую форму. Содержание диоксида кремния может превышать 90% [1]. В зависимости от этого различают высокоуглеродную и низкоуглеродную золу.

В данной работе исследовалась высокоуглеродная зола рисовой шелухи. Первоначальный вид золы представляет собой сгоревшие остатки скорлупы рисовой шелухи черного цвета (рисунок 1). Химический состав представлен в таблице 1.



Рисунок 1. Зола рисовой шелухи

Таблица 1

Химический состав золы рисовой шелухи (%)

CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	SO ₃	K ₂ O	п.п.п.
0,4	91,1	0,1	0,2	0,9	0,5	3,3	2,2

Минеральные добавки в составе цементного вяжущего позволяют эффективно заменять часть цемента, что характеризуется физическим и химическим фактором [2].

Помол золы рисовой шелухи осуществлялся путем измельчения её в качающейся мельнице в течение 30 минут. После измельчения определялся гранулометрический состав размеров частиц полученной золы на лазерном анализаторе Fritsch Analysette 22 NanoTec (рисунок 2).

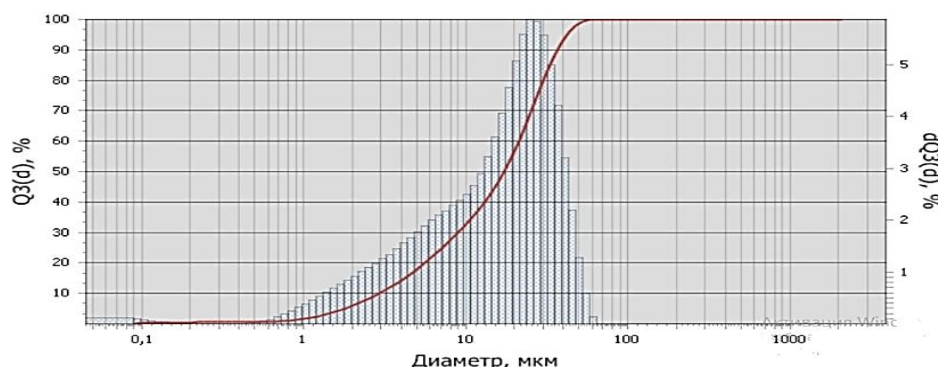


Рисунок 2. Интегральная кривая распределения размеров частиц золы рисовой шелухи

Анализируя кривую распределения размеров частиц, можно сказать что количество частиц размером 10 мкм составляет 40% в общей массе пробы. Материал с полученными характеристиками и столь эффективной способностью к измельчению, требует отдельного помола и дальнейшего применения при получении смешанных вяжущих, так как при совместном помолу с другими материалами, размалываемость которых требует большего времени помола, может привести к переизмельчению золы рисовой шелухи и увеличению водопотребности состава [3].

Оценка пуццоланового эффекта золы рисовой шелухи проводилась методом поглощения CaO из известнякового раствора по методу Ю.М. Бутта (рисунок 3), а также по ГОСТ 25094-2015 (таблица 2).

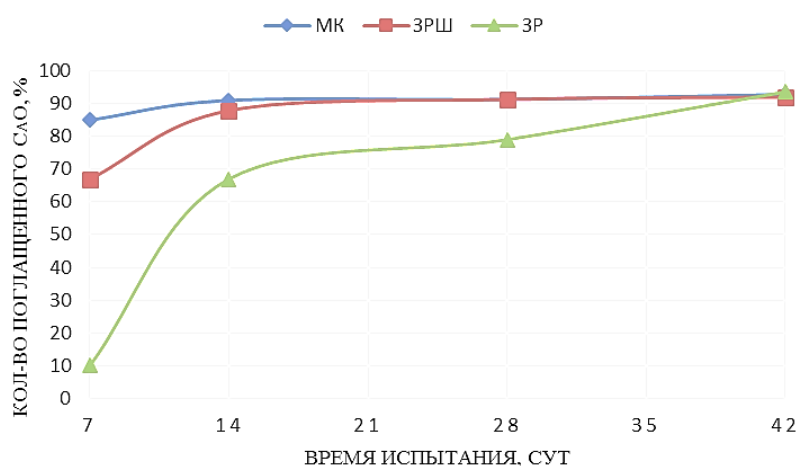


Рисунок 3. Пуццолановая активность добавок по методу титрования:
 МК – микрокремнезем, ЗРШ – зола рисовой шелухи,
 ЗР – Зола Рефтинской ТЭЦ

Таблица 2

Оценка пуццоланового эффекта по ГОСТ 25094-2015

Состав	Цемент, г	Песок, г	Зола рисовой шелухи, г	Микрокремнезём, г	Зола ТЭЦ, г	Вода, г	Средний результат испытаний на сжатие в (МПа) образцов после тепловлажностной обработки		
							2x2x2 см	4x4x16 см	%
0	600	1400	-	-	-	418	-	16,3	100,0
1	600	-	-	1400	-	600	-	25,5	136,6
2	600	-	-	-	1400	609	-	22,0	125,9
3	190	110	-	-	-	108	24,2	-	100,0
4	190	-	190	-	-	125	37,4	-	135,3

Полученные результаты показали, что пуццолановая активность рисовой шелухи к 28 суткам по методу титрования чуть ниже чем у микрокремнезема. По методу прочности на сжатие прирост прочности в сравнении с контрольным составом на песке для золы рисовой шелухи составил 35,3%, а для микрокремнезема и золы ТЭЦ, соответственно, 36,6% и 25,9%.

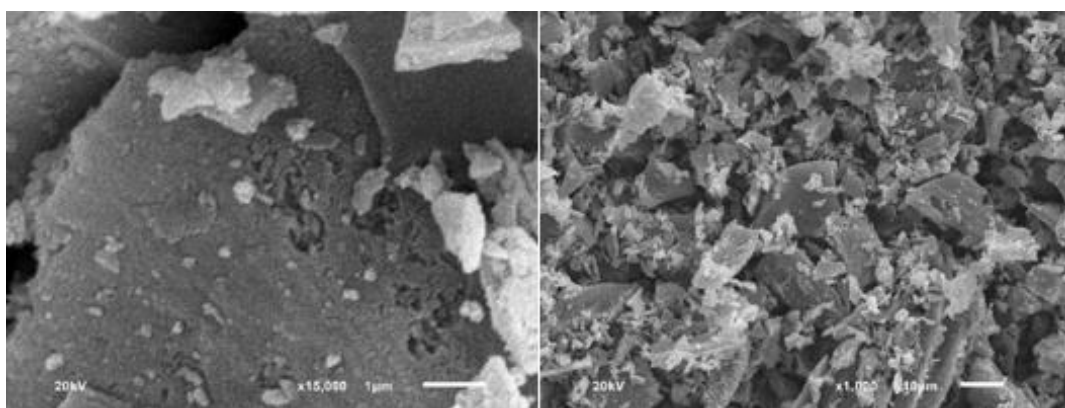


Рисунок 4. Микрофотографии поверхности порошка

золы рисовой шелухи при увеличении в $\times 15000$ и $\times 1000$ раз

После помола золы рисовой шелухи изучалась поверхность частиц полученного материала. В процессе микросъемки получены микрофотографии золы рисовой шелухи, представленные на рисунке 4.

По сравнению с микросферами зол ТЭЦ, которые имеют вид полых или полнотелых сфер, зола рисовой шелухи после измельчения представляет собой кубовидные и игловатые частицы, которые имеют рваную поверхность, что в цементном камне будет играть положительную роль в сцеплении материалов. Однако наличие игловатых частиц, может снизить положительный эффект, в виду раздвижения зерен и увеличения закрытой пустотности. При увеличении в 15000 раз наблюдается шероховатость поверхности частиц золы рисовой шелухи, что также определяет высокую адгезию цементных новообразований.

Зола рисовой шелухи активно используется в качестве замены дорогостоящего микрокремнезема, так как имеет схожую пуццолановую активность, что позволяет рассматривать её в качестве материала для производства сверхпрочных бетонов [3].

Библиографический список

1. Nguyen, T. N. Factors Influencing Strength Development in Soft Soil Clay Mixed Rice Husk Ash Based Geopolymer / T. N. Nguyen, A. T. LE, M. T. Nguyen // *Advanced Experimental Mechanics*. – 2017 – № 2. – P. 153-158.

2. Королев, Е. В. Строительные материалы вариативно-каркасной структуры : монография / Е. В. Королев, Ю. М. Баженов, В. А. Смирнов : ФГБОУ ВПО «Моск. гос. строит, ун-т». – Москва : МГСУ, 2011. – 316 с.

3. Nguyen, V. T. Rice Husk Ash as a Mineral Admixture for Ultra High Performance Concrete / V. T. Nguyen. – Vietnam : Printed in the Netherlands, 2011. – 165 p.

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

Применимость инновационных подходов в проектировании улично-дорожной сети города Тюмени

Тимоховец В.Д., Ходырева М.М.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Современные тренды градостроительной деятельности преследуют цели обеспечения максимально комфортной и безопасной среды жизнедеятельности человека, отвечающей требованиям устойчивого развития и биосферной совместимости. Этим параметрам отвечают актуальные новшества в принятии архитектурно-планировочных решений, функционального использования территорий и проектирования дорожно-транспортного скелета города, внедряемые по всему миру.

Европейские страны успешно внедряют инновационные технологии в комплекс работ по планированию улично-дорожной сети (УДС). Посредством досконального мониторинга потребностей и возможностей населения, были выявлены основные положения о невозможности прогнозирования человеческих действий, ограниченности человеческих ресурсов, невосполнимой ценности жизни и праве каждого на безопасность; на основании данных положений в дальнейшем строилась система регулирования дорожного движения. Ещё одним важным аспектом данного подхода принимается адаптация системы регулирования под потребности человека.

Эффективность данной европейской стратегии подтверждается высоким уровнем безопасности дорожного движения, снижением количества смертельных дорожно-транспортных происшествий (рис. 1) и общим уровнем комфорта для населения за счёт применения архитектурно-эстетических решений.

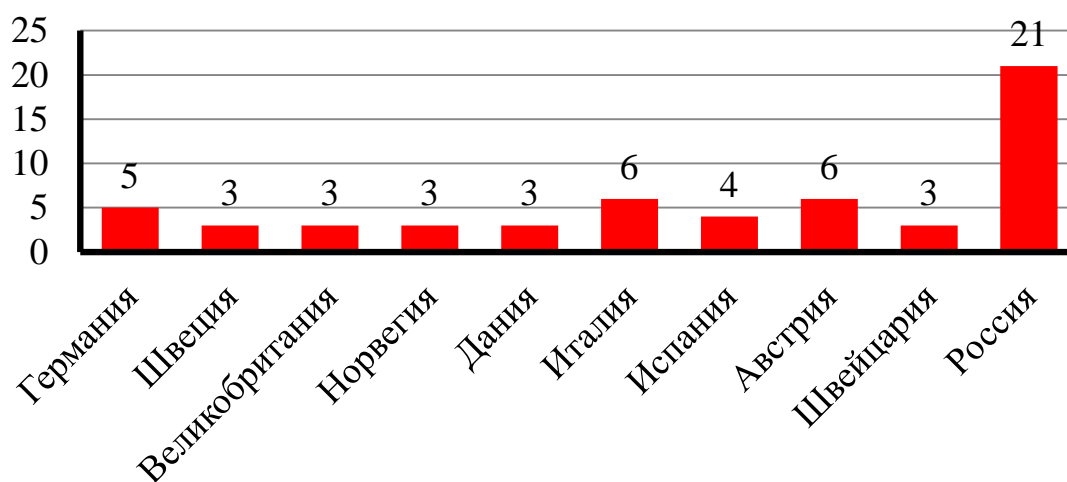


Рисунок 1. Смертность в ДТП на 100 тыс. человек за 2017 год

Посредством использования инструментов автомобилепользования стало возможным достижение оптимального уровня взаимодействия участников дорожного движения, отвечающего, как требованиям экологии и современной градостроительной политики, так и нуждам населения и функциональной направленности города. При анализе данного фактора можно выделить три мировых аналога: опыт Западной Европы, Азии и США [1].

Общая тенденция состоит в ориентировании градостроительной политики на использование населением транспорта, альтернативного личному автомобилю, минимизируя при этом проблемы высокого уровня автомобилизации, интенсивности движения, вреда экологии, а так же снижение стоимости проезда. Снижается вероятность возникновения ДТП и обеспечивается единство УДС и более плотная увязка транспортных маршрутов.

В России после периода "Перестройки" и переформатирования общественного мышления доминирует предпочтительность выбора личного

автомобиля для передвижения по городу. К приобретению личного автомобиля так же располагают относительная лёгкость его получения, направленность градостроительной политики, недостаточная организованность и комфортность общественного транспорта, социальные и климатические факторы. Происходит значительный рост уровня автомобилизации, при этом наблюдается несоответствие ему показателей качества и количества улиц и городских дорог (рис. 2).

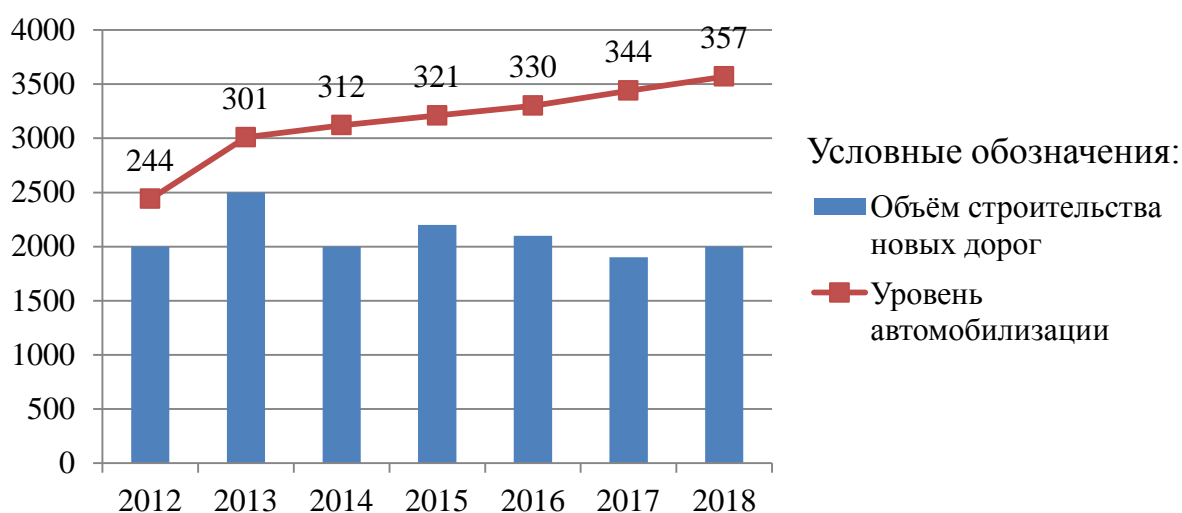


Рисунок 2 Сравнение уровня автомобилизации и объёмов дорожного строительства

Согласно опыту зарубежных стран оценка эффективности УДС складывается из множества показателей, которые так же могут быть применены в Российских условиях. Основные из них: площадь и плотность УДС, безопасность дорожного движения, криминогенные риски, транспортная доступность для всех групп участников дорожного движения, связность и рациональность транзитных сообщений, уровень обслуживания различных видов транспорта (личный, общественный, велосипедный, пешеход), пропускная и провозная способности, интенсивность движения, уровень автомобилизации, удовлетворение экологическим и энергоэффективным требованиям, соответствие современным технологиям строительства, некоторые климатические факторы, финансовые возможности населения.

Как следствие, при проектировании и модернизации УДС России требуется постоянный мониторинг по всем ключевым точкам, статистический учёт всех показателей и применение передовых технологий в строительных конструкциях и в использовании программного софта в области транспортного моделирования. И как главный критерий необходимости применения передового решения – ориентированность на потребности человека, обеспечение его безопасности, удобства и комфорта.

На примере Москвы можно проследить эволюцию отечественного подхода к созданию городской среды ориентированной именно на пешеходов. Последние два года осуществляется непрерывное строительство и реорганизация городских улиц. Наблюдается пересмотр конструктивных элементов, таких как увеличенная ширина тротуара, один уровень тротуара и пешеходного перехода, что создаёт удобство для маломобильных групп населения.

Согласно ПНСТ 247-2017 [2] на улицах с небольшой интенсивностью движения уменьшены типовые размеры дорожных знаков, с целью снижения визуального шума и поддержания внимания на архитектурной составляющей улицы. Данное нововведение не оказывает пагубного влияния на безопасность участников дорожного движения, что было апробировано в российских городах-миллионниках (Москва, Санкт-Петербург, Самара, Казань), и давно применяется в Европе. При этом нерегулируемые пешеходные переходы через четыре полосы в одном направлении до сих пор не упразднены.

Россия, в противовес Европе, только начала использовать современные разработки в области градостроительной политики, ориентированной на пешеходов и общественный транспорт. Уже сейчас заметны положительные результаты применения этих технологий, в то же время, многие аспекты планирования УДС ещё не реорганизованы.

Библиографический список

1. Кретов, М. А. Регулирование автомобилизации и автомобилепользования как элемент стратегического управления городской транспортной системой / М. А. Кретов // Экономика, управление, финансы : материалы IV Международной научной конференции. – Пермь, 2015. – С. 210-213.

2. ПНСТ 247-2017. Экспериментальные технические средства организации дорожного движения. Типоразмеры дорожных знаков. Виды и правила применения дополнительных дорожных знаков. Общие положения. – Введ. 2017-11-01. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 33 с.

Современное решение вопроса эффективного энергосбережения объектов недвижимости

Турумтаев Г.Р.

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа

В настоящее время актуальным является вопрос энергосбережения объектов недвижимости. Эффективное применение качественных теплоизоляционных материалов способствует сокращению теплотерь зданий различного назначения, и, как следствие, улучшению условий и повышению комфортности внутри помещений [1]. Снижение теплотерь являет-

ся, безусловно, особенно важным моментом для населения в связи с экономией на коммунальных платежах.

Теплопотери по отдельным конструктивным элементам здания неравномерны. Данная работа посвящена исследованиям по сокращению теплопотерь через кровлю.

Основные теплопотери на последнем этаже здания происходят через потолок и кровлю. В связи с этим в данной работе предлагается технология сокращения теплопотерь за счет утепления кровли инновационным теплоизоляционным материалом – аэрогелем. Использование аэрогеля в качестве утеплителя по сравнению с теплоизоляционными аналогами выгоднее по многим показателям, так например: аэрогель обладает низкой теплопроводностью - $0,014 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, долговечен, способен выдержать нагрузку, превосходящую его вес в 2000 раз.

Предлагается следующий состав кровельного «пирога» для рассматриваемого здания:

1. Сборная железобетонная панель, толщина $\delta_1=0,22 \text{ м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{A1}=1,04 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$;

2. Пароизоляция из рубероида, толщина $\delta_2=0,001 \text{ м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{A2}=0,17 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$;

3. Теплоизоляция Аэрогель ($\rho=40 \text{ кг/м.куб}$), коэффициент теплопроводности $\lambda_{A3}=0,014 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$;

4. Керамзитовый гравий, толщина $\delta_4=0,03 \text{ м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{A4}=0,14 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$;

5. Пленка полиэтиленовая, толщина $\delta_5=0,001 \text{ м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{A5}=0,25 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$;

6. Стяжка из цементно-песчаного раствора М150, толщина $\delta_6=0,02 \text{ м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{A6}=0,47 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$;

7. Изопласт в 2 слоя, толщина $\delta_7=0,005 \text{ м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{A7}=0,034 \text{ Вт/(м}^\circ\text{С)}$.

Для определения толщины теплоизоляционного слоя необходимо произвести теплотехнический расчет согласно СП 50.13330.2012 [2]. Температура внутреннего воздуха здания $t_{\text{int}}=20^\circ\text{С}$, влажностный режим помещения нормальный.

Базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче определяется по формуле:

$$R_{\text{тр}}^{\circ} = a \cdot \text{ГСОП} + b,$$

где a и b - коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным таблицы 3 СП 50.13330.2012 для соответствующих групп зданий.

Градусо-сутки отопительного периода определяются по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) z_{\text{от}}$$

где $t_{\text{в}}$ - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, $^\circ\text{С}$, равна 20°С ;

$t_{от}$ - средняя температура наружного воздуха, °С, для города Уфа принимается -6 °С;

$z_{от}$ - продолжительность, сут, для Уфы $z_{от}=209$ сут.

$$ГСОП=(20-(-6))209=5434 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$$

Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче для ограждающей конструкции:

$$R_{норм}^{\circ}=0,00035\cdot 5434+1,4=3,3\text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Определим необходимую толщину теплоизоляции δ_n по формуле:

$$R_{норм}^{\circ}=1/\alpha_{int}+\delta_1/\lambda_{A1}+\delta_2/\lambda_{A2}+\delta_n/\lambda_{A3}+\delta_3/\lambda_{A3}+\delta_3/\lambda_{A3}+\delta_3/\lambda_{A3}+1/\alpha_{ext}$$

где α_{int} - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²°С), $\alpha_{int}=8,7$ Вт/(м²°С);

α_{ext} - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, $\alpha_{ext}=23$ Вт/(м²°С).

По результатам теплотехнического расчета с параметрами для г. Уфа необходимая толщина аэрогеля составит 3,5 см, что намного меньше по сравнению с пенополистиролом [3]. Необходимая толщина слоя пенополистирола составляет 16 см. При данной толщине теплоизоляционного материала среднерыночная стоимость за 1 м² пенополистирола составит 1204 рубля, за 1 м² аэрогеля – 1454 рубля. Однако, увеличение стоимости утепления, произведенного из аэрогеля, по сравнению со стоимостью пенополистирольного покрытия компенсируется следующими, более высокими эксплуатационными характеристиками [4]:

- Аэрогель более долговечен, в среднем срок его эксплуатации составляет 60 лет, у пенополистирола – 35 лет;
- Аэрогель обладает гидрофобным свойством, что позволяет аэрогелю при протечке крыши и попаданию на него влаги не потерять свои свойства;
- Аэрогель способен выдерживать большие нагрузки до 0,7 Мпа, что позволяет сделать кровлю эксплуатируемой с большей надежностью от разрушений.

Как видно из данной работы, инновационный теплоизоляционный материал аэрогель обладает более высокими эксплуатационными характеристиками, чем его аналог и способен обеспечить качественное энергосбережение при эксплуатации объектов [5]. Необходимо прикладывать научный потенциал высших технических строительных заведений для продвижения аэрогеля в сфере теплоизоляционных материалов [6].

Библиографический список

1. Кузнецова, Е. В. Концептуальные основы инжиниринга качества / Е. В. Кузнецова, А. А. Шаймарданова, А. С. Болгова // Современные тенденции в экономике и финансах : сборник научных трудов по материалам

IV Всероссийской заочной научно-практической интернет-конференции. – Уфа, 2014. – С. 109-111.

2. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Москва : Минрегион России, 2012. – 139 с.

3. Кузнецова, Е. В. Экономическое обоснование применения современных теплоизоляционных материалов в строительной отрасли / Е. В. Кузнецова, Г. Р. Турумтаев, Д. В. Христюлова // Евразийский юридический журнал. – 2018. - № 11. – С. 393-394.

4. Исмагилов, С. А. Теория и практика сметного ценообразования в строительстве / С. А. Исмагилов, Е. В. Кузнецова. – Уфа : Изд-во Уфимского гос. нефтяного технического ун-та, 2007. – 85 с.

5. Решения по энергосбережению при изменении конструктивных решений объектов водоснабжение и водоотведения / В. Н. Зенцов, М. В. Асташина, Е. В. Кузнецова, В. А. Хайруллин // Интернет-журнал науковедение. – 2016. – Том 8. – № 3. – С. 28.

6. Кузнецова, Е. В. Современные требования к образовательному процессу высшей школы / Е. В. Кузнецова, С. В. Китаев, О. В. Смородова // Электронный научный журнал нефтегазовое дело. – 2016. – № 5. – С. 233-246.

Научный руководитель: Кузнецова Е.В., канд. техн. наук, доцент

Влияние полипропиленового волокна на прочность гипсовых композитов

Тюлькина А.В., Летуновская С.Н.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время улучшение потребительских качеств и функциональных свойств строительных материалов выступает одной из основных задач в строительном комплексе России. В этих условиях актуальным вопросом является недостаточная распространенность темы возможности применения в строительстве гипсовых материалов, обладающих такими качествами, как экологичность, способность к быстрому затвердеванию, достаточная огнестойкость, низкие показатели энергопотребления. Однако для широкой популяризации гипсовых композитов необходимо решить проблему низкой прочности на изгиб и на сжатие материала. Перспективным направлением решения данного вопроса является микроармирование гипсовых вяжущих веществ волокнами фибры [1].

Для исследования влияния полипропиленовой фибры на прочностные характеристики гипсовых вяжущих были использованы следующие материалы: гипс Г6-А-III и полипропиленовая фибра ВСМ-II-12 производства ООО «Си Айрлайд» длиной 12 мм (Рисунок 7), суперпластификатор «FREM NANOGIPS», основным назначением которого является снижение

водогипсового отношения и повышение прочностных характеристик получаемых гипсовых материалов, сопровождающееся регулированием сроков схватывания, снижением водопоглощения, деформационных усадок, трещиноватости, повышением водостойкости, поверхностной твердости.



Рисунок 1. Полипропиленовое фиброволокно ВСК-II-12

Варьирование процентного содержания фибры от массы вяжущего составило от 0,2% до 0,5%, количество пластификатора – 2% [2].

В качестве контрольного был выбран бездобавочный состав при водогипсовом отношении, равном 0,67 (табл.1).

Таблица 1

Характеристики контрольных образцов

Средняя плотность, кг/м ³	Прочность на изгиб, МПа	Прочность на сжатие, МПа
Без пластификатора (контрольный образец)		
1160	5,13	11,7
С пластификатором (2%)		
1540	2,81	17,12

У образцов армированного фиброй гипса определялись следующие характеристики: средняя плотность, прочность на растяжение при изгибе, прочность на сжатие. Результаты испытаний для различного процентного введения полипропиленовой фибры представлены в таблице 2.

Уменьшение прочностных характеристик на растяжение при изгибе и сжатии образцов, армированных фиброй в процентном содержании 2%, в сравнении с контрольным образцом говорит о том, что волокна могли быть неравномерно распределены в объеме гипсовой смеси, что легко решается в условиях производства.

Результаты проведенных испытаний

Средняя плотность, кг/м ³	Прочность на изгиб, МПа	Прочность на сжатие, МПа
Армирование полипропиленовой фиброй 0,2%		
1050	5,11	4,79
Полипропиленовая фибра 0,2% + пластификатор 2%		
1130	5,37	10,18
Полипропиленовая фибра 0,3% + пластификатор 2%		
1490	6,85	21,27
Полипропиленовая фибра 0,5% + пластификатор 2%		
1490	5,07	17,9

Анализ результатов проведенного эксперимента показывает, что оптимальным соотношением является армирование полипропиленовой фиброй в процентном содержании 0,3% от массы вяжущего и суперпластификатора «FREM NANOGIPS» в количестве 2% (Рисунок 2), при котором прочность образцов на растяжение при изгибе принимает значение 6,85 МПа, их средняя плотность составляет 1490 кг/м³, а прочность при сжатии составляет 21,27 МПа. Введение волокон фибры позволило повысить прочность гипсового композита на сжатие в 1,3 раза, на растяжение при изгибе на 82% по сравнению с контрольным составом.

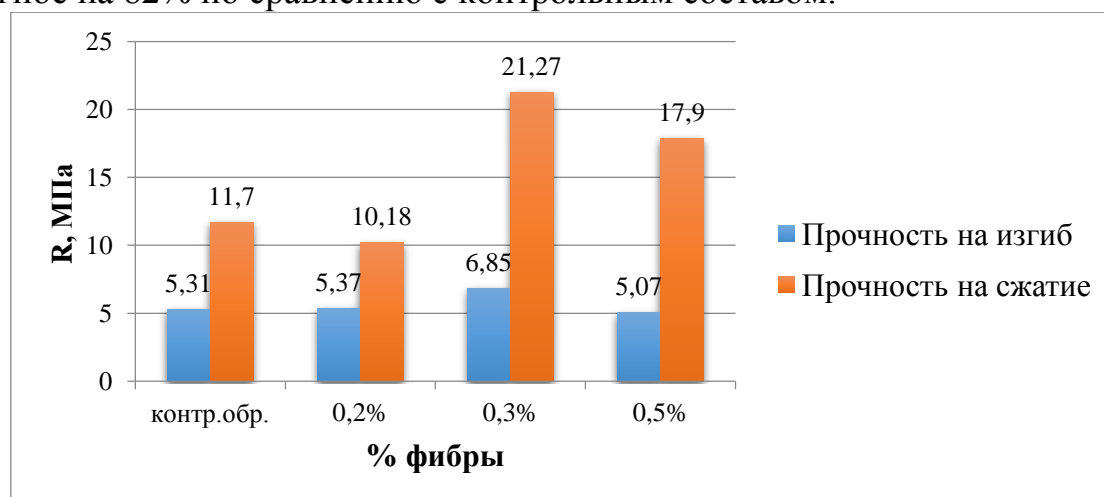


Рисунок 2. Зависимость изменения предела прочности на растяжение при изгибе и на сжатие образцов различного состава

Таким образом, в ходе проведенных исследований было доказано, что армирование фиброволокном гипсовых композитов как возможности модифицирования основных свойств материала, а именно прочности на

растяжение при изгибе и сжатии – перспективное направление развития строительной индустрии и расширения области применения изделий на основе гипсовых вяжущих.

Библиографический список

1. Рязанов, Р. Р. Дисперсно-армированные строительные композиционные материалы на основе гипсового вяжущего / Р. Р.Рязанов, Р. Х. Мухаметрахимов, В. С.Изотов // Известия КГАСУ. –2011. – № 3. – С. 145-149.
2. Соскин, М. И. Исследование влияния смешанного армирования на прочность гипсовых композитов / М. И.Соскин, А. В.Шулепова, В. А. Шаманов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 12(54). – Часть 3. – С. 180-183.

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

Влияние расширяющей добавки на свойства цементного камня

Филипенко П.В. Орлов В.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

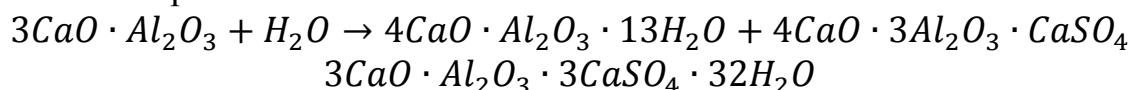
В процессе твердения бетонных композитов, вследствие проявления усадочной деформации, на поверхности конструкций может возникнуть сетка волосяных трещин, вероятность формирования которых наиболее часто диагностируется на монолитных конструкциях [1, 2].

Деформация усадки имеет несколько причин, а именно, наличие влажностных и температурных деформаций, а также деформациями, обусловленными контракцией цементного камня. Деформации бетонных конструкций с течением времени могут развиваться, что обусловлено не только температурно-влажностными деформациями, но и эксплуатационными нагрузками, поэтому на стадии производства необходимо максимально снизить величину усадочных деформаций.

На основании научных данных и патентных исследований, предопределено, что регулировать усадку нужно дополнительными компонентами, входящими в состав бетонной смеси [1, 2, 3]. Традиционные методы получения безусадочных композитов предлагают применение оксидов кальция или магния [2, 4]. Однако введение оксидных расширителей системы, может повлечь за собой ряд негативных факторов, связанных с коррозионными процессами (сульфатно-магнезиальная коррозия, коррозия выщелачивания) [4].

Более эффективно, управлять процессами усадки возможно введением расширяющихся добавок, представляющих в основном тонкоизмельченные смеси, состоящие из алюминатных, сульфоалюминатных и сульфатных компонентов. За счет физико-химических процессов с участием

гидратных новообразований и добавок происходит расширения на начальном этапе твердения [5]. Механизм расширения протекает по схеме с образованием этtringита.



Для обоснования требуемого количества расширяющейся добавки, выполнена серия экспериментов, основным объектом которых являлась цементная матрица, поскольку все процессы деформации усадки будут определяться процессами гидратации, сопровождающимися изменением объема.

В процессе эксперимента был использован Топкинский цемент ЦЕМІ-42,5Б, расширяющая добавка РД-Н производства ООО «Консолит», химико-минералогические составы и основные характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1

Химико-минералогический состав

Портландцемент ЦЕМІ-42,5Б, %							
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	SO ₃	Cl
20,52	4,59	4,26	63,72	1,83	0,82	2,90	0,015
Расширяющая добавка РД-Н							
Удельная поверхность				не менее 350 м ² /кг			
Массовая доля SO ₃				Не менее 17,0 %, не более 25,0 %			
Массовая доля Al ₂ O ₃				Не менее 19,0 %, не более 27,0 %			

Реологические характеристики цементного теста определялись по ГОСТ 310.3-76. Для определения прочностных показателей составов с различным процентным содержанием расширяющей добавки изготавливались образцы кубы размером 20x20x20 мм. Эффект расширения оценивался при помощи прибора Ле Шателье до и после кипячения образцов.

Составы, водопотребность цементного теста представлены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристики исследуемых составы

№	Цемент, г	РД-Н, %	РД-Н, г	Вода, г	НГ, %
1	300	0	0	82,0	27,3
2	300	4	12	86,0	28,6
3	300	8	24	90,5	30,2
4	300	10	30	92,0	30,6
5	300	12	36	95,5	31,8
6	300	15	45	101,0	33,6

По результатам прочности при сжатии рисунок 1, было выявлено, что в зависимости от дозировки добавки происходит изменение прочности, максимальные значения прочности достигнуты на составах 2 и 3, которые составляют 76,8 МПа и 73,1 МПа.

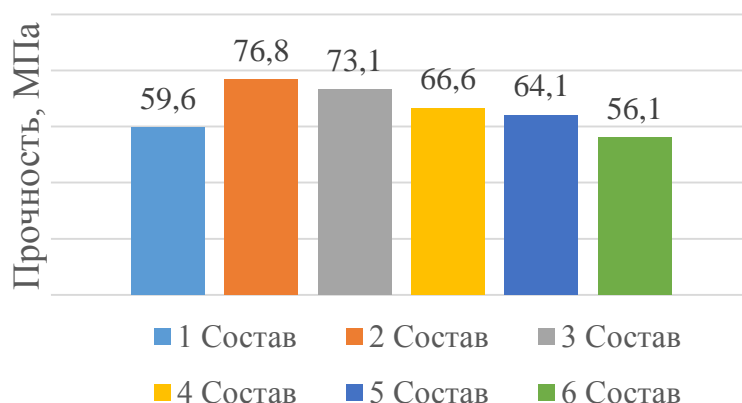


Рисунок 1. Прочность при сжатии образцов кубов 20 x 20 x 20 мм

Увеличение количества расширяющей добавки свыше 8% от массы цемента приводит к снижению прочности и при дозировках добавки 15% прочность системы, становится менее контрольного бездобавочного состава. Данные результаты обосновываются тем, что введение расширяющей добавки сопровождается ростом водопотребности системы.

Определение деформации усадки и расширение с применением кольца Ле-Шателье (рисунок 2), теста нормальной густоты при кипячении, в соответствии с ГОСТ 30744-2001 показало, что при введении 4% эффект расширения составляет 0,78 мм и 1,08 мм, соответственно. При введении воздухововлекающей добавки в качестве дополнительного компонента, эффект расширения повышается до 1,38 мм и 1,85 мм.

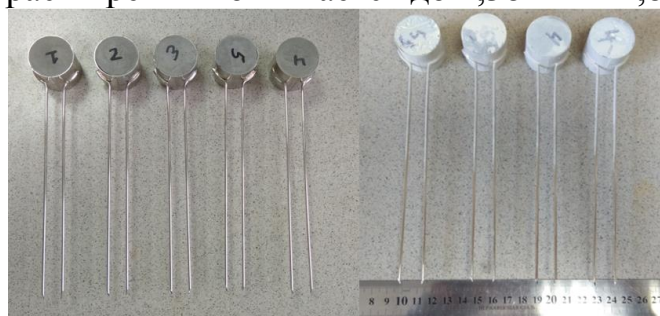


Рисунок 2. Исследуемые составы цементного камня в приборе Ле Шателье

Сравнивая эффект расширения с прочностными показателями, можно сделать вывод о целесообразности введения 4% расширяющей добавки, в случае необходимости сохранения высокой прочности, большее количество добавки увеличивает расширение цементного камня, а применение добавки свыше 8% приводит к снижению прочности.

Применение расширяющей добавки в монолитном строительстве позволит снизить деформации в процессе гидратации цементных компози-

ций, что достигается компонентами добавки, которые участвуют в реакции образования этtringита и обеспечивают расширение системы.

Библиографический список

1. Баженов, Ю. М. Технология бетона / Ю. М. Баженов. – Москва : АСВ, 2002. – 500 с.
2. Дворкин, Л. И. Специальные бетоны / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – Москва : Инфра-Инженерия, 2012. – 368 с.
3. Калиновская, Н. Н. Долговечность бетона. Анализ причин и снижения усадочных деформаций модифицированного бетона / Н. Н. Калиновская // Технология бетонов. – 2017. – № 11-12. – С. 14-17.
4. Шейкин, А. Е. Безусадочный портландцемент / А. Е. Шейкин, Т. Ю. Якуб. – Москва : Стройиздат, 1966. – 102 с.
5. Кузнецова, Т. В. Алюминатные и сульфоалюминатные цементы / Т. В. Кузнецова. – Москва : Стройиздат, 1986. – 208 с.

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

Исследование влияния микронаполнителей на реологические свойства бетонной смеси и прочность бетона

Фуфарова А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Микронаполнители в настоящее время являются одними из самых эффективных добавок в индустрии производства строительных материалов. Они используются для повышения прочности бетона, экономии цемента, а также они микроармируют образующийся искусственный камень, препятствуя распространению микротрещин при действии внешних напряжений. [1] Однако, высокодисперсные микронаполнители могут повлиять на подвижность бетонной смеси, что влечет за собой меньшую удобоукладываемость.

Целью эксперимента стало исследование влияния микронаполнителей на реологические свойства бетонной смеси и прочность бетона.

Для оценки эффективности микронаполнителей нами были использованы кварцевый песок, гранулированный шлак (Н.Тагил) и микрокремнезем на цементе ЦЕМ I 42,5 Н производства ОАО «Суходолжскцемент». Тонкость помола всех наполнителей не превышала 50 микрон. Для повышения пластичности смеси использовалась добавка *MC-Powerflow 2695*, которая вводилась в смесь с водой затворения.

Были изготовлены образцы-кубы формы (10x10x10 см) из бетонной смеси каждого состава с определённой дозировкой микронаполнителя при постоянном водоцементном соотношении.

Эффект изменения прочности бетона с микронаполнителем и контрольного состава (без добавки) оценивался по формуле:

$$\Delta R = \frac{R_{\Pi} - R_{\text{н}}}{R_{\text{н}}} \cdot 100\%$$

где: $R_{\text{н}}$ и R_{Π} – прочность образца контрольного и с микронаполнителем соответственно на 28 сутки твердения в нормальных условиях.

Результаты исследований приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1

Со- став	Микронаполнитель		До- бавка, %	ОК, см	Рсж, МПа	
	Наименование	% от массы цемента			7 сут.	28 сут.
1	Контрольный	-	0,5	15	49,4	56,1
2	Кварцевый песок	10	0,5	13	40,6	64,2
3	Кварцевый песок	20	0,5	13	31,4	44,7
4	Шлак	10	0,5	15	43,1	50,8
5	Шлак	20	0,5	15	62,2	70,8
6	Шлак	30	0,5	11,5	60,2	71,3
7	Микрокремнезем	5	0,5	5	41,7	65,2
8	Микрокремнезем	10	0,5	2	39,2	63,8

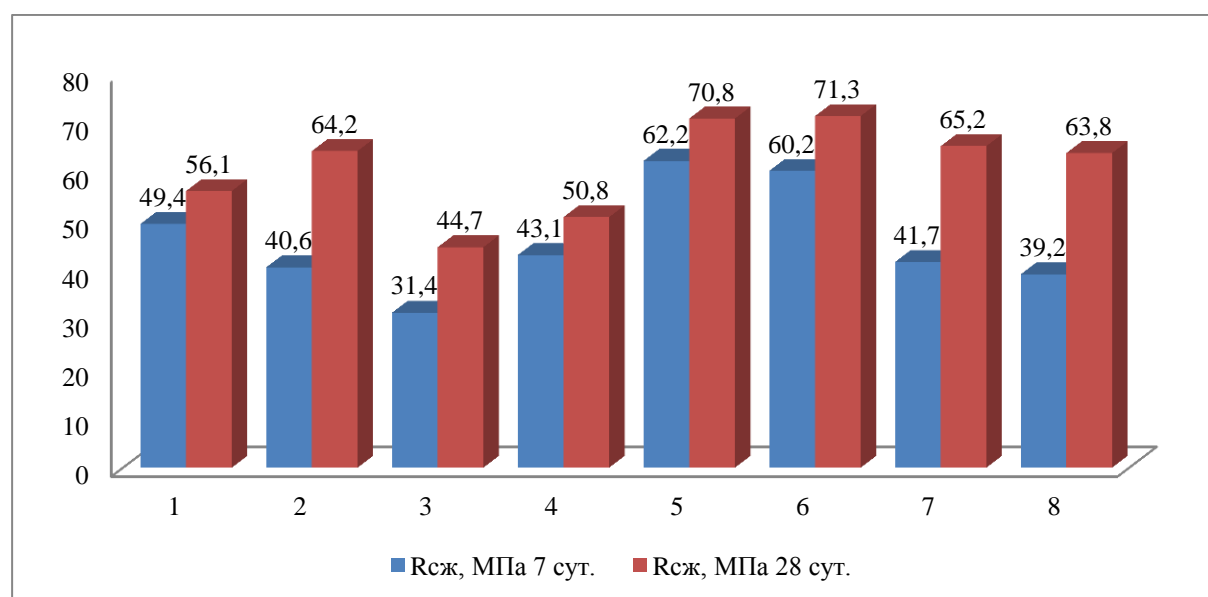


Рисунок 1. Влияние микронаполнителей на прочность при сжатии

Из приведенной диаграммы [рисунок 1] видно, что образцы со шлаком в процентном содержании 20% и 30% дали наибольшие результаты по прочности. Образцы с добавлением микрокремнезема также показали хорошие результаты по прочности на 28 сутки, однако данный микронаполнитель является высокодисперсным, что сказалось на подвижности бетонной смеси [таблица 1], а значит и на удобоукладываемости.

По полученным данным можно сделать вывод, что бетоны с добавлением микронаполнителей позволяют получать прочность на 1-2 класса

выше (В45- В50) по сравнению с контрольными образцами (В40). Также это позволяет уменьшить расход цемента, и при этом использовать отходы промышленных производств, сократив их выброс на полигоны и негативное влияние на окружающую среду.

Библиографический список

1. ГОСТ 26633-2015. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. – Введ. 2016-09-01. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 15 с.
2. Повышение свойств композиционных строительных материалов введением минеральных микронаполнителей / Г. И. Бердов [и др.] // Стройпрофи. – 2012. – N 2. – С. 26-29.

Научный руководитель: Абайдуллина Т.Н., канд. техн. наук, доцент.

Влияние пластифицирующих добавок на свойства цементного раствора

Чукомина А.Ю., Каспер Е.И.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Пластифицирующие добавки широко применяется в технологии бетонов и строительных растворов. Основным их достижением является увеличение подвижности бетонной смеси и снижение расхода цемента[1].

Механизм действия суперпластификатора заключается в том, что частицы поликарбоксилатов адсорбируются на поверхности цементных зерен и сообщают им отрицательный заряд. В результате цементные зерна взаимно отталкиваются и приводят в движение цементный раствор.

Только небольшая часть цементного зерна покрыта полимером, и свободной поверхности флоккулы цемента достаточно для доступа воды и протекания реакций гидратации [2,3].

Целью научной работы стало изучение влияния дозировок добавок *Biseal POL* и *MasterPolyHeed 3096* на физико-механические свойства цементного раствора.

Исходные материалы:

- Вяжущее – портландцемент ЦЕМ I 42,5 Н Сухоложского цементного завода;

- Кварцевый песок – ООО «Тюменьнеруд» с модулем крупности 2,2;

- Пластифицирующая добавка на поликарбоксилатной основе *Biseal POL* увеличивает текучесть смеси и её механические свойства, позволяя при этом снизить количество воды затворения. Кроме того, она способствует значительному увеличению когезии смеси и предупреждает её расслоение.

- Суперпластифицирующая добавка на основе эфиров полиарила *MasterPolyHeed 3096* позволяет получить цементные композиты с высо-

кой ранней распалубочной и отпускной прочностью; бетонные смеси отличаются высокой подвижностью при сниженном водоцементном отношении, что позволяет снизить расход цемента.

Для оценки эффективности пластифицирующих добавок были изготовлены образцы 7,07x7,07x7,07см, твердеющих при температуре 60°C в течение 16 часов. Удобоукладываемость оценивалась глубиной погружения конуса и составляла 3 см. Добавки вводились в процентах от массы цемента. Диапазон дозирования варьировался от 0,5 до 1,5%.

Оценивались следующие показатели качества бетона: прочность на сжатие и на растяжение при раскалывании, водопоглощение по массе и объёму, водоредуцирующий эффект. Результаты исследований представлены в таблице 1 и 2.

Таблица 1

Влияние пластифицирующих добавок на физические свойства цементного раствора

№ состава	Добавка		Расход воды, л/м ³	В/Ц	ΔВ, %	Плотность, кг/м ³	Водопоглощение%	
	Наимен-ие	дозировка%					по массе V _m	по объёму V _v
Контр.	-	-	270	0,54	-	2070	7,9	15,6
2.1	<i>Biseal POL</i>	0,5	235	0,47	13,0	2100	5,9	11,7
2.2		1,0	230	0,46	14,8	2100	4,8	10,0
2.3		1,5	200	0,4	26,0	2150	4,6	9,2
3.1	<i>Master PolyHeed 3096</i>	0,5	250	0,50	7,4	2090	7,0	13,9
3.2		1,0	240	0,48	11,1	2110	5,8	11,7
3.3		1,5	225	0,45	16,7	2100	5,5	10,8

Таблица 2

Влияние пластифицирующих добавок на механические свойства цементного раствора

№ состава	Добавка		Прочность на сжатие, МПа		Прирост прочности, МПа		Прочность на растяжение при раскол., МПа
	Наимен-ие	дозировка%	После ТВО	28 суток	После ТВО	28 суток	
Контр.	-	-	21,4	29,4	-	-	6,6
2.1	<i>Biseal POL</i>	0,5	25,8	34,1	20,6	16,0	6,5
2.2		1,0	30,6	37,3	43,0	26,9	6,7
2.3		1,5	33,8	42,1	57,9	43,2	7,2
3.1	<i>Master PolyHeed 3096</i>	0,5	24,9	33,6	16,4	14,3	5,8
3.2		1,0	30,2	36,9	41,1	25,5	6,0
3.3		1,5	33,1	40,5	54,7	37,8	6,6

По результатам проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы.

При введении в цементный раствор пластифицирующих добавок *Biseal POL* и *MasterPolyHeed 3096* наблюдается прирост прочности как после тепловой обработки, так и к 28 суткам. Лучшие результаты были достигнуты при оптимальной дозировке добавок 1,5%. За счет достигнутого водоредуцирующего эффекта добавок прочность на сжатие к 28 суткам достигла 42,1 и 40,5 МПа соответственно, что практически на 40% выше контрольных образцов.

В результате проведенной научной работы было выявлено, что при введении пластифицирующей добавки *Biseal POL* на поликарбонатной основе в дозировке 1,5% наблюдаются наибольшие значения прироста прочности на сжатие и на растяжение при раскалывании, а также снижение водопоглощения почти на 60% за счёт получения более плотной структуры композита.

Библиографический список

1. Баженов, Ю. М. Модифицированные высококачественные бетоны / Ю. М. Баженов, В. С. Демьянова, В. И. Калашникова. – Изд. АСВ – Москва, 2006. – 368 с.

2. Каспер, Е. А. Быстротвердеющий высокопрочный мелкозернистый бетон / Е. А. Каспер, А. И. Селезнёва, Е. И. Каспер // Нефть и газ Западной Сибири: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Тюмень, 2017. – С. 126-129.

3. Чукомина, А. Ю. Исследование влияния алюмосиликатного микронаполнителя на свойства цементного камня / А. Ю. Чукомина, Е. И. Каспер, В. А. Зайцева // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы Национ. с междунар. уч. науч.-практ. конф. – Тюмень, 2018. – Том II – С. 89-93.

Научный руководитель: Каспер Е.А., доцент

Анализ физико-химических свойств и состава ШХВО.

Шабанова Ю.Н.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Ранее [1] были разработаны пути утилизации шлама химводоочистки (далее ШХВО) Тюменской ТЭЦ-2 путем их применения в качестве компонента строительных композитов, а также самостоятельного строительного материала при устройстве автомобильных дорог. Для расширения области применения отходов, образующихся в процессе химводоочистки были определены физико-химические свойства и состав ШХВО.

Пробы ШХВО прошли испытание в анализаторе частиц *ANALYSETTE 22 NanoTek*, результаты получены путем лазерного рассеяния света после диспергирования в жидкой среде. Результаты представлены в графическом виде на рисунке 1.

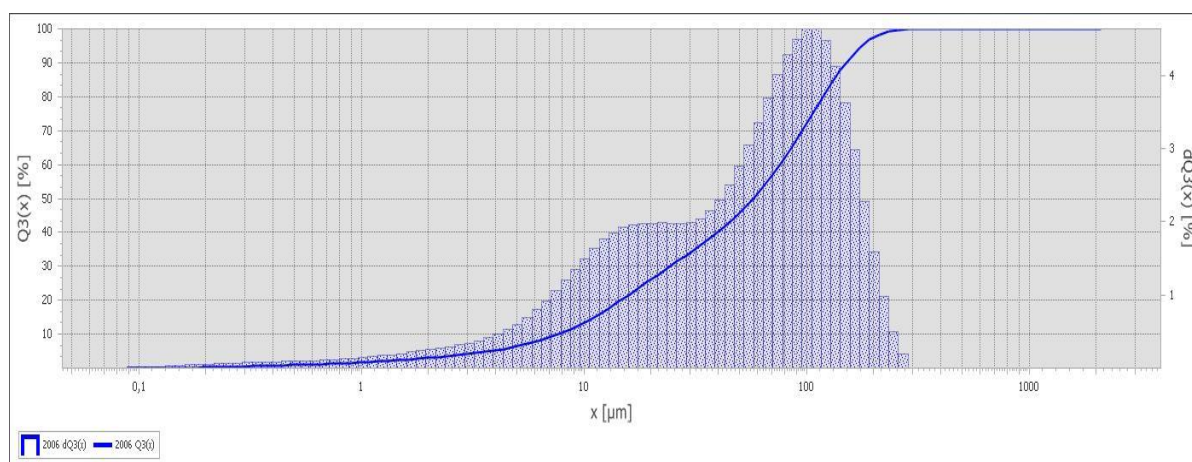


Рисунок 1. Кривая распределения размеров частиц ШХВО.

Как показали полученные результаты, размер частиц варьируется от 4 до 300 мкм, основная масса имеет размеры от 10-12 мкм до 220-230 мкм. Порошок ШХВО мелкодисперсный, пылеватый.

Был определен химический состав ШХВО при помощи рентгенофазового анализа на дифрактометре ДРОН-6 на медном аноде. Рентгенограмма представлена на рисунке 2.

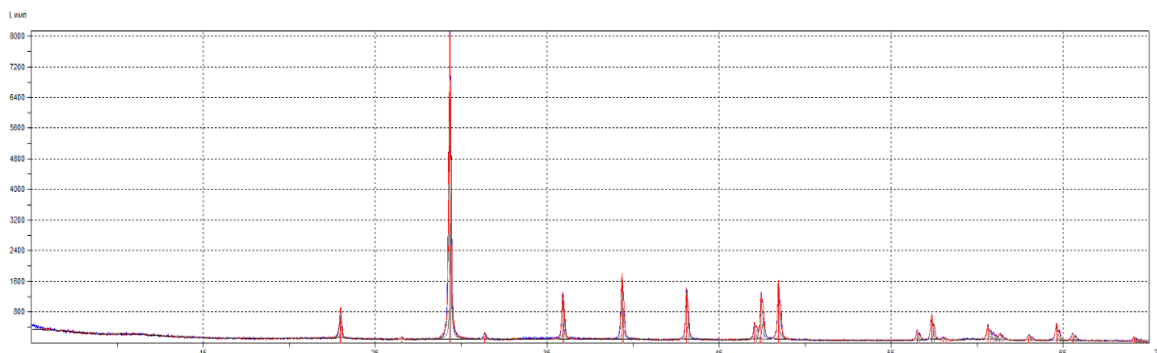


Рисунок 2. Рентгенограмма ШХВО.

По кристаллическим фазам состав представлен $CaCO_3$ - синтетическим кальцитом (карточка 5-586 в картотеке *PDF2* [2]). Также на рентгенограмме видны 2 небольших гало 10-15 и 32-37 градусов, свидетельствующие о наличии аморфной фазы соединения железа в оксидной форме (примерное количество 1-2%).

Также была определена истинная плотность, гидрофобность и *pH* ШХВО. Методика определения гидрофобности принята по ГОСТ Р 52129 [3], *pH*- по ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.33-02 [4]. Результаты определения физико-химических свойств приведены в таблице 1.

Физико-химические свойства ШХВО.

№ п/п	Свойства	Значение
1	Истинная плотность, г/см ³	1,63
2	Гидрофобность	Не обладает
3	<i>pH</i> , ед. <i>pH</i>	8,21±0,1

Анализируя полученные данные, можно предположить, что одним из наиболее перспективных путей использования ШХВО- применение в качестве активированного минерального порошка при производстве асфальтобетонных смесей. Имеются данные [5] о положительном влиянии на прочностные свойства битума добавки железного сурика (Fe_2O_3). Также широко распространена практика использования карбонатных соединений в качестве минерального порошка. Полученные данные о размерах частиц позволяют применять ШХВО в качестве структурирующего компонента асфальтового вяжущего- согласно требованиям ГОСТ Р 52129 размеры частиц находятся в диапазоне не более 1,25 мм и менее 0,071 мм. Необходимость активации порошка шлама обусловлена его гидрофильностью.

Библиографический список

1. ТУ 5745-003-7203162698-2010. Грунтобетон на основе шламов химводоочистки ОАО «Фортум». ГОУ ВПО ТюмГАСУ. –Тюмень : ТюмГАСУ, 2010. – 52 с.
2. Картоотека Powder Diffraction File-2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.icdd.com>.
3. ГОСТ Р 52129-2003. Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия (с поправкой). – Введен 2003-10-01. – Москва : Стандартинформ, 2004. – 32 с.
4. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.33-02. Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений значения водородного показателя (рН) твердых и жидких отходов производства и потребления, осадков, шламов, активного ила, донных отложений потенциометрическим методом (с изменением N 1). – Москва : Роспотребнадзор, 2017. – 16 с.
5. Пат. 2673686 С1 Российская Федерация, МПК С04В 26/26 С08L 95/00 С04В 14/30 С04В 20/10 С04В 111/20. Способ повышения прочностных свойств дорожного битума / Башкарев А. Я., Рудской А. И., владелец патента: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого". – № 2673 686; заявл. 08.09.2017; опубл. 29.11.2018.

Научный руководитель: Абайдуллина Т.Н., к.т.н., доцент.

Использование древесных отходов в производстве композитных строительных материалов на основе минерального вяжущего

Янушевская Я.Д.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Древесина – сложная система органического происхождения. Она состоит из целлюлозы, лигнина, гемицеллюлозы и небольшого количества экстрактивных веществ (таннидов, жиров, эфирных масел, органических кислот, водорастворимых сахаров, минеральных солей) [1]. Древесина как строительный материал является надёжной и экологичной, этим обусловлено большое количество деревообрабатывающих производств по всей России.

По данным за 2016 год, отходы деревообрабатывающей промышленности Тюмени составили 369 тонн (7,95% от отходов Тюмени по всем отраслям производства)[3]. Не весь объём древесных отходов утилизируется должным образом, поэтому поиск рациональных вариантов их вторичного употребления является на сегодня актуальным вопросом.

Применение в производстве строительных материалов древесного опила и стружки связано прежде всего с неоспоримыми достоинствами данной добавки[2]:

1. Экологичность. Почти все материалы данной категории экологически чисты;
2. Низкая теплопроводность. Это связано со значительным уменьшением плотности получаемого материала за счёт повышения его пористости;
3. Невысокая стоимость. Древесные частицы в основном являются отходами на деревообрабатывающих производствах;

Однако, при производстве и разработке древесных композитов на минеральном вяжущем обнаруживаются и значительные недостатки данной смеси:

1. Содержание в древесине водорастворимых сахаров затрудняет процесс гидратации цемента, что снижает его прочность;
2. Объёмные влажностные деформации (усушка и набухание частиц древесины в зависимости от атмосферных условий);

На свойства получаемых из древесных отходов материалов значительное влияние оказывает их процентное содержание и размер частиц. Экспериментально посчитанные зависимости физических и механических свойств древесных композитов на основе минерального вяжущего от процентного содержания и фракции древесных частиц представлены далее.

Для опытов использовались: опил, мелкая и крупная стружка, цемент марки 400, песок.

В ходе эксперимента были изготовлены образцы-балочки из цементно-песчаного раствора с добавлением древесного наполнителя каждого

размера в процентном содержании 1%, 2% и 3% от массы цемента, для крупной стружки были дополнительно сформованы образцы с 4% и 5% наполнителя, а также контрольный образец без наполнителя.

Плотность и теплопроводность образцов уменьшились с добавлением древесных частиц. Значительнее всего это произошло при добавлении опила среднего размера.

В ходе испытания образцов на прочность выяснилось, что при добавлении древесины образцы сначала теряли прочность на изгиб, а затем, при определённом процентном содержании набирали её до первоначального значения. Чем больше размер древесины, тем меньше образец теряет прочность при её добавлении и тем больше он набирает прочность при повышении фракции. При превышении оптимального количества древесных отходов в образце, его прочность на изгиб снова падает.

Наибольшую прочность показал образец с 3% крупной стружки, а прочность образца с 2% мелкой стружки почти не изменилась (Рисунок 1). Остальные образцы оказались менее прочными в сравнении с контрольным.

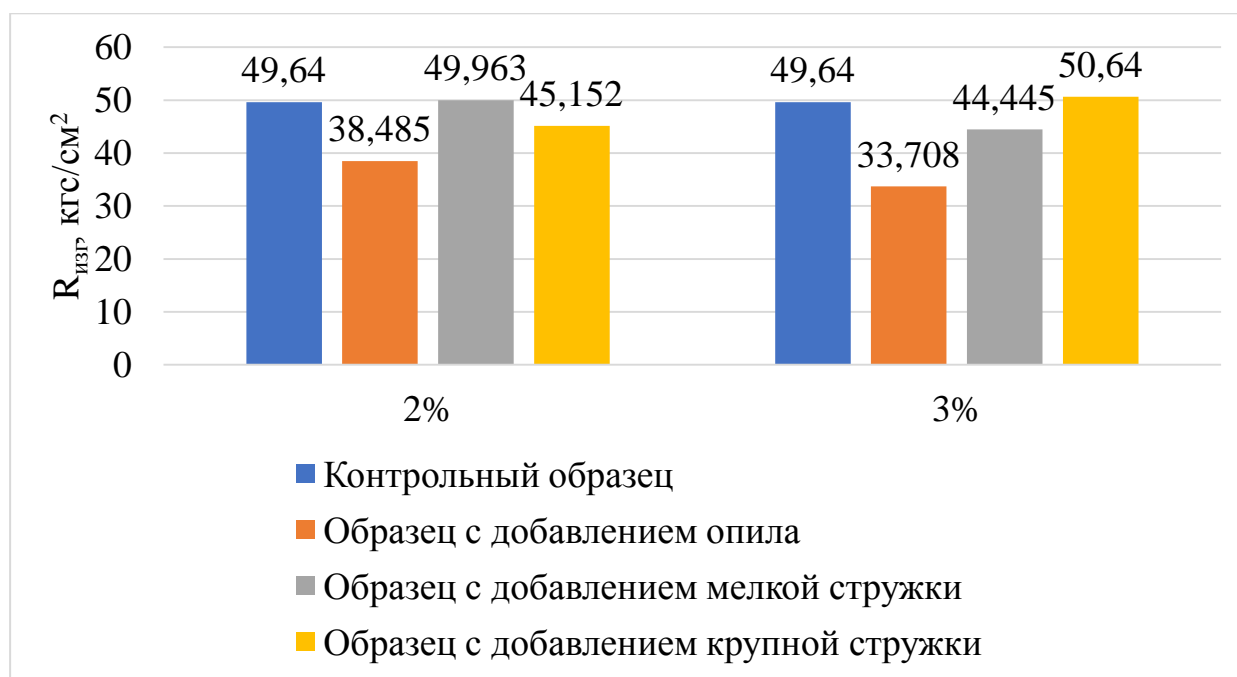


Рисунок 1. Прочность на изгиб образцов

С увеличением размера древесины увеличивается процент её содержания, при котором прочность на сжатие максимальна. Согласно опытным данным, образец с добавлением мелкой стружки имеет максимальную прочность на сжатие, достигается она при содержании 2%. При этом прочность увеличилась на 30% в сравнении с контрольной балочкой (Рисунок 2).

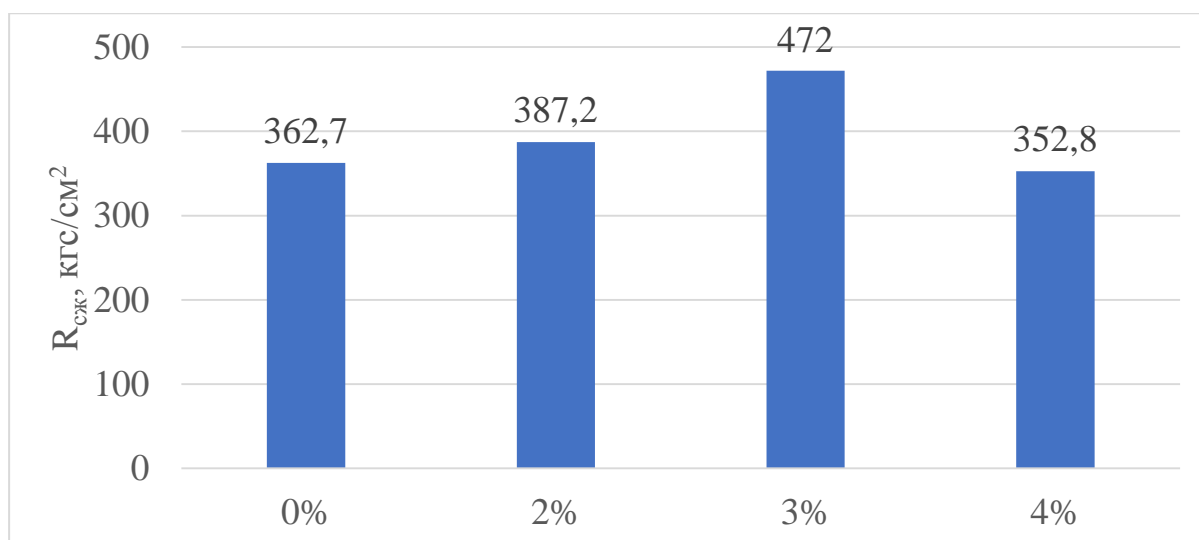


Рисунок 2. Зависимость прочности на сжатие от содержания мелкой стружки

В результате эксперимента установлено, что оптимальным является использование в древесных композитных материалах на основе цементного вяжущего мелкой стружки в количестве 2% от массы цемента. К тому же, данное их использование позволяет рационально утилизировать отходы деревообработки, удешевить производство строительных материалов, а также повысить их экологичность.

Библиографический список

1. Современные строительные композиционные материалы на основе древесных отходов / В. В. Степанов, Э. Р. Хайруллина, А. А. Гайнуллина, Т. О. Степанова // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – № 20. – С. 123-128.
2. Хасаншин, Р. Р. Древесный наполнитель и его влияние на качество композиционного материала / Р. Р. Хасаншин, П. А. Кайнов, Р. Т. Хасаншина // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – № 21. – С. 58-61.
3. Региональный кадастр отходов Тюменской области 2016 год [разраб. Департаментом недропользования и экологии Тюменской области]. – Тюмень, 2017 – 16 с.

Научный руководитель: старший преподаватель Зелиг М.П.

СЕКЦИЯ «Промышленное, гражданское и дорожное строительство»

Использование камер видеofиксации нарушений в целях определения характеристик транспортного потока

Андронов Р.В., Старец А.Д.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Настоящее время является временем интенсивного развития и применения информационных технологий в различных аспектах человеческой жизни и деятельности. В частности, в вопросах организации и управления движением, надзором за соблюдением Правил дорожного движения активно применяются видеодетекторы и камеры видеofиксации нарушений с последующей обработкой полученной информации. Все это является одним из звеньев реализации концепции «Города, удобного для жизни» [1] или т.н. «Умного города».

К видеодетекторам можно отнести комплекс «TrafiCam», применяемый для организации автоматизированной системы управления движением в городах, организации адаптивного регулирования на пересечениях и др. Функцию видеofиксации выполняют комплексы «Одиссей», АФТС, «Азимут-2», «Автоураган-ВСМ»; которые находятся в ведении ГИБДД и формально только используются в области надзора над дорожным движением. Данные камеры обширно представлены на УДС г. Тюмени и установлены практически на всех регулируемых пересечениях магистральных улиц города и подъездах к нему.

Но на наш взгляд спектр применения данных камер может быть очень широк, т.к. камеры видеofиксации нарушений фиксируют практически всю информацию (рисунок 1) о транспортных средствах. При дальнейшей ее обработке, (технологии Big Data) без публичного использования конфиденциальной информации, это позволяет получить информацию об интенсивности движения, скорости транспортных средств, составе транспортного потока, проценте транзитного движения, интервалах между автомобилями и, косвенно, о задержках транспортных средств.



Рисунок 1. Процесс видеofиксации транспортных средств в ночное и дневное время суток

Экспортированные в программу «Эксель» данные с камер видеофиксации

Дата, время	ГРЗ	Канал	Скорость, км/ч
22.09.2018 4:02:46	Авто 1	1	22
22.09.2018 4:04:55	Авто 2	1	25
22.09.2018 4:06:04	Авто 3	1	26
22.09.2018 4:07:17	Авто 4	1	27
22.09.2018 4:10:01	Авто 5	1	28
22.09.2018 4:11:43	Авто 6	2	56
22.09.2018 4:22:26	Авто 7	2	51
22.09.2018 4:30:15	Авто 8	2	48

Например, при снятии информации с камер видеофиксации, установленных на одном из пересечений улиц г. Тюмени за 22.09.18 г., авторами были получены следующие данные (рисунок 2): интенсивность и средняя скорость движения по времени суток, распределение интервалов между транспортными средствами и рассмотрен вопрос о применении необходимых математических распределений для описания транспортного потока [2].

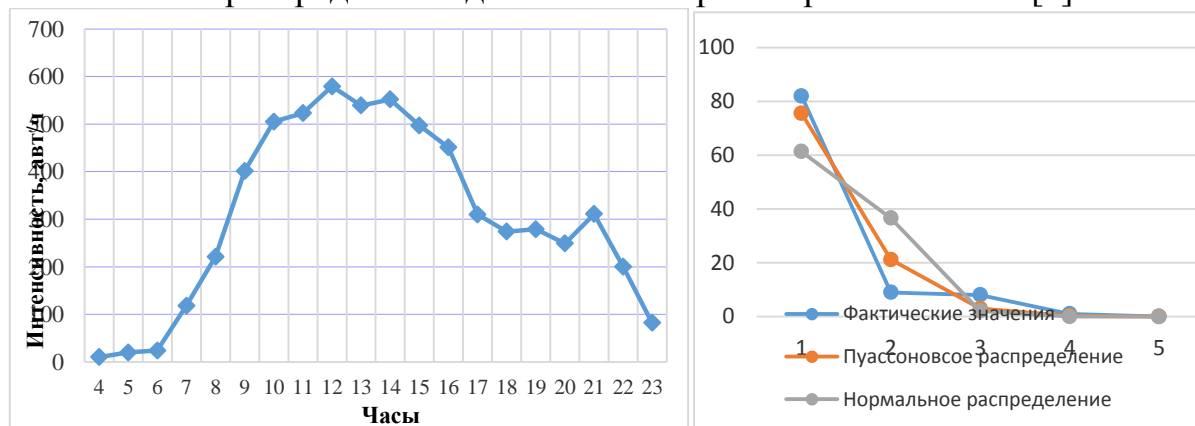


Рисунок 2 Пример статистического анализа данных по транспортному потоку (интенсивности движения и распределению интервалов между автомобилями)

Все вышеописанное позволяет сделать вывод о необходимости использования существующих систем видеофиксации в плане мониторинга не только нарушений Правил дорожного движения, но и анализа состояния и динамики транспортного потока с последующими рекомендациями по организации дорожного движения и совершенствования объектов улично-дорожной сети.

Библиографический список

1. . Транспорт в городах, удобных для жизни / Вукан, В. Вучик. – Москва :Территория будущего, 2011 – 413 с.

2. Анализ статистических закономерностей движения транспортных потоков для целей моделирования дорожного движения / Р. В. Андронов, Е. Э. Леверенц, А. Д. Старец, П. П. Хомяков // Организация и безопасность дорожного движения : сборник XII Национальной научно-практической конференции с международным участием. Т. II. – Тюмень, 2019. – С. 245-248.

Научный руководитель: Андронов Р.В., канд. техн. наук, доцент.

К вопросу о расчете перераспределения транспортного потока при реконструкции отдельных объектов улично-дорожной сети

Андронов Р.В., Кривошеин Р.С, Буй П.Г.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Номенклатура улично-дорожной сети такого крупного города как г. Тюмень представляет собой почти полный набор из улиц и дорог всех представленных в [1] категорий, от магистральных дорог скоростного движения до улиц местного значения в жилой застройке. Важной особенностью является то, что в 90-е и 2000-е годы в г. Тюмени наблюдалось сильное отставание развития УДС от роста автомобилизации. Это выразилось в общем недостаточном количестве развязок в разных уровнях и практически полном отсутствии таких важных для образования каркаса города категорий улиц и дорог, как дорог скоростного движения и улиц непрерывного движения. Все это приводило к заторам транспортных потоков и непроизводительным затратам времени транспорта и пассажиров [2].

Только в последние годы ситуация стала меняться в лучшую сторону. Стали строиться развязки в разных уровнях на магистральных улицах и формироваться окружная дорога по принципу магистрали скоростного движения.

Для обоснования строительства и реконструкции объектов УДС существуют методики, обосновывающие появление таких объектов на основании принципов минимума суммарных приведенных затрат [2,3,4]. При этом предполагается, что очередность строительства и переустройства объектов зависят от масштабов потерь пользователей на объектах УДС.

Не оспаривая правильность предварительного заключения о масштабах потерь, можно добавить существенный момент – при появлении новой развязки в разных уровнях или реконструкции существующего пересечения с переводом в развязку изменится общая картина транспортных потоков в районе тяготения, что привлечет дополнительный транспорт к развязке и прилегающим узлам. Это может создать перегрузку элементов УДС и некоторые трудности при их проезде. Поэтому необходимо применять системный подход при совершенствовании УДС и отдельных ее объектов и учитывать возможное перераспределение транспортных потоков в результате управляющих воздействий.

УДС крупного города является сбалансированной системой, находящейся в равновесии, и изменение отдельных параметров или конфигурации узлов на УДС изменяет и саму систему, и заставляет войти ее в новое состояние равновесия. Дополнительно на ситуацию влияет и масштаб изменений. Можно выделить *макромасштаб* (в размерах крупного района города или всего города) и *микромасштаб* (в размерах сети пересечений или отдельных городских кварталов).

На наш взгляд можно выделить несколько способов расчета возможного изменения интенсивности движения при перераспределении транспортных потоков.

Прогнозирование интенсивности движения и ее изменения может рассчитываться согласно «Руководству прогнозирования интенсивности движения» [5]. При этом понадобятся масштабные исследования транспортных (пассажирских и грузовых) корреспонденций, которые будут делиться на трудовые, обучающиеся, рекреационные. Возникнет необходимость построения матрицы корреспонденций с последующим прогнозом интенсивности движения. Данный метод при всей его громоздкости является довольно эффективным, но имеет существенный недостаток – при работе на существующей улично-дорожной сети может возникнуть дефицит пропускной способности, что повлечет за собой фактическое уменьшение интенсивности движения, увеличение времени передвижения и дополнительное перераспределение потоков на основе этого фактора.

Методы построения матрицы корреспонденций широко используются программами транспортного моделирования, такими, например, как PTV Visum. Данный комплекс позволяет создавать математические транспортные модели, с помощью которых оценивают предлагаемые решения по развитию транспортных систем городов, мегаполисов, стран и регионов. Также программа дополняется программами расчета транспортного спроса. Также в таких программных комплексах широко используется т.н. гидродинамическая модель транспортного потока.

Программы транспортного моделирования являются удобным инструментом для выполнения точных расчетов по транспортному спросу и предложению и прогнозированию изменений интенсивности движения, но имеют один недостаток – высокую стоимость, особенно в полном комплекте со всеми модулями.

Для выполнения укрупненных расчетов по предлагаемому перераспределению транспортных потоков также подходят методы исследования операций [7], которые включают методы линейного программирования, сетевого планирования, экстремального анализа, теории игр и принятия решений и др.

На наш взгляд из большого набора методов исследования операций для решения вопросов поиска оптимального маршрута пригодились бы ал-

горитмы нахождения максимального потока минимальной стоимости, поиска кратчайшего расстояния и транспортная модель.

При прогнозировании перераспределения потоков в результате реконструкции объектов улично-дорожной сети водители транспортных средств выбирали бы оптимальный маршрут достижения конечной цели маршрута либо по времени, либо по кратчайшему расстоянию.

Главной особенностью рассмотрения возможности применения указанных алгоритмов будет являться то, что расчеты не будут единичными (рекуррентными) с получением какого-либо единого результата, а с выполнением множества промежуточных итераций (динамическое программирование), которые будут состоять из следующих блоков:

- 1) задание спроса и пропускной способности участков улиц;
- 2) выбор оптимального маршрута исходя из кратчайшего расстояния;
- 3) реализация транспортного спроса на улично-дорожной сети;
- 4) расчёт загрузки участков УДС и пересечений;
- 5) перерасчет транспортного потока по критерию наименьшего времени достижения цели маршрута.

Библиографический список

1. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений: СП 42.13330.2016. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89. – Введ. 2017-07-01. – Москва : Минстрой России, 2016. – 98 с.
2. Андронов, Р. В. Моделирование очередей на регулируемых пересечениях улично-дорожной сети крупного города в условиях плотного транспортного потока : дис. ... канд. техн. наук / Р. В. Андронов; ТИУ. – Тюмень, 2007. – 187 с.
3. Фишельсон, М. С. Транспортная планировка городов / М. С. Фишельсон. – Москва : Высшая школа, 1985. – 239 с.
4. Указания по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительство и реконструкцию автомобильных дорог: ВСН 21-83. – Москва : Минавтодор, 1985. – 122 с.
5. Руководство по прогнозированию интенсивности движения на автомобильных дорогах. – Москва : Минтранс РФ, 2003. – 67 с.
6. Черепанов, В. А. Транспорт в планировке городов : учебник для вузов / В. А. Черепанов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Стройиздат, 1981. – 216 с.
7. Таха, Х. Введение в исследование операций / Х. Таха : в 2-х книгах.; пер. с англ. – Москва : Мир, 1985. – Кн. 1 - 479 с. Кн. 2, - 496 с.

Научный руководитель: Андронов Р.В., канд. техн. наук, доцент.

Исследование работы водопропускных труб в дорожных насыпях в условиях сурового климата

Апостолов К.П.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Моделирование теплового режима водопропускной трубы в программном комплексе QFrost.

Было проведено моделирование с целью исследования влияния на многолетнемерзлые грунты теплового потока, возникающего от пропуска талых вод через тело водопропускной трубы в теплый период года.

В качестве утеплителя в расчетной модели был применен слой пенопласта толщиной 50 мм. Воздействие внешних факторов было учтено соответствующими граничными условиями второго и третьего рода. Расчет значений теплового потока воды был произведен в программном комплексе Elcut.

Результаты проведенного расчета сроком на 25 лет говорят нам о том, что представленный программный комплекс не может учесть охлаждающее влияние вышележащей конструкции дорожной одежды в зимний период и растепляющее в летний не могут быть учтены, так как между ней и нижней поверхностью водопропускной трубы находится слой воздуха мощностью 1,5 метра, выступающий в роли теплоизолятора, рисунок 1.

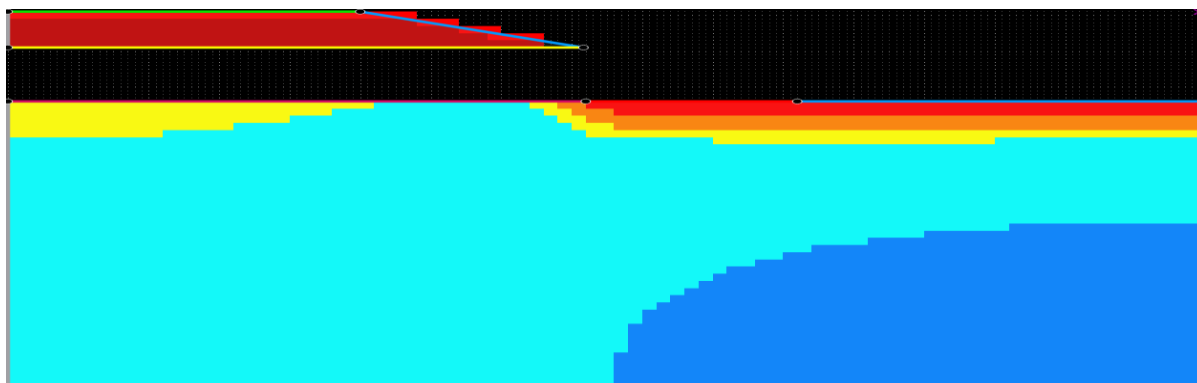


Рисунок 1. Температура грунтов в QFrost

По этой причине было принято решение провести дальнейшее моделирование в программном комплексе Frost 3D Universal, в котором это воздействие можно учесть, а также более детально проработан способ задания граничных условий.

После проведения всех стадий подготовки на расчет была отправлена модель с водопропускной трубой без каких-либо теплоизоляционных материалов, результаты моделирования, представленные на рисунке 2, говорят о том, что мощность деятельного слоя под центральной частью водопропускной трубы почти на 50% больше, чем в районе оголовков, что подтверждается натурными обследованиями водопропускных труб.

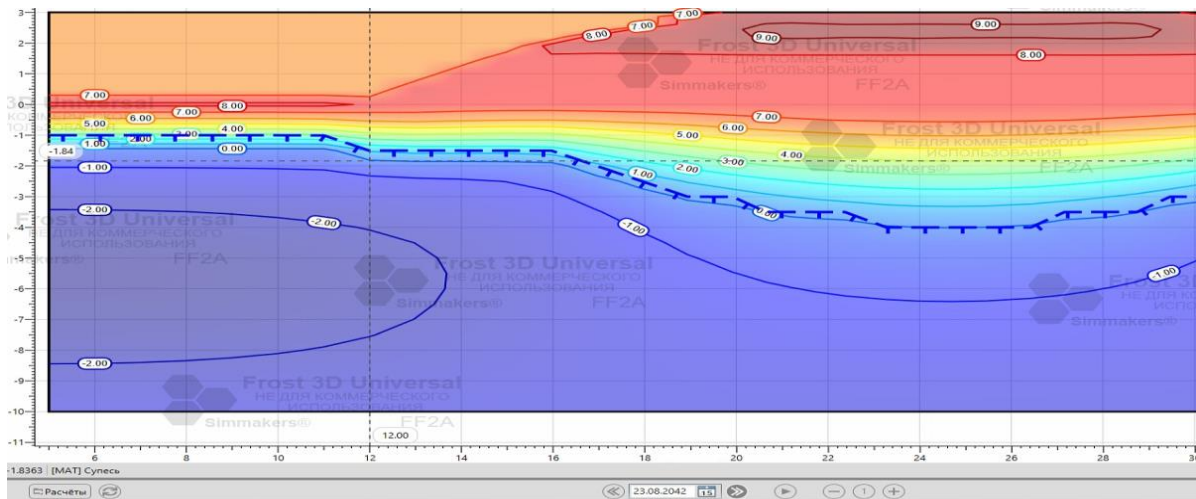


Рисунок 2. Температура грунтов в Frost 3D Universal

Дальнейшие опыты показали, что ключевой характеристикой для обеспечения деятельного слоя необходимой мощности является Теплопроводность λ . Также было принято решение для дальнейших исследований принять материал “ДиатомИК” исходя из следующих соображений: он по своей теплопроводности практически не уступает “Пеностеклу”, производится непосредственно в Новом Уренгое и “ДиатомИК” дешевле “Пеностекла”.

В результате были определены оптимальные геометрические параметры теплоизоляционного слоя “ДиатомИК” в дорожной конструкции с водопропускной трубой, по второму принципу проектирования для малоольдистого и малопросадочного супесчаного грунта с относительной осадкой при оттаивании и льдистости 0.04 д.е, согласно [2] ориентировочное значение допустимой осадки для асфальтобетонного покрытия автомобильной дороги составило 4 см, следовательно, необходимо добиться величины деятельного слоя, не превышающей 1 м.

Полученная конструкция с учетом оптимизации, позволившая добиться толщины деятельного слоя 0.99 м под центром трубы и 0.91 под оголовками, представлена на рисунке 3.

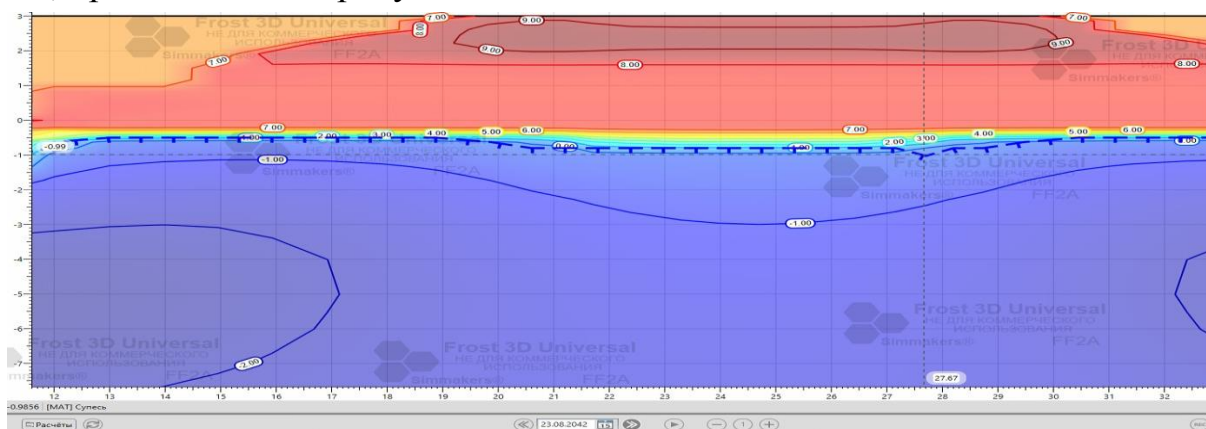
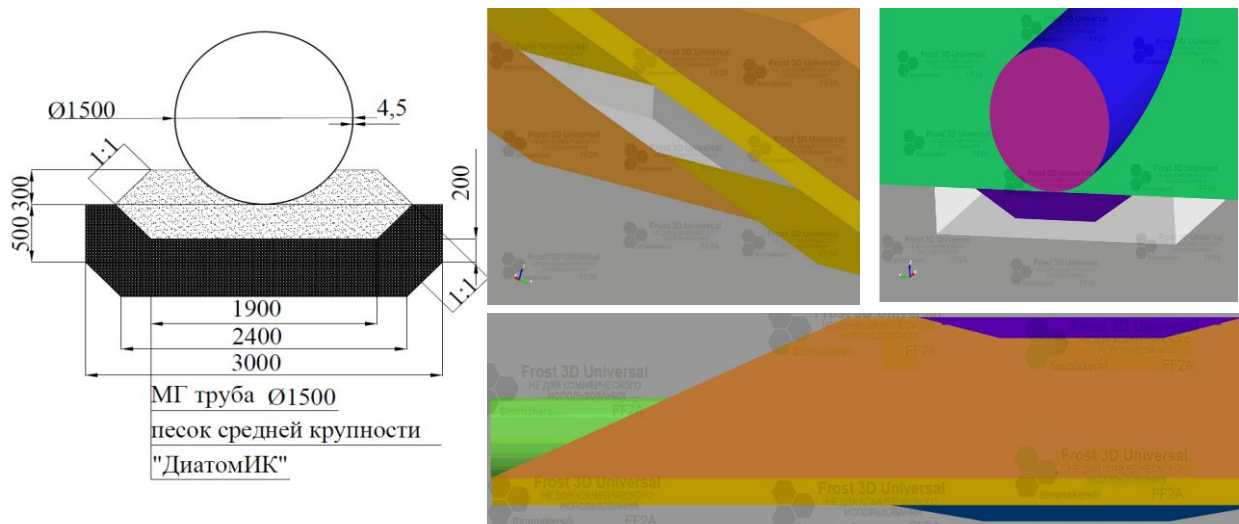


Рисунок 3. Температура грунтов с применением “ДиатомИК”

Данная конструкция представлена на рисунках 4, 5, 6, 7.



Рисунки 4,5,6,7. Общий вид предложенной конструкции

На основании проведенных исследований можно сделать следующие заключения:

- Разработанная экспериментальным путем, конструкция ограничивает осадку в течении всего срока службы автомобильной дороги с водопропускной трубой в допустимом диапазоне;
- Ключевой характеристикой, определяющей эффективность применяемого теплоизоляционного материала является коэффициент теплопроводности;
- Определили, что для получения корректных результатов расчета в программном комплексе Frost 3D Universal необходимо выполнить точную калибровку всех параметров граничных условий модели;
- Выявлена наиболее эффективная конструкция с точки зрения объема необходимого теплоизоляционного материала "ДиатомИК", который составил 27.5 м^3 ;
- Выявлено, что программный комплекс QFrost в связи с реализуемой в нем задачей в двухмерной системе координат не способен корректно оценить всю совокупность воздействий, оказываемых на грунты основания для конструкции с водопропускной трубой.

Библиографический список

1. Материал «ДиатомИК» теплоизоляционный гранулированный. Технические условия: СТО 90903792.001–2015: утв. и введ. ООО «ТИП-ИК-1» 14.08.2015. – Тюмень, 2015. – 20 с.
2. ВСН 84-89. Ведомственные строительные нормы. Изыскания, проектирование и строительство автомобильных дорог в районах распространения вечной мерзлоты. – Взамен ВСН 84-75; – введ. 1989-30-03. – Москва : Союздорнии, 1990. – 177 с.

Научный руководитель: Краев А.Н., канд. техн. наук, доцент.

Применение грунтовой обоймы арочного типа при строительстве нефтепромысловых автомобильных дорог

Баева П.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Нефтегазовые месторождения на территории Тюменской области осваиваются высокими темпами. Необходимой частью освоения месторождений является строительство нефтепромысловых дорог, которые соединяют их между собой и с "большой землей". Грунтово-геологические условия усложняют строительство тем, что более 70% территории занимают торфяно-болотные почвы. Поэтому типовые решения [1] не могут применяться на каждом объекте. Для вновь осваиваемых месторождений актуально проектирование и строительство дорог по индивидуальным подходам, что требуют новых подходов с использованием современных материалов, способствующих оптимизации процессов строительства, сокращению приведенных затрат, повышению качества объектов.

Опыт кафедры автомобильных дорог и аэродромов в области конструкций земляного полотна на болотах [2,3] является хорошим "фундаментом" для разработки новых, более эффективных конструкций.

Автором статьи предлагается использовать конструкцию земляного полотна арочного типа с использованием геосинтетического материала для большего эффекта, которая представлена на рисунке 1.

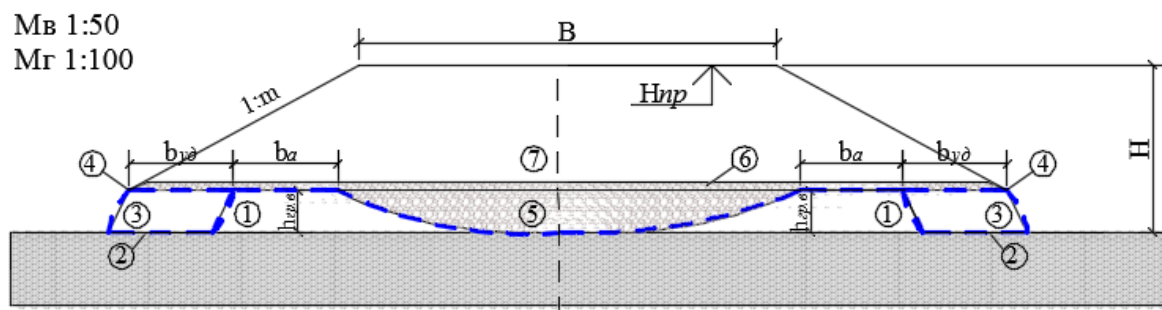


Рисунок 1. Схема грунтовой обоймы арочного типа:

- 1 – грунтовые валики для создания профиля арки, 2,4 – геосинтетический материал, 3 – сдерживающие (фиксирующие) грунтовые валики, 5 – первый защитный слой, 6 – второй защитный слой, 7 – основная часть насыпи

Главной особенностью предлагаемой конструкции является то, что создавая обойму арочного типа, вертикальная нагрузка, приходящаяся на обойму от грунтовой насыпи, частично трансформируется в горизонтальную составляющую и тем самым уменьшается давление на слабое основание.

Для подтверждения применимости предлагаемой конструкции на реальных объектах автором была предварительно разработана технология ее

устройства. В соответствии с которой, создание конструкции предполагается выполнить в 6 этапов.

На первом этапе (Рисунок 2) на торфяное основание по краям подошвы насыпи, отсыпают грунтовые валики для создания профиля арки. Работы проводятся бульдозером методом "от себя". При выполнении работ на замороженное основание (зимний период) возможно выполнение работ методом "на себя".

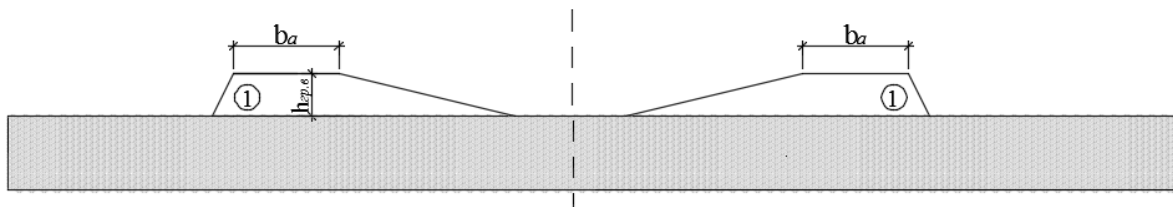


Рисунок 2. Первый этап возведения конструкции

На втором этапе (Рисунок 3) перпендикулярно оси насыпи раскатывают полотна геоткани, на ширину подошвы насыпи с запасом на откосную часть обоймы, в каждую сторону. Смежные полотна должны раскатываться с перекрытием на величину не менее 0,3-0,4 м.

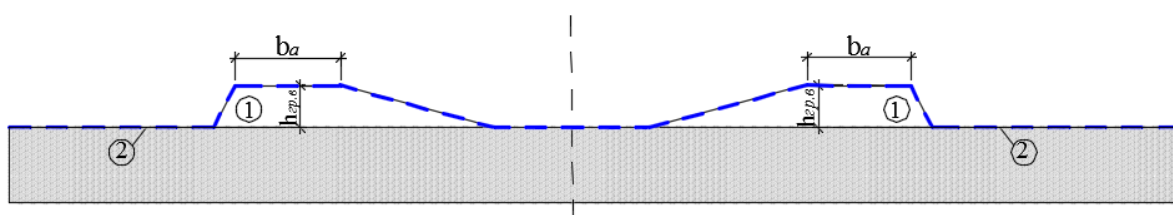


Рисунок 3. Второй этап возведения конструкции

На следующем этапе (Рисунок 4) формируются сдерживающие (фиксирующие) грунтовые обоймы. Работы проводятся аналогично работам по созданию грунтовых валиков для создания профиля арки. Ширина валика обуславливается техническими характеристиками дорожно-строительной техники.

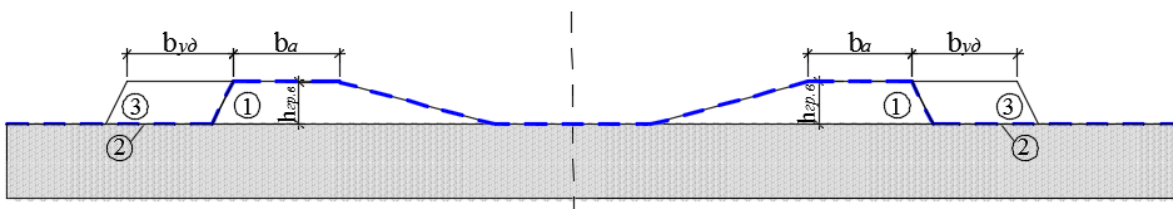


Рисунок 4. Третий этап возведения конструкции

Затем происходит формирование арочной конструкции (Рисунок 5): края геоткани, огибая грунтовые обоймы, заводят наверх, где укладывая внахлест, производят их спайку с применением газовых горелок.

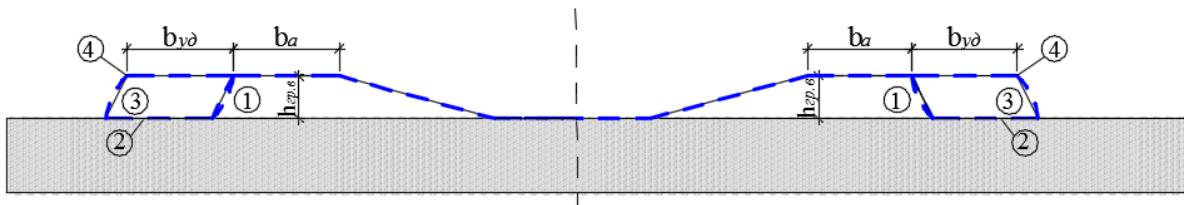


Рисунок 5. Четвертый этап возведения конструкции

После чего (Рисунок 6) происходит отсыпка и уплотнение первого слоя с возможным использованием некондиционных переувлажненных грунтов методом "от себя".

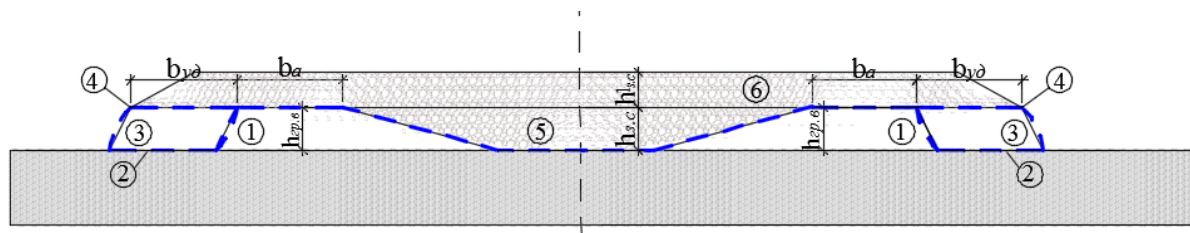


Рисунок 6. 5 и 6 этапы возведения конструкции

Последующие работы по созданию верхней части земляного полотна проводятся по существующим правилам строительства. Разработанная предварительная технология не предполагает применение дополнительной дорожно-строительной техники, что позволит внедрить данную конструкцию на производстве.

Библиографический список

1. ВСН 26-90. Проектирование и строительство автомобильных дорог нефтяных и газовых промыслов Западной Сибири. – Москва : ФГУП СоюздорНИИ, 1991. – 96 с.
2. Стешенцева, Е. В. Применение лежневой опорной обоймы при строительстве нефтепромысловых автомобильных дорог / Е. В. Стешенцева, П. А. Баева // Новые технологии - нефтегазовому региону : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Тюмень, 2018. – С. 283-286.
3. Инновационные методы строительства земляного полотна автомобильных дорог на заболоченных территориях / А. Н. Шуваев [и др.] // Актуальные вопросы проектирования автомобильных дорог : сборник научных трудов ОАО ГИПРОДОРНИИ. – Тюмень, 2013. – Т. 63, № 4. – С. 190-197.

Научный руководитель: Куюков С.А., канд. техн. наук, доцент.

Допуски СРО для персонала службы заказчика-застройщика

Баисов М.У.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Отрасль строительства, как одна из самых технически сложных, требует под собой большое количество элементов реализации, как, например, рабочая документация, календарный график работ, проектная документация и многое другое, что позволяет организовать синергию процессов, чтобы впоследствии получилась грамотная реализация строительного проекта. Также одним из ключевых сегментов в строительстве является допуск саморегулируемых организаций (СРО). Говоря в общем о том, что он из себя представляет, отметим, что это свидетельство, выданное СРО, которое официально предоставляет разрешение на выполнение тех или иных строительных работ, причем регуляция их происходит посредством стандартов саморегулируемой организации. Именно СРО является триггером развития строительной отрасли, исполняя не только контрольно-надзорную функцию над строительными фирмами [5].

Строительство, как сегмент хозяйственной сферы промышленности, предполагает большой уровень ответственности, так как если строительный проект будет реализован неграмотно и с ошибками, это повлияет на уровень безопасности объектов. Именно поэтому спектр деятельности, для которой необходимо получить допуск СРО, относится к строительству, проектированию и инженерному изысканию. Не секрет, что в РФ имеются незаконные постройки, а по подсчетам специалистов государство теряет триллион рублей ежегодно на «черном» строительстве [4], поэтому если для проведения работ необходим допуск СРО, а компания или частный предприниматель не вступили в СРО, не получая необходимого разрешения, законом предусмотрена следующая ответственность [2]:

1. Административная.

Если в ходе проведения строительных работ не был получен доступ СРО, что значительно влияет на характер безопасности возведения здания, штраф может составлять до 50 тыс. рублей;

2. Уголовная.

Если в ходе реализации строительного объекта без допуска СРО случилась чрезвычайная ситуация или был причинен вред жизни или здоровью, то лицо, ответственное за проект и являющееся его руководителем, понесет уголовную ответственность за это вплоть до лишения свободы на срок в зависимости от тяжести происшествия;

3. Ликвидация предприятия.

Если юридическое лицо систематически оказывало строительные услуги без допуска СРО, оно может быть ликвидировано посредством решения суда.

Но всё же стоит отметить, что не на все виды строительных работ требуется допуск СРО. Это зависит от сложности выполняемых работ и от того, являются ли планируемые к реализации сооружения капитальными или нет. К примеру, допуск СРО не требуется для выполнения следующих видов строительных работ (ч. 17 ст. 51 Градостроительного кодекса РФ) [1]:

1. Капитальный ремонт объектов капитального строительства;
2. Строительство и реконструкция гаража на земельном участке для физического лица, у которого нет притязаний на эту землю в качестве использования её под предпринимательскую деятельность;
3. Строительство и реконструкция буровых скважин;
4. Малярные и штукатурные работы;
5. Геодезический контроль за проведением измерений и др.

Однако правовая сторона рассматриваемого вопроса не стоит на месте, поэтому с 1 июля 2017 года в сфере допуска СРО в строительстве произошли значительные изменения, которые выразились в следующем [3]:

1. Требование допусков СРО незаконно для участников закупки, так как они по новым правилам не действуют в рамках выполнения работ, влияющих на безопасность объектов капитальных сооружений [6];

2. Если предполагается выполнение проектно-изыскательских работ, тогда абсолютно все участники закупок должны быть членами саморегулируемой организации, а исключение может быть сделано лишь для некоторых категорий предприятий в соответствии со ст. 47 и 48 Градостроительного кодекса РФ;

3. Саморегулируемые организации теперь имеют право защищать интересы своих членов, если заказчик подаст иск о неисполнении или ненадлежащем исполнении ими своих обязательств.

Если говорить в общем о нововведениях в области допуска СРО для персонала заказчика, то здесь он необходим тем компаниям и индивидуальным предпринимателям, которые заключают контракты на стоимость свыше 3 млн. рублей, а также если их конъюнктура деятельности затрагивает тендеры, госзаказы или различного характера муниципальные договора. Более того, важно отметить, что теперь члены СРО получают официальный доступ к проведению работ в любых сферах строительной деятельности, в том числе и в работе на опасных объектах атомной энергетики [3].

Таким образом, можно сделать вывод, что допуск СРО – это свидетельство, выданное саморегулируемой организацией о разрешении и допуске к проведению определенных видов работ, однако в 2017 году произошла реформа данного элемента строительной отрасли, после чего, исходя из законодательных поправок, отменяется лицензирование на проведение изыскательных, строительных и проектных работ определенной категории, однако по-прежнему для того, чтобы реализовать тот или иной

строительный объект, строительным компаниям необходимо членство в СРО, если это предполагает выполнение проекта.

Библиографический список

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации : офиц. текст. – Москва : Эксмо, 2019. – 288 с.
2. Допуск СРО для заказчика [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://sro-status.ru/dopusk-sro-dlya-zakazchika/>.
3. Отмена допусков СРО с 1 июля 2017 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_218186/.
4. Потери России на «черном» строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ardexpert.ru/article/13460>.
5. Ширшиков, Б. Ф. Организация, управление и планирование в строительстве: учебник / Б. Ф. Ширшиков. – Москва : АСВ, 2016. – 528 с.
6. Труфанова, В. А. Проведение технического аудита подрядчика на выполнение строительно-монтажных работ для объектов обустройства, как гарантия исполнения обязательств по договору / В. А. Труфанова, А. Н. Коркишко // Юридический мир. – 2017. – № 2 (241). – С. 60-36.

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

Организационно-управленческие аспекты проекта капитального ремонта автомобильной дороги р-404

Бакиев Р.М.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Целью работы является изучение основных организационно-управленческих аспектов проекта с последующей разработкой организационной структуры проекта на основе полученных знаний.

Качество управления проектом во многом зависит от принятой организационной структуры. Организационная структура проекта – это совокупность взаимоотношений между участниками проекта. На основе организационной структуры выстраивается иерархичность отношений между участниками проекта, а также устанавливаются их обязанности при выполнении проекта. Различают несколько основных организационных структур.

Управление проектом реализует заказчик. В рамках данной организационной структуры заказчик выполняет часть комплекса работ своими силами, а для выполнения остальных работ привлекаются сторонние подрядные организации.

Управление проектом реализует генеральный подрядчик. В этом случае заказчик передает функции по управлению проектом генеральному подрядчику, оставляя за собой только контроль промежуточных и конеч-

ных результатов. Разработка проекта осуществляется силами генерального подрядчика, либо привлеченными на временной основе подрядными организациями.

Управление проектом реализует специализированная управляющая фирма. Заказчик передает функции управления проектом управляющей фирме, которая занимается исключительно управлением проектом, при этом она не выполняет работы по проекту, а передает их подрядной организации.

Управление проектом реализует специализированная управляющая фирма, а выполнение всех работ по проекту обеспечивает генеральный подрядчик. Более сложная система, в этом случае управляющая фирма передает все работы по проекту генеральному подрядчику, который привлекает субподрядные организации для выполнения отдельных комплексов работ. [1]

Изучив теоретическую основу управления проектом можно отметить, что для дорожного строительства наиболее предпочтительна структура, при которой управление проектом реализует генеральный подрядчик. На основе данного суждения разработана организационная структура управления проектом, в которой:

Заказчиком данного проекта выступает ФКУ «Уралуправтодор». [2]

Основной деятельностью Федерального Казенного Учреждения "Уралуправтодор" является планирование и организация работ по содержанию, ремонту, капитальному ремонту, реконструкции и строительству автомобильных дорог общего пользования федерального значения и искусственных сооружений, расположенных на дорогах, закрепленных за Управлением на праве оперативного управления.

Управление выполняет организационную деятельность по ликвидации последствий дорожно-транспортных, иных чрезвычайных происшествий и выполняет их анализ, занимается разработкой схем организации дорожного движения.

Основанием для проектирования является задание на выполнение проектно-изыскательских работ и экспертизу проектов на капитальный ремонт действующей сети автомобильных дорог общего пользования федерального значения по ФКУ «Уралуправтодор».

Организационная структура предприятия представлена 13-тью основными отделами:

1. Отдел подготовки строительства, развития, ремонта автомобильных дорог. Отдел разработал задание на выполнение проектно-изыскательских работ и экспертизу проектов на капитальный ремонт действующей сети автомобильных дорог общего пользования федерального значения;

2. Отдел организации работ по содержанию и сохранности, развитию и ремонту автомобильных работ Отдел разработал задание на проектно-изыскательские работы по объекту: «Капитальный ремонт автомобильной

дороги Р-404 Тюмень – Тобольск – Ханты-Мансийск км 280+000 – км 292+000 в Тюменской области»;

3. Отдел безопасности дорожного движения;
4. Информационно-аналитический отдел;
5. Отдел строительства автомобильных дорог;
6. Технический отдел;
7. Отел контроля качества;
8. Отдел государственных закупок;
9. Планово-экономический отдел;
10. Отдел организации и оплаты труда;
11. Отдел бухгалтерского учета;
12. Отдел имущественных отношений;
13. Юридический отдел. [3]

Финансирование проектно-изыскательских работ осуществляется за счет средств Федерального дорожного фонда.

Заданием на выполнение проектно-изыскательских работ устанавливается необходимость проведения комплекса инженерных изысканий.

Инженерно-геодезические и инженерно-геологические изыскания выполнены организацией ООО «ПСК Сочи».

Инженерно-экологические изыскания выполнены организацией ООО «Альянс Групп».

Инженерно-гидрометеорологические изыскания выполнены организацией ООО «ПроектПлюс»

Проект капитального ремонта автомобильной дороги Р-404 Тюмень – Тобольск – Ханты-Мансийск км 280+000 – км 292+000 в Тюменской области выполнен ООО «ПроектПлюс» по материалам инженерных изысканий.

Разработанная структура устанавливает налаженные взаимоотношения между всеми участниками проекта, а так же обеспечивает его качественное выполнение, так как работа над отдельными комплексами работы выполняется специализированными организациями.

Библиографический список

1. Зуб, А. Т. Управление проектами : учебник и практикум для академического бакалавриата / А. Т. Зуб. – Москва : Юрайт, 2014. – 422 с.
2. Федеральные казенные учреждения [Электронный ресурс] // Официальный сайт Федерального дорожного агентства Росавтодор. – Режим доступа : <http://rosavtodor.ru/about/podvedomstvennyye-organizatsii/federalnye-kazennye-uchrezhdeniya>.
3. Структура учреждения [Электронный ресурс] // Официальный сайт ФКУ «Уралуправтodor». – Режим доступа : <http://uralupravtodor.rosavtodor.ru/department/about-management/struktura>.

Научный руководитель: Меллер Н.В., канд. экон. наук, доцент

Обоснование необходимости появления автомобильных гоночных трасс в регионах страны

Балабанов А.А., Дулепенских М.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Автоспорт зародился в 1904 году с появлением Международной автомобильной федерации во Франции, когда первая в мире автомобильная гонка была проведена еще в 1894 году из Парижа в Руан. Наиболее результативными оказались автомобили, оснащенные бензиновыми двигателями. Это дало огромный толчок к развитию автотранспорта и его закреплению в качестве отдельной отраслевой ячейки. Победа в соревнованиях являлась решением проблемы рекламы автомобилей, поэтому в гонках принимали участие специально-изготовленные автомобили от крупных заводов.

В настоящее время автоспорт – это значительно крупная, комплексная и сложная инфраструктура, содержащая в себе спортивные мероприятия различных видов и масштабов. Автоспорт является двигателем прогресса автомобилестроения и многих других связанных областей.

В результате проведенных статистических исследований, представленных на рисунке 1, было выявлено, что 90% всех автомобильных гоночных трасс международного уровня приходится на страны Европы, Азии и США, когда на долю России приходится всего лишь 2% [1].



Рисунок 1. Статистическая диаграмма наличия автомобильных гоночных трасс

Имеющиеся гоночные трассы России для проведения соревнований международного уровня («Сочи Автодром», «MoscowRaceway») находятся только в европейской части страны [2]. Данная ситуация отсутствия автомобильных гоночных трасс и окружающей их инфраструктуры в остальной части страны связана с тем, что автоспорт в России недостаточно развит по сравнению с другими странами мира.

Наличие автомобильных гоночных трасс международного уровня в азиатской части России послужит толчком для развития автоспорта в стране.

Как показывает опыт, создание таких трасс в регионах способствует сокращению несанкционированных гонок на городских улицах, повышению профессионального уровня автогонщиков, возрождению интереса к

автомобильной технике, развитию детского автоспорта, а также привлечению туристов и объединению любителей автоспорта.

Среди жителей Тюменской области был проведен опрос с целью определения необходимости создания автомобильных гоночных трасс в регионе, предназначенных для проведения различных спортивных мероприятий. Вопросы были сформулированы следующим образом:

1. Нужна ли в Тюменской области автомобильная гоночная трасса для проведения различных спортивных мероприятий?
2. Какие виды гонок для Вас наиболее интересные?
3. Хотели бы Вы, чтобы Ваш ребенок профессионально занимался автоспортом?

Таблица 1

Результаты проведенного опроса

Номер вопроса	Статистическая диаграмма	Выводы
1	<p>■ 1 - Да ■ 2 - Нет</p>	96,4% голосовавших поддержали идею создания автомобильной гоночной трассы
2	<p>■ 1 - Дрифт ■ 2 - Ралли ■ 3 - Драг-рейсинг ■ 4 - Кольцевые автогонки ■ 5 - Картинг</p>	По мнению голосовавших наиболее интересным видом автомобильных гонок является дрифт
3	<p>■ 1 - Да ■ 2 - Нет</p>	68,0% голосовавших хотели бы, чтобы их ребенок профессионально занимался автоспортом

Исходя из результатов опроса было определено, что целью дальнейшей работы является разработка автомобильных гоночных трасс, предназначенных для проведения различных спортивных мероприятий.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

1. Проанализировать существующие виды автомобильных гонок, автомобильных гоночных трасс и требования, предъявляемые к ним;
2. Запроектировать генеральный план комплекса автомобильных гоночных трасс с возможностью совмещения для различных видов автомобильных гонок;
3. Разработать конструктивные решения;
4. Провести оценку экономической эффективности строительства комплекса автомобильных гоночных трасс;
5. Разработать план очередности возведения объектов комплекса;
6. Разработать 3D-модель;

Библиографический список

1. Гоночные трассы по странам [Электронный ресурс] // Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа : https://ru.wikipedia.org/wiki/Категория:Гоночные_трассы_по_странам.
2. Россия в автоспорте. Автодромы России [Электронный ресурс] // Свободная энциклопедия. – Режим доступа : https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Россия_в_автоспорте#Автодромы_России.

Научный руководитель: Куюков С.А., канд. техн. наук, доцент

Сравнение результатов расчета устойчивости рам переменной жесткости ручным методом и методом конечного элемента

Богатырева А.М., Ефимов А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В статье рассматривается сравнение между собой различных методик расчета вручную коэффициента расчетной длины согласно имеющимся методикам и алгоритмам, предложенным в [1], [2], [3] и подробно описанным в [4], а также с методом конечного элемента (МКЭ), реализованного в программном комплексе, и в выявлении разницы между результатами расчетов. В исследовании применена апробация метода моделирования стержневыми элементами переменного сечения, ранее отсутствовавших в программном комплексе Лира Софт.

Объект исследования – элементы портальной металлической рамы бисимметричного поперечного сечения, жесткость которых переменна по длине засчет линейно-изменяющейся высоты стенки и сужения поясов. Район строительства - город Тюмень. Шаг несущих конструкций – 6 м. Уклон кровли принят равным 10 %. Пролет равен 18 м. Угол взаимного наклона поясов равен 1° (Рис. 1). Сечения элементов подобраны в соответствии с серией «УНИМАРК Р-1».

В нормах проектирования Российской Федерации [3] не рассматриваются указания и рекомендации по их расчету и проектированию. Однако

в литературе имеются разработки, исследования по расчету пространственной устойчивости стержней переменной жесткости.

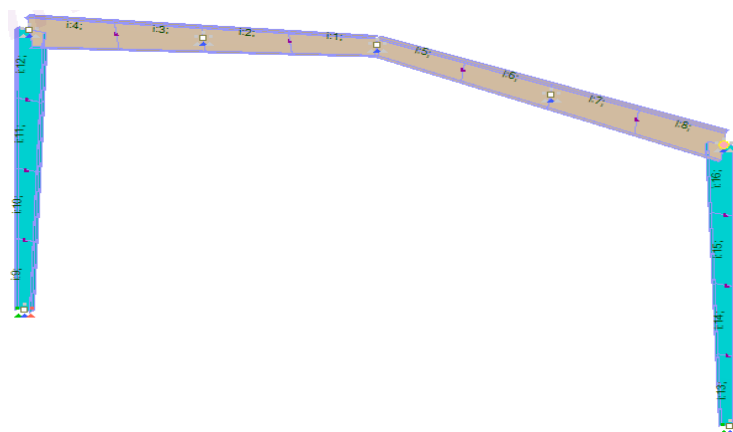


Рисунок 1. Расчетная модель рамы

Согласно [1], формула для определения коэффициента расчетной длины стержня переменной жесткости имеет вид:

$$l_{ef} = \mu \mu_1 l, \quad (1)$$

где, μ - коэффициент расчетной длины, который определяется по таблице 31 [3] в случае однопролетных рам при шарнирном сопряжении стойки с фундаментом и жестким с ригелем по формуле:

$$\mu = 2 \sqrt{1 + \frac{0,38}{n}} = 2 \sqrt{1 + \frac{0,38}{1,085}} = 2,324, \quad (2)$$

где

$$n = \frac{J_S l_C}{J_C l} = \frac{69534,558 \cdot 870}{30986,856 \cdot 1800} = 1,085, \quad (3)$$

l и l_C - длины ригеля и стойки;

J_S и J_C - моменты инерции ригеля и стойки определенные по среднего сечения;

μ_1 - коэффициент, принимаемый в зависимости от отношения моментов инерции стойки $\frac{J_{min}}{J_{max}}$ в местах ее сопряжения с ригелем и фундаментом.

Этот коэффициент можно определить по таблице 6.1 [1].

$$c = \frac{J_{min}}{J_{max}} = \frac{18133,503}{79121,685} = 0,229, \quad (4)$$

По методике работы [1] определяется коэффициент расчетной длины колонны основной рамы в плоскости изгиба:

$$\mu_{ef} = \mu \mu_1 = 2,324 \cdot 1,417 = 3,29, \quad (5)$$

Согласно [2], коэффициент расчетной длины крайней стойки переменного сечения определяется по формуле:

$$\mu_{ef} = \frac{4\sqrt{1 + \frac{0,38k_{\mu}}{n}}}{\sqrt{1 + 3c}} = \frac{4\sqrt{1 + \frac{0,38 \cdot 1}{0,729}}}{\sqrt{1 + 3 \cdot 0,229}} = 3,798 \quad (6)$$

где

$$n = \frac{J_R l_S}{J_S l_R} = \frac{56908,588 \cdot 825}{38778,34 \cdot 1660} = 0,729, \quad (7)$$

l_S и l_R - длины стойки и ригеля, определяемые по осям до внутреннего края узла их пересечения;

J_S и J_R - эквивалентные моменты инерции ригеля и стойки постоянного сечения;

$k_{\mu} = 1$ для однопролетных рам;

Результаты значений коэффициентов расчетной длины МКЭ различаются в зависимости от значения нагрузений.

Для правой сжатой колонны переменной жесткости длиной 8,7 м. как для наиболее загруженного элемента рамы от сочетания нагрузений, при котором значения М и N максимальны и стержень теряет устойчивость (постоянная+снег+ветер справа), $\mu = 2,45$.

Значения коэффициентов расчетной длины, полученные при разбиении данного стержня на 4 равных участка, показаны на рисунке 2б.

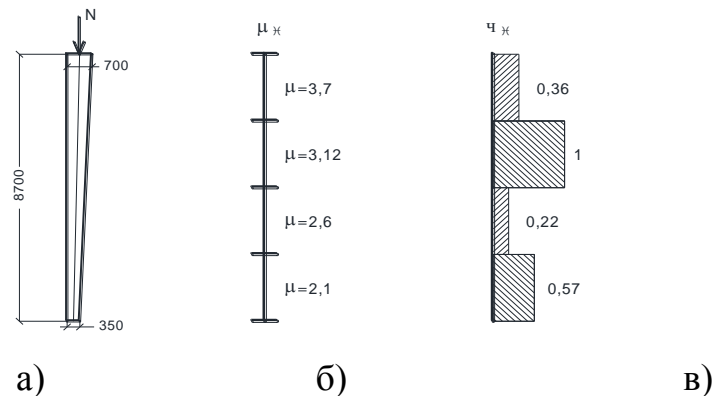


Рисунок 2. Схема эксперимента

$$\mu_{\text{ср.арифм.}} = \frac{\sum \mu_i}{n} = \frac{11,52}{4} = 2,88, \quad (8)$$

$$\mu_{\text{ср.взвеш.}} = \frac{\sum \mu_i \cdot \chi_i}{\sum \chi_i} = \frac{6,221}{2,15} = 2,89, \quad (9)$$

где χ_i - чувствительность каждого участка, принимая коэффициент, равный 1 при 100% влиянии, то есть при потере устойчивости (Рис. 2в);

$n=4$ - количество участков;

В процессе анализа выполненных расчетов, можно сделать вывод о том, что [2] предлагает посчитать по наихудшему результату, в действи-

тельности, исследование по МКЭ получается, что каждый из участков оказывает влияние и возможно правильней будет определять коэффициент с учетом чувствительности каждого из элементов, его вклада в общую устойчивость.

Библиографический список

1. Горев, В. В. Металлические конструкции. В 3 т. Т. 1. Конструкции зданий : учебник для строит. вузов / В. В. Горев, Б. Ю. Уваров, Б. И. Белый. – Москва : Высшая школа, 2004. – 551 с.
2. Катюшин, В. В. Здания с каркасами из стальных рам переменного сечения (расчет, проектирование, строительство) / В. В. Катюшин. – Москва : Стройиздат, 2005. – 656 с.
3. СП 16.13330.2011. Свод правил. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. – Москва : ОАО «ЦПП», 2011. – 172 с.
4. Богатырева, А. М. Устойчивость элементов металлической рамы переменного сечений / А. М. Богатырева, А. А. Ефимов // Информационные и графические технологии в профессиональной и научной деятельности : материалы Международной науч.-практ. конф. – Тюмень, 2018. – С. 74-78.

Научный руководитель: Ефимов А.А., к.т.н., доцент кафедры строительных конструкций.

Исследование влияния податливости соединения слоев в многослойных панелях на значения максимальных нормальных напряжений.

Бодрызов И.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Для исследования нормальных напряжений в многослойных панелях с податливым соединением слоев была создана модель семислойной модели в программном комплексе ЛИРА САПР. Модель представляла собой совокупность стержней, соединенных шарнирами конечной жесткости.

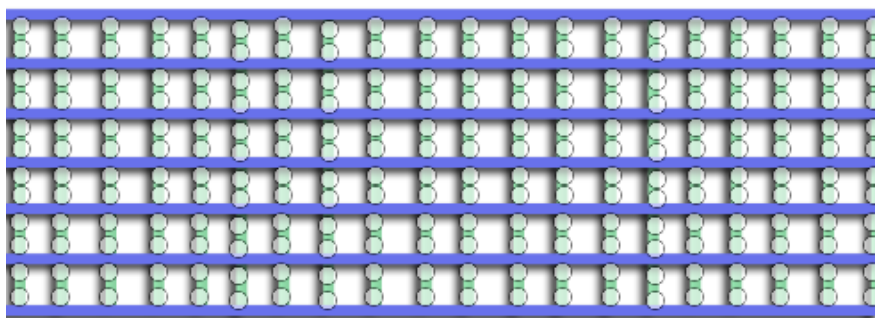


Рисунок 1. Модель панели

Слои моделируются стержнями (на рис. 1 изображены горизонтально) с соответствующими механическими и геометрическими свойствами. Соединение слоев моделируются стержнями (на рис. 2 изображены вертикально), механические и геометрические свойства которых подбирались из условия соответствия панели с неподатливым соединением слоев. Увеличение податливости соединения моделировалось уменьшением поворотной жесткости приставных шарниров, расположенных на вертикальных стержнях. Модель нагружалась поперечной силой равной $10\tau c$, приложенной в конец модели, на другом конце модель была жестко закреплена. На каждом этапе расчета снимались показания внутренних усилий в крайнем горизонтальном стержне. Максимальные нормальные напряжения в модели находились по формуле

$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} + \frac{M}{W} \quad (1)$$

где N – значение силы в стержне;

M – значение момента в стержне;

A – площадь сечения крайнего слоя;

W – момент сопротивления сечения крайнего слоя.

Так же для расчета максимальных напряжений от изгиба в панели была выведена формула:

$$\sigma_{max} = \frac{ME}{(\sum_{i=1}^i (EI)_i + c \sum_{i=1}^i (E_i A_i y_i^2))} \left(\frac{h}{2} + yc \right) \quad (2)$$

где M – значение момента в сечении;

E – модуль упругости крайнего слоя;

h – толщина слоя;

$E_i I_i$ – изгибная жесткость i -го слоя;

A_i – площадь i -го слоя;

y_i – расстояние между центром тяжести i -го слоя и центром тяжести составного сечения;

c – коэффициент, учитывающий податливость.

Из формулы (2) видно, что значения максимальных напряжений обратно пропорциональны значениям коэффициента, учитывающего податливость. Если зависимость значений максимальных моментов от значения коэффициента, учитывающего податливость отобразить в виде функции

$$\sigma_{max} = f(c) \quad (3)$$

то график этой функции должен иметь форму гиперболы.

На основе результатов моделирования и теоретического расчета были получены значения максимальных напряжений, которые представлены в виде графика (рис 2).

На графиках наблюдается схожая кривизна двух графиков, а также близость значений напряжений, полученных путем моделирования и теоретического расчета. Максимальное отклонение значений максимальных напряжений составило 1.96 МПа. На основании этого был сделан вывод

о том, что формула (2) может использоваться для расчета максимальных нормальных напряжений в панелях с податливым закреплением слоев.

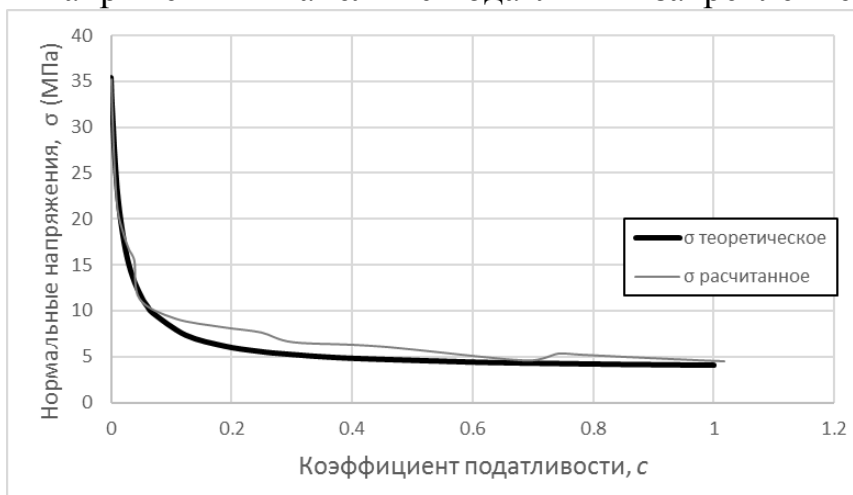


Рисунок 2. График максимальных напряжений.

Научный руководитель: Еренчинов С.А., канд. техн. наук, доцент.

Современные материалы для улучшения свойств цементогрунтов

Вайло А.В., Волков В.В., Шматок В.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Одним из важных конструктивных элементов дорожной одежды является основание, которое в свою очередь воспринимает нагрузку от подвижного состава, перераспределяет и уменьшает давление на низ лежащие слои земляного полотна.

При устройстве оснований и нижних слоев дорожных одежд чаще всего применяются каменные материалы. Наличие в конструктиве слоя из щебня, с течением времени, приводит к различным деформациям и разрушениям на поверхности покрытий.

Большая часть России лишена каменных материалов, в результате возникает необходимость в транспортировке щебня на дальние расстояния, что существенно увеличивает общую стоимость строительства автомобильной дороги. В качестве замены может быть использован местный грунт, укрепленный минеральным вяжущим (цементогрунт).

Цементогрунт представляет собой искусственный материал, получаемый путем смешения рационально подобранного состава грунта, цемента и воды. Основными недостатками в конструкции цементогрунта является низкая морозостойкость, являющийся следствием высокого водопоглощения, прочность и трещинообразование.

Одним из решений данных проблем является применение современных дорожно-строительных материалов в конструкциях дорожной одежды, представленных на рис. 1.

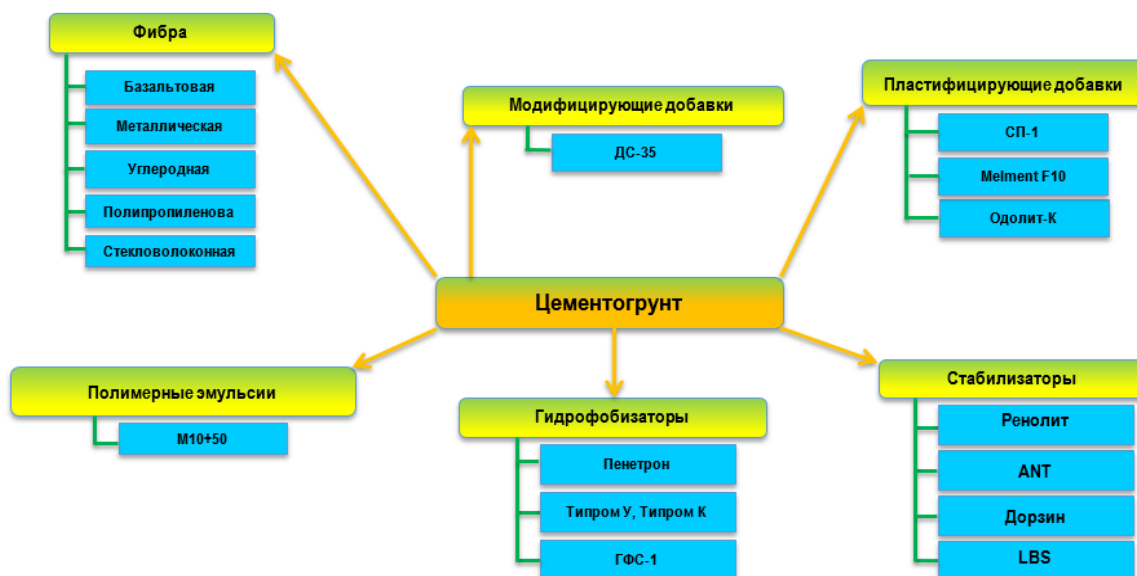


Рисунок 1. Современные дорожно-строительные материалы

Внедрение полипропиленовой фибры в цементогрунтовую смесь повышает прочностные характеристики материала (предел прочности на сжатие и на растяжение при изгибе увеличивается в 3,93 и 7,2 раза соответственно) [1].

Модификатор «ДС-35» позволяет повысить прочностные показатели для глинистых грунтов, соответствующие маркам по прочности М60 - М100. Результаты экспериментального исследования показали, что образцы, состоящие из глины легкой пылеватой, портландцемента, «ДС-35» и воды, обладают наибольшими прочностными характеристиками при сроках твердения 7, 14, 28 суток с добавлением модификатора «ДС-35» от 0,42 до 0,49 % и количеством цемента от 4-8% от массы грунта соответственно [2].

Снижение водопоглощения цементогрунта возможно за счет применения как гидрофобизирующих, так и гидроизоляционных добавок. При поверхностной обработке цементогрунта гидрофобизирующими материалами «Типром К», «Типром У» или объемным укреплением гидроизоляционной добавкой «Пенетрон», водопоглощение снижается на 68-81%, а также, на 24-28% увеличивается прочность на сжатие в сравнении с необработанными образцами [3]. При введении гидрофобизирующей добавки ГФС-1 в состав укрепленного суглинка или супеси увеличиваются значения прочности на растяжение при изгибе (62 % и 34 %) с расходом цемента в пределах 8-12 %.

Применение стабилизаторов позволяет увеличить прочность и морозостойчивость укрепленного грунта, а также снизить водопоглощение. Например, обработка грунта цементом совместно с добавкой «Ренолит», позволит снизить водопоглощение и повысить морозостойкость при дозировке цемента 10 % от веса грунта совместно с добавкой «Ренолит» 10 % от массы вяжущего [4]. Увеличение количества стабилизатора «АНТ» в

составе приводит к росту прочности материала. Предел прочности при сжатии образцов составляет 3,89 МПа, при введении добавки «АНТ» в количестве 0,005 % от массы грунта [5].

Установлено положительное влияние пластифицирующих добавок на физико-химические свойства цементогрунта, они добавляются при приготовлении смеси. Наибольший эффект показали добавки Одолит-К, СП-1, Melment F10 в количестве 0,01-0,13 % при расходе цемента 8, 10 и 12 % от массы грунта. Каждая добавка способствует увеличению прочности на сжатие материала и на растяжение при изгибе. Цементогрунт с вышеперечисленными добавками при расходе цемента 10 % достигает марки по прочности М40, при 12 % — М60 [6].

Проанализировав существующие современные материалы, можно сделать вывод, что при добавлении современных материалов в цементогрунтовую смесь, а также при дальнейшей обработке затвердевшего материала, улучшаются физико-механические свойства и характеристики. Добавки позволяют расширить применение цементогрунта при строительстве дорожных конструкций, что в дальнейшем приведет к уменьшению стоимости строительства и повышению качества конечного продукта.

В дальнейшем планируется провести лабораторные исследования по оценке влияния базальтовой фибры на физико-механические показатели дорожного цементогрунта.

Библиографический список

1. Санников, С. П. Исследование возможности объемного армирования цементогрунтов для дорожного строительства / С. П. Санников, А. В. Замятин, А. А. Жигайлов, В. В. Волков // Транспортное строительство. – 2019. – № 1. – С. 13-14.
2. Укрепление грунтов модифицирующей добавкой «ДС-35» при строительстве сельских дорог / А. Р. Юсупов, В. И. Черкашин, М. С. Атемов, С. А. Мамаев // Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН. – 2017. – № 71. – С. 32-35.
3. 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.
4. Применение цементогрунта при строительстве дорожных одежд автомобильных дорог / А. Н. Шуваев, С. А. Куюков, М. В. Панова, А. А. Жигайлов // Актуальные вопросы проектирования автомобильных дорог : сборник научных трудов ОАО «ГИПРОДОРНИИ». – 2013. – № 4. – С. 130-137.
5. Егоров, Г. В. Укрепленные грунты с применением стабилизатора для строительства автомобильных дорог в условиях Севера / Г. В. Егоров, А. В. Андреева, О. Н. Буренина // Вестник Северо-Восточного Федерального Университета им. М. К. Аммосова. – 2013. – № 4. – С. 41-45.

6. Буланов, П. Е. Влияние пластифицирующих добавок на физико-механические свойства цементогрунта дорожного назначения / П. Е. Буланов, Е. А. Вдовин, Л. Ф. Мавлиев // Известия Казанского Государственного Архитектурно-Строительного Университета. – 2015. – № 1. – С. 160-164.

Научные руководители: Жигайлов А.А., ассистент; Куюков С.А., канд. техн. наук, доцент.

Особенности конструирования и расчета рамы из досок пролетом 15 метров

Ващенко С.А., Филисюк В.Г.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Применение деревянных рам при возведении различных категорий зданий обусловлено широким спектром преимуществ. Благодаря высокой стойкости к агрессивным средам деревянные рамы активно используются при возведении сельскохозяйственных зданий, зданий с повышенной влажностью и с высокой степенью агрессивности среды. Деревянные рамы имеют достаточно высокий предел огнестойкости после обработки антипиренами и имеют эстетичный внешний вид, что позволяет использовать их при возведении различных зрелищных и спортивных сооружений. Кроме того, в данных конструкциях не возникают напряжения от перепадов температур и, так как трехшарнирные рамы являются статически определимыми конструкциями, то хорошо проявляют себя при возникновении неравномерной осадки фундаментов. В связи с малым удельным весом древесины и высоким показателем относительной прочности деревянные конструкции не нуждаются в массивном фундаменте.

Существующие рамы из цельной древесины сплошного сечения способны перекрыть пролет, не превышающий 12 метров. В данной статье представлена конструкция рамы, которая имеет пролет 15 метров и описаны особенности конструирования и расчета таких рам.

Необходимость в создании подобной конструкции рамы обусловлена более широким спектром ее применения. Особенно актуальна эта конструкция для спортивных сооружений (таблица 1) [3].

В качестве конструктивной схемы рамы, пролетом 15 метров предлагается дощатая рама с подкосом (рисунок 1).

Отличительной особенностью этой рамы является то, что все элементы рамы выполнены из пиломатериала не превышающего длину 6 метров, что соответствует максимально допустимой длине пиломатериала по сортаменту [2]. Кроме того, все сечения состояются из пиломатериалов, толщина которых не превышает 60 мм [1]. Доски такой толщины не требуют специальной камерной сушки. Для сплачивания и сращивания пиломатериала используются цилиндрические нагели в виде гвоздей, длиной до 150 мм.

Требуемые размеры различных спортивных залов

Наименование вида спорта	Размеры спортивных залов	
	Ширина (макс/мин), м	Высота до низа конструкций, м
Настольный теннис	7	5
Спортивная борьба	14	5/4
Самбо, дзюдо	18/14	5/4
Тяжелая атлетика	10	5/4
Бадминтон	8,5	5
Хореография, аэробика, гимнастика	-	3,9

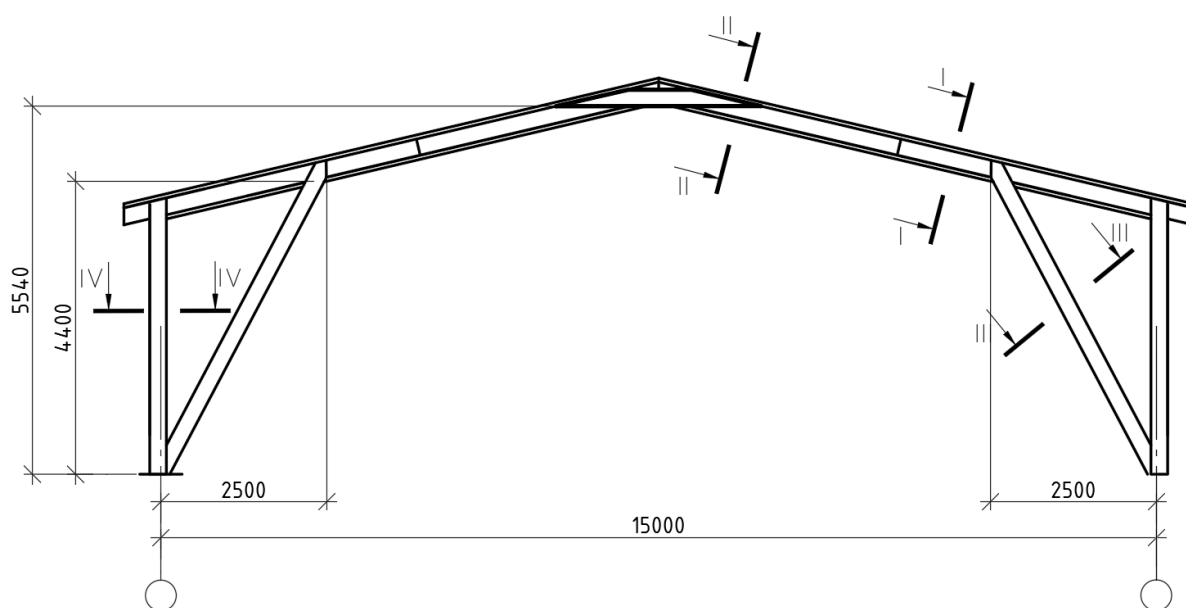


Рисунок 1. Предлагаемая конструкция рамы с подкосом

Сечение стоек и подкосов рамы прямоугольное, а ригель имеет двутавровую форму для более эффективного восприятия изгибающих моментов, возникающих в его сечениях (рисунок 2) [4].

В ПК SCAD Office и LIRA SAPR были выполнены статические расчеты данной рамы с использованием стержневых и пластинчатых конечных элементов с учетом особенностей работы древесины как неоднородного и анизотропного материала. Кроме того, при расчете была учтена физическая и геометрическая нелинейность конструкции в целом. Сравнение результатов расчетов, выполненных по обоим программам показало их достоверность.

Рассмотрим некоторые особенности конструирования узлов. В-первых, узел примыкания подкоса к ригелю усилен накладками (досками) с обеих сторон узла для плавного восприятия максимального изгибающего

момента, возникающего в нем. Во-вторых, с целью увеличения жесткости данной конструкции коньковый узел усилен специальными деревянными накладками [5].

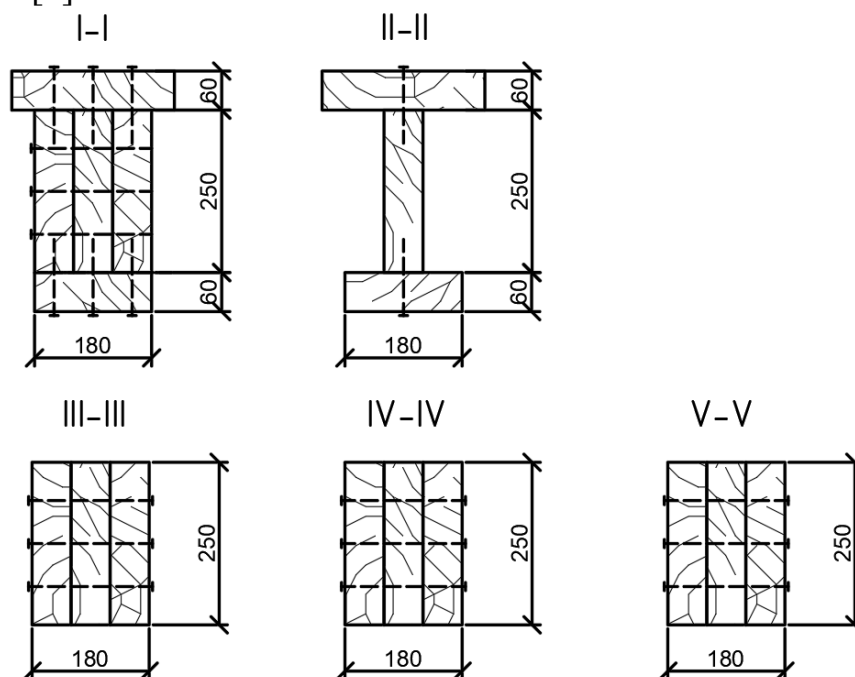


Рисунок 2. Сечения элементов рамы

В данной работе рассмотрены особенности расчета и конструирования рамы построечного изготовления пролетом 15 метров. Такая рама может быть изготовлена на строительной площадке без использования специального оборудования для склеивания элементов рамы, так как все ее элементы сплавиваются с помощью цилиндрических нагелей, также не требуются высококвалифицированные специалисты при изготовлении и монтаже. Ввиду небольшой длины пиломатериала не требуются специальные транспортные средства для его перевозки.

Вышеперечисленные факторы показывают возможность изготовления таких рам на любой строительной площадке, а приведенные расчеты свидетельствуют о надежности данной конструкции.

Библиографический список

1. СП 64.13330.2011. Свод правил. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. – Москва : ОАО «ЦПП», 2017. – 141 с.
2. ГОСТ 24454-80*. Пиломатериалы хвойных пород. Размеры. Межгосударственный стандарт – Взамен ГОСТ 8486-66; введ. 1981-01-01. – Москва : Министерство лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности СССР, 1980 – 3 с.
3. СП 332.1325800.2017. Спортивные сооружения. Правила проектирования. – Москва : АО «ЦНИИПромзданий», 2017. – 154 с.
4. Карлсен, Г. Г. Деревянные конструкции / Г. Г. Карлсен. – Москва : Стройиздат. - 2005. – С. 14-22.

5. Атлас деревянных конструкций / К. Гётц, Д. Хоор, К. Мёлер, Ю. Наттерер. – Москва : Стройиздат, 1985. – С. 92-94.

Научный руководитель: Филисюк В. Г., канд. физ.-мат. наук, доцент.

Современные тенденции высотного строительства

Гордаш В.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Современное высотное строительство представляет собой бурно развивающееся глобальное явление в городской архитектуре. Строительство высотных построек является в современной городской среде экономически функционально оправданным. К такому явлению в архитектуре городской среды непосредственно привели бурные процессы урбанизации, характерные практически для всех стран современного мира. Развитие высотного строительства стимулируется повышением цен на земельные участки в городской черте. Это актуализирует задачу компактности современной городской застройки.

Структура современного города отражает собой городские события и тенденции. Об этом свидетельствует тяготение к крупномасштабным вертикальным элементам и конструкциям. Но оборотной стороной возведения таких построек является отрицательное воздействие, которое они могут оказать на условия жизни и городские пейзажи. В связи с этим возникает актуальная задача разработки эффективных инструментов размещения высотных построек в городской среде их гармоничного сочетания с окружением.

Возведение высотных построек имеет как позитивные, так и отрицательные стороны. При анализе целесообразности возведения высотных построек необходимо учитывать сочетание экономического, социального, визуального, экологического, эстетического, функционального факторов. Помимо этого, на первом месте находится фактор безопасности для населения.

В настоящее время ведущими типами размещения высотных построек в городской черте выступают:

- расположение одиночных высотных зданий в непосредственной близости от транспортных узлов;
- расположение одиночных высотных зданий недалеко от городского исторического центра;
- расположение одиночных высотных зданий в качестве доминирующих структур в жилых районах.
- размещение высотных построек в центральной части города на магистралях;
- размещение высотных построек в виде кластеров в пригороде;
- размещение высотных построек в виде кластеров в городском историческом центре;
- размещение высотных построек в виде кластеров в перестроенных промышленных районах в непосредственной близости от городского центра;

Подбор наиболее подходящей модели возведения высотных построек определяется конкретными обстоятельствами. В настоящее время в городской черте ведется настоящая конкуренция между крупными компаниями и корпорациями, предлагающими собственные услуги.

Но важнейшим фактором, который необходимо учитывать в первую очередь при возведении высотных зданий, должно стать их соответствие требованиям безопасности и гармоничного включения в окружающую городскую среду. П. Боссельман в исследовании «Солнце, ветер и комфорт» обратил внимания на целый комплекс негативных последствий, которые может иметь непродуманное возведение высотных зданий. Вокруг отдельно стоящих высотных зданий всегда образуются ветра, высотные постройки трансформируют модель движения воздушных масс, воздействуя при этом на очищающие свойства окружающей среды.

Еще одним негативным фактором возведения высотных зданий является нарушение привычного потока солнечного света, что способствует снижению качества жизни горожан, вызывает депрессию[1].

В связи с этим в настоящее время меняется подход к проектированию высотных построек в городской среде. Внедряются повышенные требования к экологическим и психологическим факторам. Высотные постройки, согласно современным требованиям, не должны отбрасывать существенные тени на водные пути, пляжи, места общественного отдыха, игровые площадки.

Повышенное внимание уделяется тому воздействию, которое высотная застройка оказывает на структуру города. В частности, ключевым фактором развития становится на современном этапе гармоничное сочетание устойчивого дизайна с эффективным использованием новейших строительных технологий[2]. В связи с этим одной из ведущих рекомендаций, которые могут оказать значимый эффект при проектировании высотной застройки, целесообразно выделить необходимость адекватного интегрирования в окружающую городскую среду. С этой целью возведение высотных построек должно учитывать экономические, экологические, градостроительные факторы, а также высотность и плотность застройки, массу здания, воздействие на доступ к соседним зданиям и панорамы[3]. Все указанные факторы должны быть отражены в нормативных документах и планах развития учреждений государственной и местной власти с указаниями по планированию высотной застройки.

В статье были рассмотрены основные проблемы и особенности современной высотной застройки города и были приведены основные модели рационального расположения высотных зданий, а также даны рекомендации для проектирования высотных зданий.

Библиографический список

1. Авласко, С. Г. Формирование и развитие общественных центров новых городов Красноярского края во второй половине XX века : автореф.

дис. ... канд. архитектуры : 05.23.21 / С. Г. Авласко; ИИИД. – Москва, 2017. – 74 с.

2. Ругалев, М. М. Особенности и перспективы развития высотного строительства в России и Пермском крае / М. М. Ругалиев, С. А. Созонова. – Пермь : ПНИПУ, 2016. – 54 с.

3. Коркишко, О. А. Особенности применения газобетонных блоков в Тюменской области / О. А. Коркишко, А. Н. Коркишко // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 4. – С. 77-78.

Экспериментальное исследование работы анкера в клеевом соединении армированной деревянной балки

Есипов А.В., Черных К.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Для исследования податливости клеевого соединения армированных деревянных конструкций была разработана установка, показанная на рисунке 1, позволяющая испытывать стальной стержень, вклеенный в деревянный образец, на выдергивание. При изготовлении испытуемых образцов использовались материалы: древесина сосна с размерами поперечного сечения 100×100 мм, арматура гладкого профиля из стали класса А400 диаметром 8 мм, двухкомпонентный эпоксидный клей на основе смолы ЭД-20 и отвердителя в соотношении 1:10. Для твердения эпоксидного клея данный образец выдерживался 4 суток.

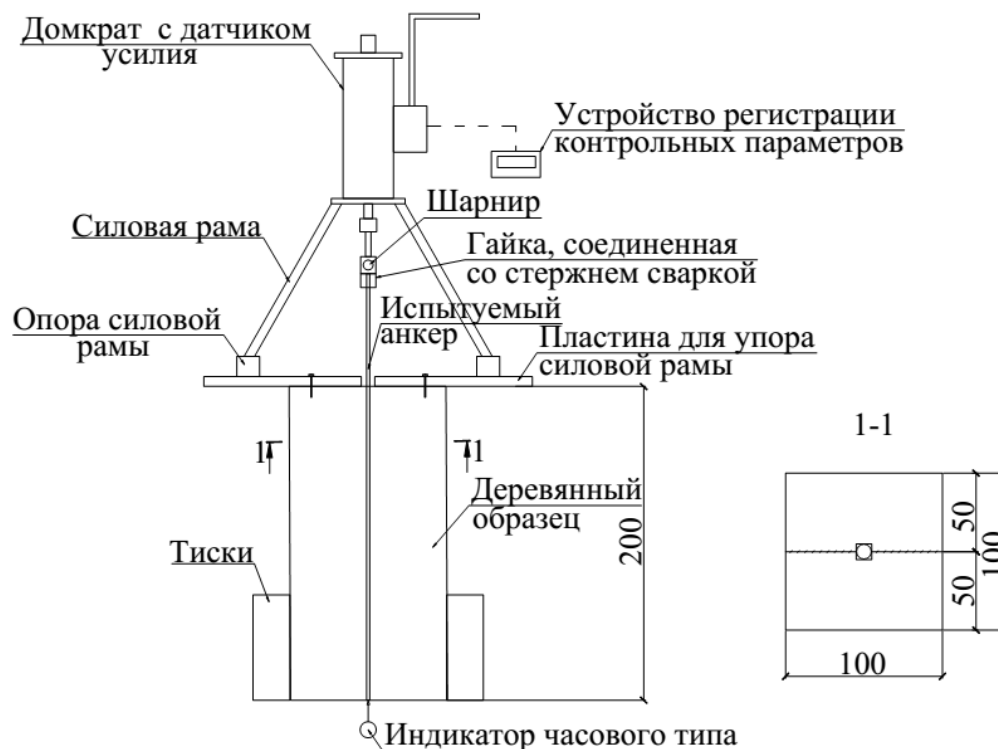


Рисунок 1. Схема установки испытания стального анкера

Нагружение образца производилось ступенями по 1 кН и каждая ступень выдерживалась в течение 5 минут с фиксацией перемещений, испытания проводились до срыва. На рисунке 2 построен график зависимости нагрузки P , прикладываемой через домкрат, от перемещения стального стержня S .

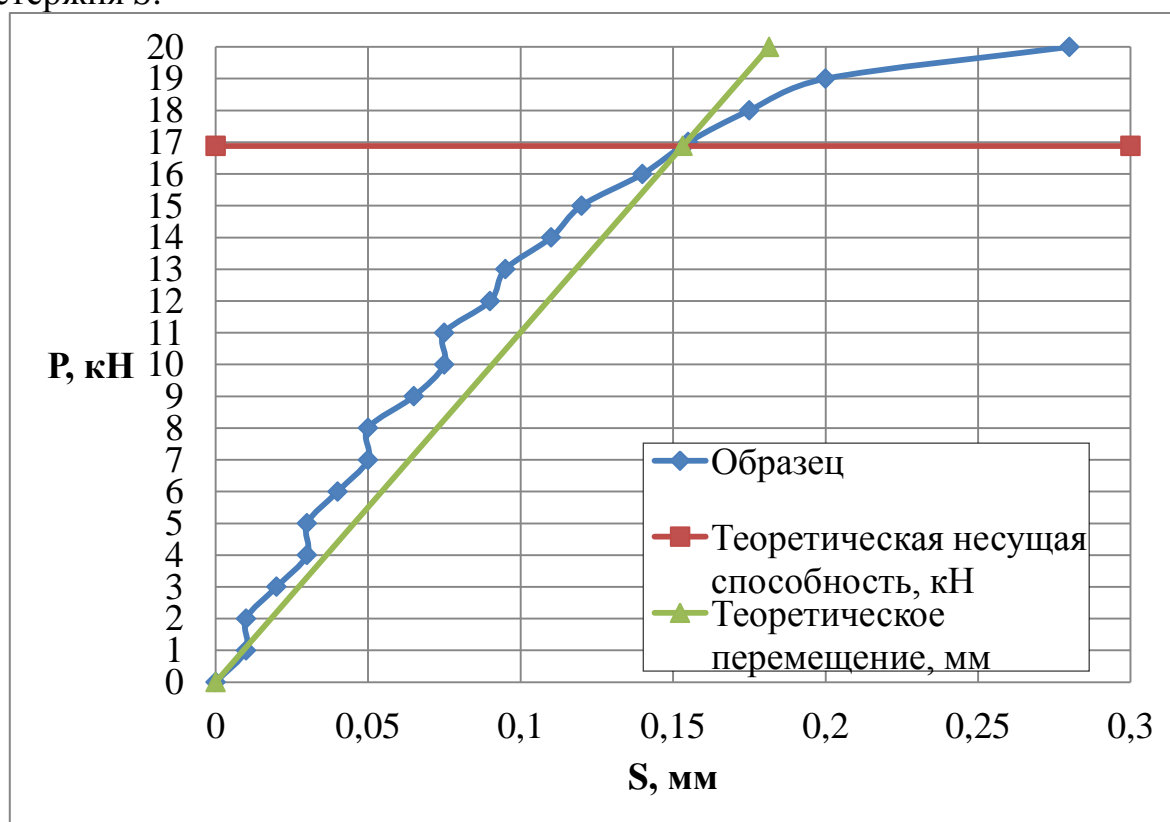


Рисунок 2. График работы анкера под нагрузкой

На графике видно, что до нагрузки 19 кН значения перемещений были примерно равны на каждой ступени, а при 19 кН деформации резко увеличились. При нагрузке 20 кН произошло хрупкое разрушение образца по клеевому соединению. Таким образом, за экспериментальную несущую способность принимаем значение последней ступени перед разрушением.

Теоретическая несущая способность анкера вклеенного вдоль волокон древесины рассчитывается согласно строительным нормам [1] по формуле:

$$T = R_{\text{СК}}^A \cdot d_1 \cdot \pi \cdot l \cdot k_c \cdot m_{\text{дл}} \cdot \Pi_{mi}, \quad (1)$$

где d_1 – диаметр отверстия, м;

$R_{\text{СК}}^A$ – расчетное сопротивление древесины скалыванию, МПа, принимаемое равным 3,2 МПа для 1, 2, 3 сорта древесины;

l – длина заделываемой части стержня, м, которую следует принимать по расчету, но не менее $10d$ и не более $30d$;

k_c – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения напряжений сдвига в зависимости от длины заделываемой части стержня, который следует определять по формуле:

$$k_c = 1,2 - 0,02 \cdot \frac{l}{d}; \quad (2)$$

$m_{дл}$ – коэффициент длительной прочности, соответствующий режиму длительности загрузки, для линейно возрастающей нагрузки при стандартных машинных испытаниях равный 1,0;

Π_{mi} – произведение коэффициентов условий работы, множителем которого является коэффициент m_v для условий эксплуатации 2, равный 1,0.

Для образца были приняты следующие параметры: длина заделываемой части стержня, то есть длина образца равна 200 мм, диаметр отверстия равен 12 мм. В таблице 1 приведены данные теоретической и экспериментальной несущей способности конструкции.

Таблица 1

Экспериментальная и теоретическая несущая способность соединения

Характеристика величины	Значение несущей способности клеевого соединения, кН
Теоретическая	16,88
Экспериментальная	19,00

Таким образом, теоретическая несущая способность соединения подтвердилась экспериментально. Значение экспериментальной несущей способности клеевого соединения в испытаниях анкеров гладкой арматуры превышает теоретическую на 12,6%. Для изучения данной темы поставлены следующие задачи дальнейшего исследования:

- Провести испытания клеевого соединения со стальной арматурой периодического профиля;
- Внести коэффициент податливости в алгоритм инженерного метода расчета армированных деревянных балок [2].

Библиографический список

1. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. – Москва : Министерство регионального развития Российской Федерации, 2017. – 92 с.
2. Есипов, А. В. Инженерный метод расчета повышения несущей способности цельнодеревянных балок установкой стержневой арматуры в растянутой зоне / А. В. Есипов, Я. В. Лыкова // Академический вестник УралНИИпроект РААСН, 2016. – № 4 (31). – С. 61-65.

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

Календарный график производства работ на основании сметной трудоемкости

Звонарева Е.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Для определения сроков выполнения работ и их взаимосвязки используется календарный план производства работ (далее КП). Сроки устанавливаются после установления связи между работами, трудовыми ресурсами, техникой, механизмами и материалами, а также после учета особых условий выполнения работ, условий строительной площадки и других факторов.

На основании КП составляются графики движения рабочих и механизмов, на основании которых можно оценить потребность в кадрах на строительной площадке в тот или иной момент времени. А также на основании связи выполнения работ с временем можно составить точный график поставки материалов и оборудования. На основе КП можно следить за ходом работ и контролировать строителей и помогать их взаимодействию между собой. Информация о длительности и последовательности работ, применяются в качестве исходных данных в детальных плановых документах, например, в недельно-суточных графиках и сменных заданиях.

КП состоит из расчетной и графической части, графическая часть чаще всего представляется в виде диаграммы Ганта, на рисунке 1 представлен пример такого графика, составленного с помощью программы Microsoft Project [1].

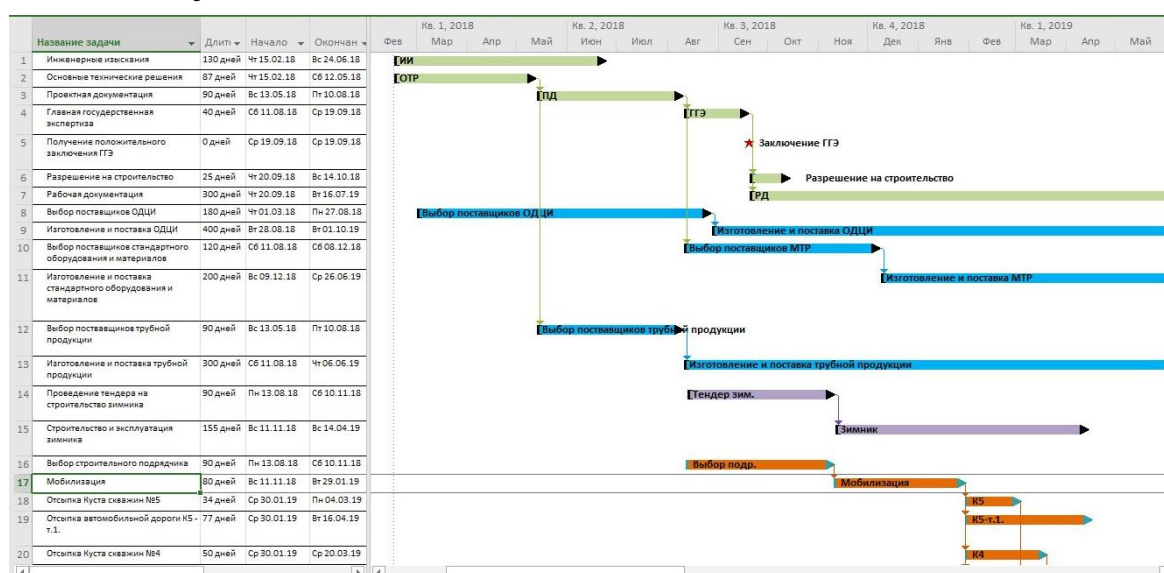


Рисунок 1. Календарный план производства работ в ПК Microsoft Project

Все участники строительства могут проследить в какой последовательности должны выполняться работы и в какие сроки. Так же в графике учтены возможные простои из-за выходных и праздничных дней, зная о данных рисках простоя ими можно управлять и минимизировать [2].

Основанием для разработки КП служат локальные сметы, составленные для проекта. Локальные сметы в свою очередь составляются на основании данных об подрядных организациях, их оснащённости машинами и механизмами, а также трудовыми ресурсами [3].

Основные исходные данные для расчёта КП берутся из локальных смет, а из этого следует, что для каждой работы из КП мы можем узнать ее стоимость и потребность в ресурсах для производства работы. Следовательно, на основе КП можно получить такие важные документы, как график финансирования и график поставки ресурсов.

График финансирования в свое время является одним из важнейших данных для Инвестора и Заказчика, так как из него можно вывести необходимые инвестиции для каждого этапа строительства, чтоб обеспечить финансирование в срок и в необходимом размере.

На основании графика поставки ресурсов составляются планы доставки необходимого оборудования. Особо важно, чтоб данный график составлялся с учетом условий доставки, дабы исключить ситуации, когда поставка материалов на автономные объекты приходится на межсезонье при нерабочих зимниках и навигации.

В настоящее время существует большое количество программных комплексов, с помощью которых данные из сметной документации можно интегрировать в КП.

Новое возможности ПК «ГРАНД-Смета» – это составление календарного плана производства работ используя информацию из локальных смет. Это возможно благодаря выгрузке данных из локальной сметы "Гранд-смета" в пользовательский шаблон в формате Microsoft Excel, где все операции производятся автоматически с помощью макросов. Использование шаблона «Календарный план» возможно только с ПК «ГРАНД-Смета» версии 5.4 и выше.

Используя все вышеперечисленные данные на самих месторождениях, на основании КП и сметной документации кураторы проектов производят приемку объектов строительства и отслеживают сроки выполнения работ, а подрядные организации составляют суточные и недельные планы работ и заранее планируют перевахтовку рабочего персонала и завоз техники.

Библиографический список

1. Олененко, А. Б. Автоматизированные системы управления инвестиционно-строительными проектами обустройства месторождений [Электронный ресурс] / А. Б. Олененко, Е. Г. Койнов, И. О. Разов // Инженерный вестник Дона. – 2018. – № 48-1 – Режим доступа : http://www.ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_124_olenenko_koinov_razov.pdf_1ab59bce94.pdf.
2. Жилин, А. А. Календарный график производства работ / А. А. Жилин, Т. В. Крижановская // Проблемы инженерного и социально-

экономического образования в техническом вузе в условиях модернизации высшего образования. – Тюмень, 2018. – С. 536-538.

3. Шадькова, Д. К. Стоимостной инжиниринг как основа управления проектом обустройства месторождения на примере компании ПАО «Газпром нефть» / Д. К. Шадькова, А. Н. Коркишко // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 12-4. – С. 930-934.

Особенности применения цифрового вертикального скважинного инклинометра в строительстве

Илькив В.Р.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Цифровая вертикальная скважинная инклинометрическая система предназначена для измерения горизонтальных перемещений (вдоль вертикальной инклинометрической колонны) различных строительных конструкций и массивов грунта [1]. Периодические инклинометрические измерения, осуществляемые в специально оснащенных вертикально расположенных скважинах, позволяют определять скорость, величину, а также в каком направлении происходят горизонтальные перемещения по глубине контролируемого объекта при краткосрочном и долгосрочном мониторинге, например, для:

- выявления деформаций одиночной сваи, шпунтового ограждения и «стены в грунте»;
- мониторинга за деформациями массива грунта в месте проведения строительных работ (строительство тоннелей, зданий, сооружений и т.д.);
- мониторинга за оползневыми процессами искусственных и естественных склонов;
- определения устойчивости подпорных стенок;
- определения устойчивости дамб, плотин и различных насыпей;
- определения перемещения мостовых опор;
- проверки соответствия фактических и расчетных прогибов.

В инклинометрическую систему, изображенную на рисунке 1, входит: двухосевой водонепроницаемый измерительный зонд, который соединен с помощью легкого, высокопрочного, армированного кевларом кабеля с контрольным модулем, встроенным в кабельную катушку.

Управление измерительным процессом осуществляется при помощи портативного регистратора на основе Android-смартфона по беспроводному каналу Bluetooth.

Измерительный зонд включает в себя два MEMS-акселерометра (расположенные взаимно перпендикулярно), позволяющие выполнять высокоточные и воспроизводимые цифровые измерения зенитных углов. Для

позиционирования измерительного зонда по глубине в измерительной скважине к соединительному кабелю инклинометра прикреплена система стальных цилиндрических маркеров, расположенных на расстоянии друг от друга через каждые 0,5 м. Результаты полученных измерений сначала передаются от зонда инклинометра к блоку передачи данных по кабелю, а затем, по беспроводному каналу Bluetooth на портативный регистратор [2].



Рисунок 1. Инклинометрическая система

Для удобства эксплуатации на лицевой панели контрольного модуля, изображенного на рисунке 2 и расположенного в кабельной катушке, предусмотрен информационный дисплей, на который выводится вся необходимая информация о состоянии прибора и подсказки по режимам измерений, а на задней панели, представленная на рисунке 3, расположен динамик для оповещения о снятии измерений и USB-разъем для зарядки аккумулятора.



Рисунок 2. Передняя панель контрольного модуля инклинометра

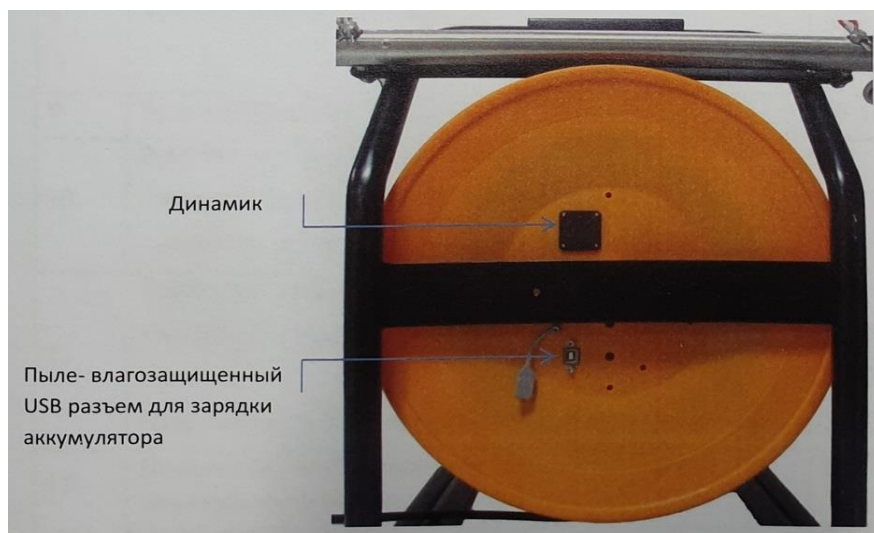


Рисунок 3. Задняя панель катушки инклинометра

Библиографический список

1. Бесплатная интернет библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://lib.knigi-x.ru/23tehnicheskie/18759-1-universalnie-sistemi-monitoringa-magnitny-ekstenzometr-wwwmonitoringcity-wwwmonitor.php> (дата обращения 26.03.2019).
2. Оборудование и решения для геотехнического мониторинга [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://monitoring-usm.ru/oborudovanie/datchik/cifrovoy-vertikalnyy-skvazhinnyy-inklinometr> (дата обращения 26.03.2019).

Научный руководитель: Мельников Р.В., канд. техн. наук, доцент.

Физико-математическое моделирование процессов, происходящих внутри системы температурной стабилизации грунтов типа «ГЕТ»

Ишков А.А.

Филиал ООО «Лукойл-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени

Введение

В связи с тем, что большая часть территории Российской Федерации находится в зоне распространения многолетнемерзлых пород (ММП), вопрос о сохранении их мерзлого состояния при гражданском и промышленном строительстве стоит довольно остро. Как известно, при оттаивании ММП теряют свои прочностные свойства и объекты, построенные на них, подвергаются риску деформаций и разрушений [1]. Для решения проблемы сохранения естественного температурного режима ММП были разработаны специальные устройства – сезонно-действующие охлаждающие устройства, которые работают в холодное время года и «запираются» в теплое («тепловые диоды»).

Существуют различные виды этих устройств, воплощенных в той или иной инженерной конструкции. В данной работе речь пойдет о горизонтальной естественнодействующей трубчатой системы («ГЕТ»), разработанной фирмой НПО «ФундаментСтройАркас» [2; 3].

На данный момент моделирование сезонно-охлаждающих устройств и в частности систем типа «ГЕТ» производится путем задания на границе «устройство-грунт» граничных условий первого рода, т. е. температуры, берут согласно данным термометрических скважин, усредняя ее по месяцам. Данный подход часто применяется, однако у него есть недостатки: 1. Термометрические скважины находятся на некотором удалении от объекта, что сказывается на измеряемых температурах; 2. Измеренные температуры не отражают динамики работы системы, ведь очевидно, что если температура воздуха будет более холодной, то и испаритель охладится сильнее и наоборот. В данном случае для расчета берутся усредненные (среднемесячные) данные, однако зимы бывают как теплые, так и холодные и задавать полученные температуры на срок прогнозирования порядка 30 лет, по крайней мере не очень корректно; 3. Нет зависимости от вида используемого хладагента и его физических характеристик (плотности, вязкости, теплоемкости, теплопроводность, теплоты фазового перехода).

Авторами статьи была разработана физико-математическая модель, основанная на общих гидродинамических уравнениях для массы, импульса, энергии и энтропии [4; 5]. Данная модель может быть использована при теплотехническом моделировании процессов теплопереноса с применением сезоннодействующих охлаждающих устройств типа «ГЕТ».

Помимо создания физико-математической модели, проведено сопоставление результатов моделирования с данными, полученными при выполнении экспериментов на полноразмерном экспериментальном стенде [3]. При проведении эксперимента были рассмотрены различные конструкционные особенности, такие как длина испарителя, высота подъема конденсатора, а также вариации входных характеристик – различные удельные тепловые нагрузки, температуры конденсатора. Сопоставление полученных данных показало отличное совпадения теории с экспериментом, что говорит о ее корректности и возможности применения при теплотехническом прогнозировании состояния грунтового основания под различными сооружениями гражданского и промышленного строительства [6].

Предлагаемая физико-математическая модель помимо нахождения температурного режима функционирования позволяет определить гидродинамические характеристики двухфазного потока хладагента внутри системы, что позволяет на стадии моделирования оценить устойчивость работы системы. Также благодаря разработанной модели возможно рассчитать плотность теплового потока, при которой система будет функционировать нестабильно – верхние и нижние критические тепловые нагрузки [7]. Отсюда следует возможность определения оптимальной конфигурации

укладки испарительной части – шаг укладки испарителя, при котором будет соблюден баланс «надежность-стоимость системы».

Библиографический список

1. Основы геокриологии. Ч. 5. Инженерная геокриология / под ред. Э. Д. Ершов. – Москва : Изд-во МГУ, 1999. – 526 с.
2. Феклистов, В. Н. Исследование охлаждающей системы типа «ГЕТ» для термостабилизации грунтовых оснований / В. Н. Феклистов, Г. М. Долгих, С. Н. Окунев, Д. С. Паздерин // Криогенные ресурсы полярных и горных регионов. Состояние и перспективы инженерного мерзлотоведения : материалы Междунар. конф. – Тюмень, 2008. – Т. 2. – С. 165-168.
3. Долгих, Г. М. Разработка природоохранных мероприятий, экологически безвредных технологий и оборудования для освоения газовых газоконденсатных месторождений полуострова Ямал : отчет о НИР / Г. М. Долгих, С. Н. Окунев. - Тюмень: Гипротюменнефтегаз, 1989.
4. Аникин, Г. В. Компьютерное моделирование работы систем горизонтального охлаждения грунтов / Г. В. Аникин. – Москва, 2009. - Деп. в ВИНТИ 30.10.2009, № 674-В2009.
5. Сравнение экспериментальных данных и численного моделирования работы охлаждающей системы «ГЕТ» на примере пожарного депо Ванкорского месторождения / Г. М. Долгих, С. Н. Окунев, Г. В. Аникин [и др.] // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2014. – № 1. – С. 65-70.
6. Сопоставление результатов физико-математического моделирования системы «ГЕТ» с экспериментальными данными / А. А. Ишков, Г. В. Аникин, Г. М. Долгих, С. Н. Окунев // Криосфера Земли. – 2018. – Т. 22, № 5. – С. 57-64.
7. Параметры верхних и нижних тепловых нагрузок, ограничивающих функционирование горизонтальной естественно действующей трубчатой системы / В. П. Мельников, Г. В. Аникин, А. А. Ишков [и др.] // Криосфера Земли. – 2017. – Т. 21, № 3. – С. 41-48.

Модельные исследование процесса снижения неравномерности осадки плитного фундамента

Кайгородов М.Д.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Значительное место в современной практике инженерных работ занимает наблюдение за деформациями зданий и сооружений, ведь ни одно строительство не обходится без измерений деформаций, а в процессе стройки более крупных сооружений наблюдения могут продолжаться весь период эксплуатации, ведь о величины происходящих деформаций зависит их устойчивость и нормальный режим технологического процесса. Но при

этом сложность и объем наблюдений, требования к точности их производства возрастают ежегодно. [4]

Существует множество методик для регулирования неравномерных осадок плитных фундаментов.

Решением проблем связанных с неравномерностью осадок фундаментов занимались такие ученые, как Зотов М.В., Скибин М. Г., Шашкин А.Г., Michele Jamiolkowski. [4]

Основными технологиями, применяемыми в России, так и за ее пределами являются: технология с использованием домкратов, выбуривание грунта из-под подошвы и инъекционная технология. [1,2]

Одной из наиболее перспективных технологий регулирования геометрического положения зданий, является способ выбуривания грунта из полподошвы плитного фундамента. Он имеет ряд недостатков, связанных с технологией производства работ и необходимостью специализированного оборудования для производства работ. [3,4]

Этих недостатков лишен способ, при котором скважины выполняются вертикально или под углом, в непосредственной близости от фундамента.

Для установления зависимости параметров бурения на ход выравнивания осадки были проведены натурные экспериментальные исследования.

Все исследования выполнены на экспериментальной установке (рис.1)

Физико-механические характеристики грунтового основания показаны в таблице 1.

Модель фундамента представляет собой плоскую плиту с размерами в плане 20х30 см.

Таблица 1

Физико-механические характеристики грунта

№ ИГЭ	Вид грунта	Показатель текучести, I_L	Влажность, W, %	γ , $кН/м^3$	E , МПа	c , кПа	ϕ , град
1	Суглинок мягкопластичный	0,7	31	18,9	4,5	14	15

Отбор проб грунта проводился непосредственно перед началом испытаний и после завершения, в среднем отличие деформационных характеристик грунта составляло не более 4%.

В первую очередь моделировался процесс развития неравномерной осадки путем передачи нагрузки F с эксцентриситетом $e=20$ мм от оси симметрии плиты. После достижения разности осадки между двумя крайними точками модели $\Delta s=15$ мм., выполнялось поэтапное выбуривание грунта. Изменяемым параметром в данном цикле экспериментов являлась глубина скважины. Шаг бурения $I=3D$, диаметр скважины $D=0,05b$, угол наклона $\alpha=0$, оставались неизменяемыми параметрами, где b -ширина фундамента.



Рисунок 1. Общий вид испытательной установки



Рисунок 2. Процесс выбуривания грунта

Первая стадия предполагала выполнение скважин глубиной $L_1=1b$, где b -ширина фундаментной плиты, всего на первой стадии выполнено два полных цикла разбуривания по 7 скважин в каждом из графика на рис.7 следует, что снижение разности осадки составило менее 1мм. Далее на второй стадии выполнено также 2 полных цикла раскуривания глубина бурения увеличена $L_2= 1,5b$, разность осадок уменьшилась на 5 мм. На третьей стадии глубина бурения увеличена до $L_2= 2b$, всего выполнено 4 цикла, при этом разность осадок уменьшена до $\Delta s=0,2$ мм.

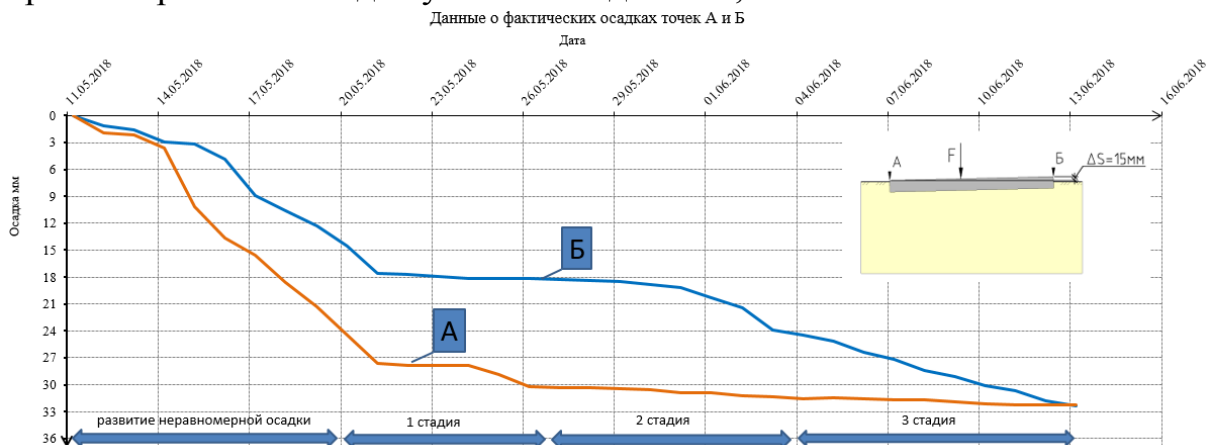


Рисунок 3. График развитие осадки во времени в процессе уменьшения неравномерности осадки модели фундамента

Заключение

- Лабораторные исследования методики вертикального выбуривания грунта в зоне активных деформаций показали адекватные результаты и позволили снизить разность осадок с 12 мм до $\Delta s=0,2$ мм.

- В ходе эксперимента удалось воссоздать неравномерность осадки, затем в 3 стадии изменяя длину бурения выправить крен.

- Наиболее эффективных результатов удалось добиться при глубине бурения 1,5b и 2b, где b- ширина фундаментной плиты.

Библиографический список

1. Пронозин, Я. А. Крены зданий, проблемы и пути решений / Я. А. Пронозин, Л. Р. Елифанцева // Сборник материалов 15 научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, соискателей и магистрантов в двух томах. – Тюмень, 2015. – С. 116-120.

2. Самохвалов, М. А. Результаты исследования напряженно-деформированного состояния грунтового массива при формировании контролируемого уширения на конце буроинъекционной сваи / М. А. Самохвалов, Ю. В. Зазуля, М. Д. Кайгородов // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2017. – № 2 (46). – С. 11-17.

3. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* / Минрегион России. – Москва : ОАО «ЦПП», 2016. – 161 с.

4. Улицкий, В. М. Гид по геотехнике (путеводитель по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям) / В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, Г. К. Шашкин. – Санкт-Петербург : ПИ «Геореконструкция», 2010. – 208 с.

Научный руководитель: Пронозин Я.А., доктор. техн. наук, профессор.

Сравнение методов расчёта перфорированных балок

Кирпищиков А.И.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

При расчёте перфорированных балок для дальнейшего их применения на строительных объектах[2] можно воспользоваться двумя основными методами:

1. Расчёт согласно нормативной документации, с использованием рекомендуемых и обязательных норм и правил;

2. Расчёт по методу конечного элемента, с использованием расчётных программных комплексов;

В силу своих особенностей результаты НДС, прогибов и форм потерь устойчивости одного и второго расчёта схожи, отличия возникают только в связи с разными подходами к определению показателей.

Для расчёта принята перфорированная балка из прокатного двутавра 50Б2 (Рисунок 1), сталь С345. Расчетная схема представлена на рисунке 2. Нагрузка на балку составляет 1240 кг/м.

Результаты расчёта перфорированной балки, полученной методом реза из прокатного двутавра 50Б2 см. рисунок 3, выполненного согласно СП 294.1325800.2017[1] и в программном комплексе Lira Soft 10.8 представлены в таблице 1.

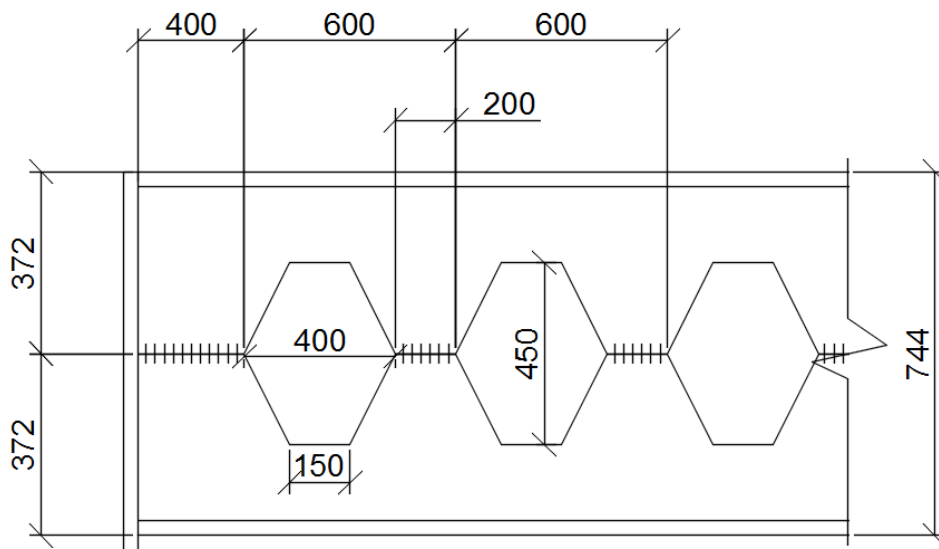


Рисунок 1. Перфорированная балка

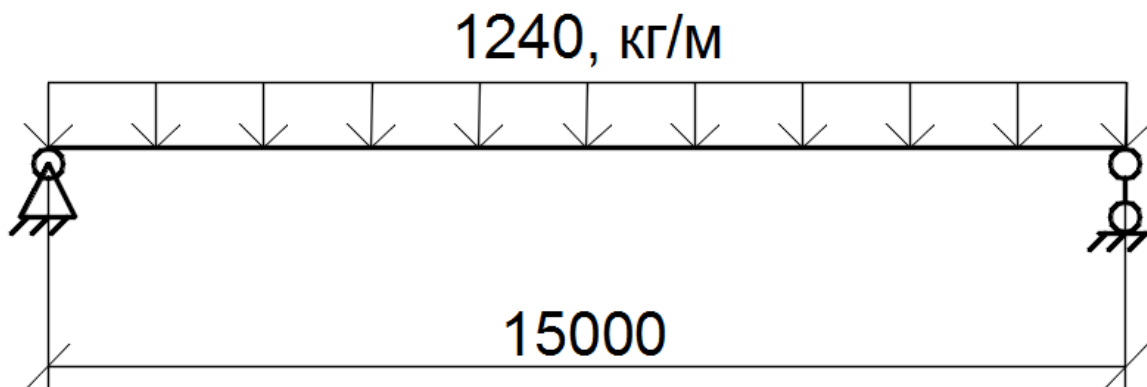


Рисунок 2. Расчётная схема

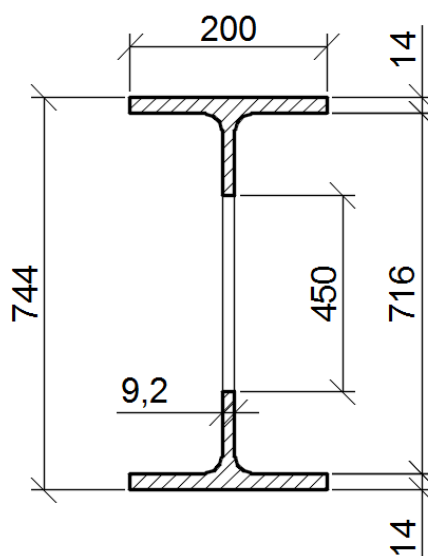


Рисунок 3. Сечение перфорированной балки

Таблица 1

Расчёт перфорированной балки

Показатель	СП 294.1325800.2017	Lira Soft 10.8	Сходимость результа- тов
Максимальное нормальное напряжение	136 МПа	128 МПа	5,8 %
Максимальное касательное напряжение	37 МПа	35,5 МПа	4 %
Коэффициент запаса общей устойчивости	1,06	2,12	50 %
Прогиб	6 см	3,9 см	35 %

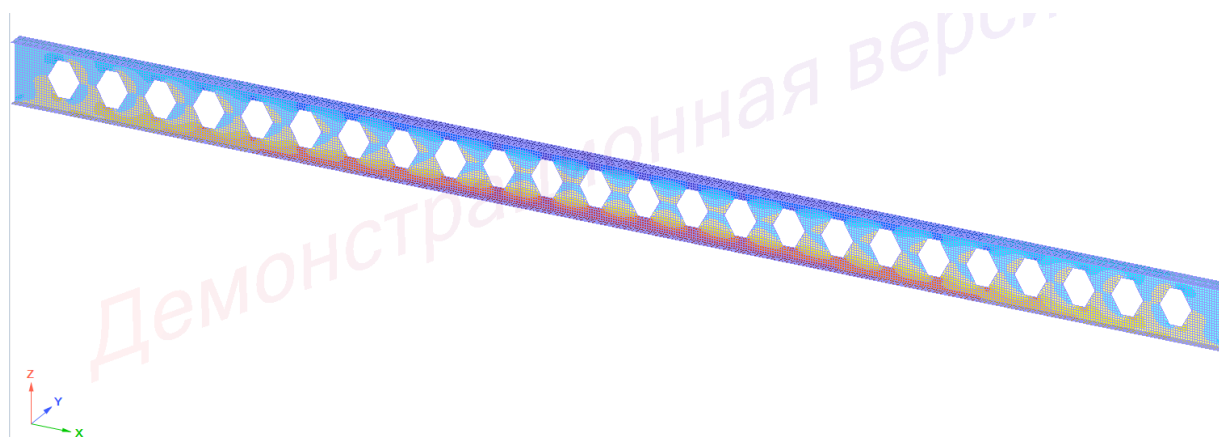


Рисунок 4. Распределение нормальных напряжений

Также в таблице 2 приведены результаты расчёта прокатного двутавра 50Б2 без перфорации L=15м двумя методами.

Таблица 2

Расчёт прокатного двутавра

Показатель	СП 294.1325800.2017	Lira Soft 10.8	Сходимость результа- тов
Максимальное нормальное напряжение	192,3 МПа	196,6 МПа	2,2 %
Коэффициент запаса общей устойчивости	0,8	0,98	18,3 %
Прогиб	9,2 см	9,3 см	1 %

Результаты расчёта перфорированной балки по методу конечного элемента дают близкие значения к расчётам согласно нормативной документации, наибольшие расхождения наблюдаются при расчёте на общую устойчивость и прогиб, 50% и 35% соответственно. Это объясняется тем, что расчёт по СП допускает пластические деформации тавровых сечений.

На основании полученных данных можно сделать два основных вывода:

1. Применение перфорированных балок приводит к уменьшению напряжений и прогибов, вследствие чего появляется возможность уменьшить экономическую составляющую при использовании меньших прокатных профилей.

2. Результаты расчёта полученные при использовании метода конечного элемента дают близкие значения к результатам расчета по нормативной документацией. Следовательно, проектирование перфорированных балок можно выполнять с использованием программных комплексов методом конечного элемента.

Библиографический список

1. СП 294.1325800.2017. Конструкции стальные. Правила проектирования. – Москва : ЦИНИИСК им. Кучеренко Госстроя России, 2017. – 167 с.

2. Кирпищиков, А. И. Применение перфорированной балки в строительстве / А. И. Кирпищиков // Новые технологии нефтегазовому региону. Тюмень, 2018. – С. 194-196.

Научный руководитель: Ефимов А.А., канд. техн. наук, доцент.

Анализ способов усиления оснований водопропускных сооружений автомобильных дорог

Кожемякина Т.Д., Замятин А.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Автомобильная дорога является сложным комплексным сооружением, которая включает в себя не только земляное полотно, дорожную одежду и элементы обустройства, но и искусственные сооружения.

Трубы – самые распространённые водопропускные сооружения на автомобильных дорогах, на один километр приходится 1-1,4 шт. Они составляют примерно 75% всех искусственных сооружений на автомобильных дорогах. [1]

Довольно часто на автомобильных дорогах в местах устройств водопропускных труб наблюдаются деформации и разрушения дорожной одежды и земляного полотна, которые проявляются в виде нарушения сплошности и ровности дорожной одежды и искривлении поперечного

профиля земляного полотна. Причиной данных деформаций и разрушений чаще всего является осадка основания водопропускной трубы из-за того, что основание слагается грунтами с малой несущей способностью, которые по той или иной причине были не заменены, либо из-за того, что основание постоянно подмывается действующим водотоком, в следствии чего происходит насыщение грунта основания водой.

Для ликвидации данной проблемы существуют два направления для развития:

1. Полное переустройство участка автомобильной дороги в месте устройства трубы, которое включает в себя: разбор дорожной одежды, земляного полотна, демонтаж водопропускной трубы и ее основания, а затем устройство заново с полным и точным соблюдением технологии;

2. Стабилизация основания для прекращения развития осадки с восстановлением поперечного и продольного профиля автомобильной дороги с последующим ремонтом дорожной одежды.

Если первый способ понятен и доступен, то второй является малоизученным. Чтобы преступить к разработке способов усиления основания водопропускных труб, был проведен патентный поиск.

1. Патент RU 2 592 004 C1 - Способ возведения сооружения на слабонесущих грунтах в акватории водных объектов:

Способ заключается в устройстве подушки технологических скважин сквозь слабонесущее основание. Закрепление слабых грунтов производится цементным раствором с предварительным размывом грунта через вертикальные технологические скважины методом струйной цементации, для чего под давлением закрепляющий раствор закачивают в толщу торфяника через вертикальные скважины, которые располагают в шахматном порядке. [2]

Достоинства:

- + повышение несущей способности грунтов;
- + проведение работ на обводненной территории.

Недостатки:

- возможность повышения несущей способности только на начальной стадии строительства, невозможно применить технологию на слабых основаниях уже существующих сооружениях.

2. Патент RU 2 588 250 C1 - Способ укрепления земляного полотна автомобильных дорог в местах устройства водопропускных труб:

Способ укрепления земляного полотна автомобильных дорог в местах устройства водопропускных труб включает бурение скважин, введение в тело дорожного полотна вяжущих компонентов. Скважины первоначально заполняют сыпучим строительным нерудным материалом и втапливают его в стенки скважин посредством раскатчика. Затем в скважины подают вяжущий компонент. Дополнительно бурят

отверстия между скважинами и их заполняют вяжущим компонентом. [3]

Достоинства:

+ повышение несущей способности грунтов уже построенного участка автомобильной дороги для предотвращения появления нежелательных деформаций дорожной одежды.

Недостатки:

- укрепление только боковой части земляного полотна, несущая способность грунтов под телом водопропускной трубы никак не изменяется.

1. Патент RU 2 594 495 C1 - Способ закрепления и усиления несущей способности обводненных мелкозернистых грунтов плывунного типа под основаниями и фундаментами зданий и сооружений:

Способ включает проходку инъекционных скважин, через которые с помощью иньекторов под давлением подают низковязкий раствор. [4]

Достоинства:

+ увеличенный радиус распространения инъекционного низковязкого раствора, который позволяет значительно уменьшить число инъекционных скважин, тем самым повышается экономическая эффективность способа и сокращаются сроки строительства водопропускных труб.

Недостатки:

- инъекционный раствор распространяется только у основания скважин.

На основании проведенного поиска будет разработан новый способ усиления основания водопропускных труб на автомобильных дорогах, который будет сочетать в себе все достоинства и исключать выделенные недостатки.

При разработке нового способа должно быть использованы современные материалы и механизмы, которые помогут сэкономить ресурсы и время. Также необходимо учесть специфику работ для домашнего региона: использование местных материалов и способы производства работ в сложных условиях (возведение автомобильных дорог на слабых и мерзлых грунтах).

Библиографический список

1. Искусственные сооружения на автомобильных дорогах [Электронный ресурс] // Мир знаний. – Режим доступа : <http://mirznani.com/a/219005-5/iskusstvennye-sooruzheniya-na-avtomobilnykh-dorogakh-5>.

2. Пат. 2592004 Российская Федерация, МПК E02D 17/18 (2006.01)_Способ возведения сооружения на слабонесущих грунтах в акватории водных объектов / Середин В. В., Третьяков О. В., Лобанов В. А., Плаксин А. А.; патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "Научно-исследовательское, проектное и

производственное предприятие по природоохранной деятельности "Недра" (ООО НИПППД "НЕДРА"). – № 2015119940/03; заявл. 26.05.2015; опубл. 20.07.2016, Бюл. № 20.

3. Пат. 2588250 Российская Федерация, МПК E02D 17/20 (2006.01) Способ укрепления земляного полотна автомобильных дорог в местах устройства водопропускных труб / Ланис А. Л., Карелина Е. Л.; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Сибирский государственный университет путей сообщения" (СГУПС) . – № 2015115431/03; заявл. 23.04.2015; опубл. 7.06.2016, Бюл. № 18.

4. Пат. 2594495 Российская Федерация, МПК E02D 3/12 (2006.01) Способ закрепления и усиления несущей способности обводненных мелкозернистых грунтов плавунного типа под основаниями и фундаментами зданий и сооружений / Орищук Р. Н., Собкалов П. Ф., Собкалов Ф. П.; патентообладатель Открытое акционерное общество "Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б. Е. Веденеева". – № 2015127167/03; заявл. 06.07.2015; опубл. 20.08.2016, Бюл. № 23.

Научный руководитель: Замятин Алексей Валерьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильных дорог и аэродромов

Оценка надежности соединения железобетонной плиты с деревянными ребрами в балке композитного составного сечения

Короткова Д.И., Филисюк В.Г.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В современной строительной отрасли осуществляются идеи на основе применения различных строительных материалов в одной конструкции для рационального использования каждого из них. Одной из таких конструкций является балка композитного составного сечения, состоящая из деревянных ребер и железобетонной плиты, включенной в совместную с деревянными ребрами работу (рисунок 1) [1]. До актуализации действующей нормативной литературы [1] такое композитное сечение не рассматривалось, отсутствовали нормы по расчету данного типа конструкции, что свидетельствует о ее новизне и актуальности.

Применение данного композитного сечения в новом строительстве и при реконструкции и усилении существующих зданий и сооружений имеет ряд преимуществ:

- Перекрытия обладают меньшей деформативностью и зыбкостью по сравнению с чисто деревянными, уменьшается высота сечения балок;
- Композитное сечение с железобетонной плитой в сравнении с деревянным перекрытием является более устойчивым к воздействию на него специальных технологических и вибрационных нагрузок;

- Сформированный диск перекрытия композитного сечения увеличивает жесткость конструкции здания, сооружения в целом.

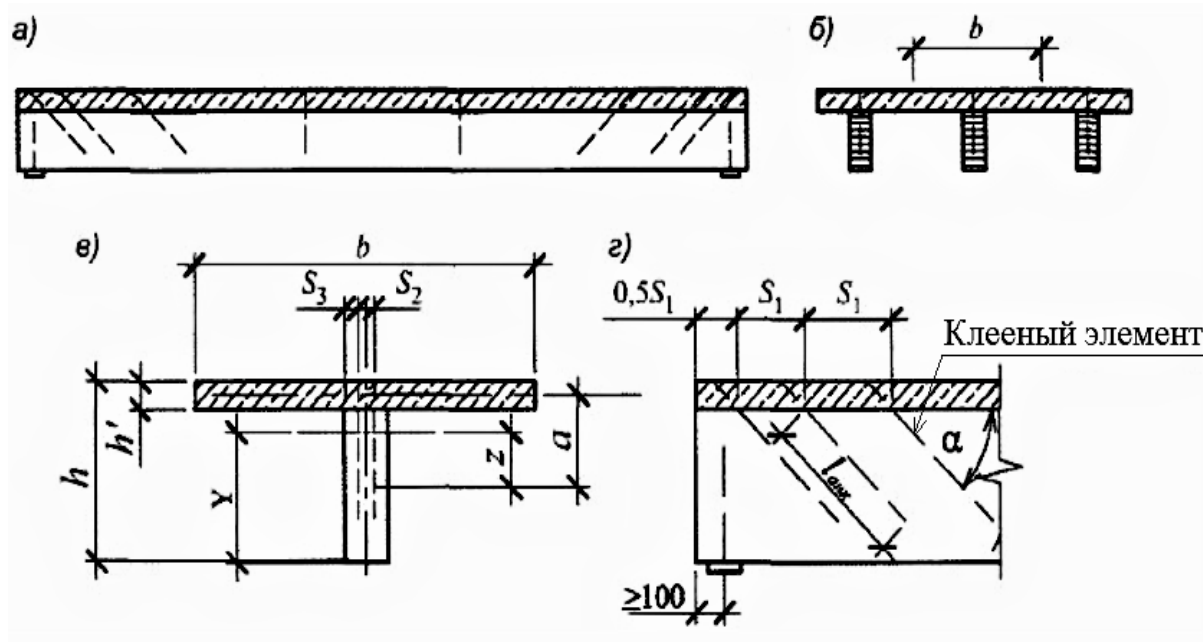


Рисунок 1. Балка композитного сечения: а) - общий вид; б) - поперечное сечение; в) - геометрические характеристики поперечного сечения; г) - опорная зона балки

Такое комбинированное перекрытие устраивается путем создания монолитной железобетонной плиты, опираемой на существующие деревянные балки, формируется прочное соединение элементов разнородных материалов и обеспечение их совместной работы.

Прочностные и деформативные характеристики балок композитного сечения зависят от надежности соединения разнородных материалов, его податливости [2]. В нормативной литературе в качестве соединения предлагается использование вклеенных стальных анкеров (рисунок 1) [1].

В приопорной зоне балки на границе соединения деревянного ребра и железобетонной плиты происходит взаимный сдвиг материалов композитного сечения, который воспринимается этими вклееными стержнями. Для оценки надежности такого типа соединения были выполнены расчеты в соответствии с существующей методикой [1], а также разработана программа эксперимента, целью которого является определение сопротивления сдвигу соединения железобетонной плиты и деревянного ребра. Рассматривается участок с наибольшими значениями сдвиговых усилий на вклеенных стальных анкерах в приопорном участке композитной составной балки.

Определение расчетных величин в данной работе проводится для балки пролетом 12 м шарнирно опертой по двум сторонам. Шаг деревянных ребер - 1,1 м. Значение кратковременной нагрузки, действующей на

балку, принято в соответствии с нормативной документацией [2] как для обеденных залов кафе, ресторанов или столовых.

В ходе конструктивного расчета подобрано сечение композитной составной балки со следующими параметрами:

- толщина железобетонной плиты - 100 мм;
- высота клееного деревянного ребра – 512 мм, ширина – 200 мм;
- угол наклона вклеенных анкеров $\alpha = 45^\circ$, их диаметр $d = 20$ мм;
- расстояния между осями анкеров в продольном направлении - $S_1 = 200$ мм, в поперечном - $S_2 = 40$ мм, и от оси до края в поперечном направлении $S_3 = 30$ мм.

Для проведения эксперимента изготавливается серия образцов в количестве 3 штуки. Каждый образец представляется собой модель приопорного участка композитной балки. Продольное и поперечное сечение модели представлено на рисунке 2. Все линейные размеры модели балки приняты кратно ее натуральной величине. Свесы полки плиты расчетного таврового сечения при работе соединения на сдвиг не учитываются, по этой причине поперечное сечение образца имеет прямоугольную форму с шириной равной ширине принятого деревянного ребра. Деревянное ребро выполнено с уступом равным 5 см, изображенном на продольном сечении.

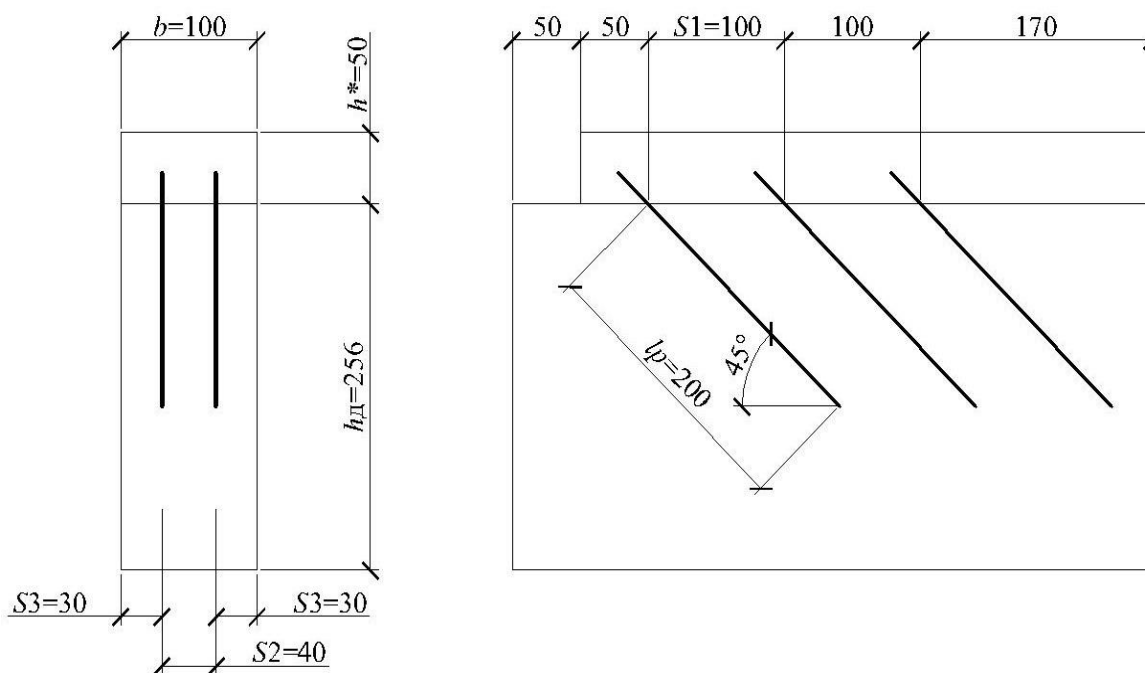


Рисунок 2. Продольное и поперечное сечения модели композитной составной балки

Возникновение сдвиговых усилий в продольном сечении на границе соединения материалов в образце композитной балки обеспечивается сжимающей силой, действующей в продольном направлении на деревянное ребро с одной стороны и на бетонную плиту - с другой. В ходе эксперимента фиксируются взаимные перемещения материалов образца от дей-

ствующей нагрузки, прикладываемой ступенями до разрушения испытываемого соединения.

Учитывая специфические особенности работы такой композитной конструкции перекрытия, проверка надежности соединения бетонной плиты и деревянного ребра является одним из важных конструктивных расчетов. Достаточная надежность соединения обеспечивает совместную работу материалов, безопасность конструкции и возможность осуществления ранее описанных преимуществ композитного перекрытия.

Библиографический список

1. Деревянные конструкции: СП 64.13330.2011: утв. М-вом строительства и жилищно-коммунального хозяйства Рос. Федерации 27.02.17 : введ. в действие с 28.08.17. – Москва : ЦНИИСК им В. А. Кучеренко. – 97 с.
2. Накашидзе, Б. В. Составные дерево-полимер-железобетонные несущие конструкции зданий и сооружений / Б. В. Накашидзе // Строительные материалы. – 2003. – № 5. – С. 28-29.
3. Нагрузки и воздействия: СП 20.13330.2016: утв. М-вом строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации 03.12.16 : введ. в действие с 04.06.17. – Москва : ЦНИИСК им В. А. Кучеренко. – 80 с.

Научный руководитель: Филисюк В. Г., канд. физ.-мат. наук, доцент.

Применение пеностеклянного щебня в дорожном строительстве на территории Западной Сибири

Лебедева М.А., Чухлатый М.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Месторождения нефти и газа в Западной Сибири стремительно осваиваются и развиваются. Это влечет за собой интенсивный рост развития транспортной инфраструктуры.

В соответствии с нормативными документами РФ дорожная одежда на автодорогах предусмотрена из щебня с армированием полимерной геосеткой в нижней ее части. Водоотвод с поверхности дорог обеспечивается двускатным поперечным профилем. Для исключения явлений подтопления. А также для пропуска поверхностных вод под подъездной автомобильной дорогой предусматриваются металлические трубы [1]

Типовой поперечный профиль дорожной одежды представлен на рисунке 1.

Территория Западной Сибири представляет собой пологоволнистую, плоскую заболоченную равнину, с большим количеством озер.

Из существующих инженерно-геологических процессов наиболее распространены криогенные процессы. Один из них термокарст, который

приводит к просадкам территории, уменьшению или потере несущей способности грунтов и к деформациям сооружений. Другим распространенным явлением является пучение причиной которого являются сезонное и многолетнее промерзание. Криогенное пучение при промерзании грунта приводит к образованию пучин в полотне автодорог [2].

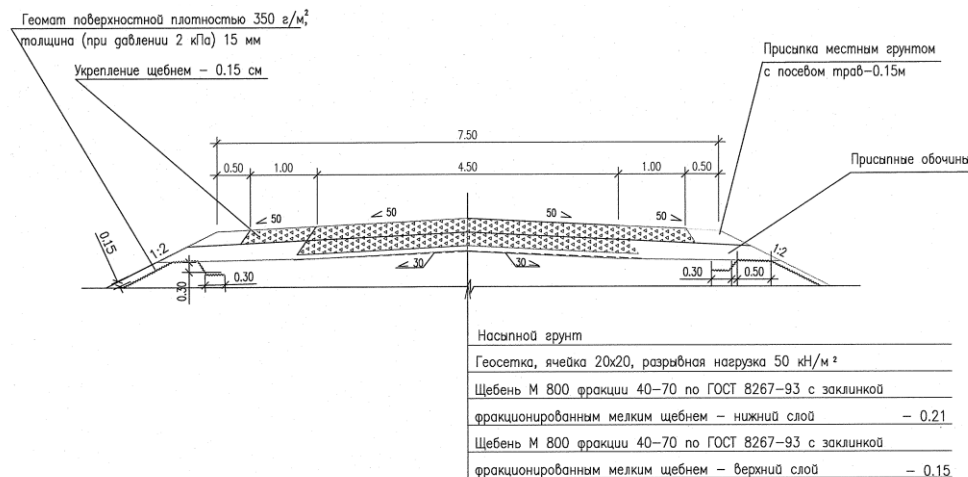


Рисунок 1. Типовой поперечный профиль дорожной одежды

Для района характерно практически сплошное распространение многолетнемерзлых грунтов (ММГ). При неоднократных циклах промерзания – оттаивания между частицами грунта образуются пустоты. Кроме того, на практике качество грунтов для возведения насыпи может не отвечать нормативным требованиям, встречается, что насыпь состоит из пучинистых грунтов, тогда он будет неспособен справляться с водоотведением. Таким образом наличие многолетнемерзлых грунтов и такие инженерно-геологических процессы как пучение и термокарст – основные условия возникновения различных деформаций и разрушений дорожных конструкций [3].

При строительстве автомобильных дорог в сложных геокриологических условиях лучшим решением для обеспечения необходимого запаса прочности и надежности будет нововведение материалов. Одним из таких материалов является щебень пеностекольный.

Щебень пеностекольный – искусственный пористый материал, изготавливаемый путём спекания в специальном оборудовании тонкоизмельченного стекла и экологичного газообразователя (глицерина). Стоимость пеностекла невысока – от 5500 руб. за 1 м³ в зависимости от фракции.

Свойства щебня пеностекольного:

- Низкая теплопроводность;
- Негорючесть;
- негигроскопичность;
- высокая прочность на сжатие (2 038 кПа) при малом весе (240 кг/м³);

- долговечность;
- морозоустойчивость;
- Экологичность.

Применение пеностекла дает возможность исключить отдельных дренажные конструкции, слои из песка, уменьшает несущий слой щебня.

Физико-механические характеристики пеностекольного щебня представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-механические характеристики пеностекольного щебня

Характеристика	Пеностекло
Плотность насыпная, кг/м ³	100-240
Теплопроводность в сухом состоянии, Вт/(м·К)	0,062-0,08
Теплопроводность в условиях эксплуатации Б, Вт/(м·К)	0,065-0,085
Прочность при сжатии, МПа (т/м ²)	0,35-1,98 (35-198)
Температурный интервал эксплуатации, °С	от -200 до +550
Уровень горючести, группа	НГ
Водопоглощение кратковременное при полном погружении на 24 часа, % об	1,5
Водопоглощение длительное при полном погружении на 28 суток, % об	2,4
Морозостойкость, марка	F100
Угол внутреннего трения	45-48°

Область применения щебня пеностекольного:

– дополнительные морозозащитные слои оснований в конструкциях дорожных одежд на участках распространения пучинистых грунтов для исключения процессов морозного пучения.

– теплоизоляционные слои в теле насыпи для исключения просадок насыпи на оттаивающих мерзлых грунтах [4].

Типовая конструкция дорожной одежды из пеностекольного щебня изображена на рисунке 2.

Конструкция дорожной одежды из пеностекольного щебня может использоваться при новом строительстве и при реконструкции и ремонте.

Применение пеностекольного щебня в качестве морозозащитного слоя при строительстве дорог позволяет сократить потребность в привозных материалах для строительства земляного полотна, а также добиться в грунтах температурной однородности и исключить сезонный переход через цикл заморозания-оттаивания. Это позволит исключить воздействие отрицательных геокриологических процессов [5].

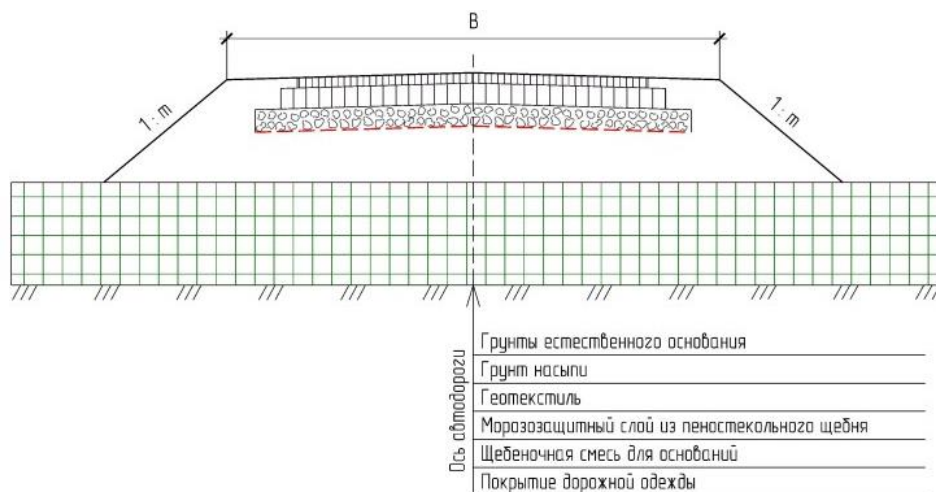


Рисунок 2. Типовая конструкция дорожной одежды из пеностеклянного щебня

Вывод: Пеностеклянный щебень идеально подходит для строительства автомобильных дорог в экстремальных условиях Арктики и Крайнего Севера РФ (распространение вечномёрзлых грунтов, глубокое сезонное промерзание, дефицит качественных грунтов для земляных работ). Предлагаемые инженерные решения обеспечат долгосрочную безаварийную эксплуатацию автомобильной дороги. Может быть получена значительная экономия на содержании и ремонте в течение жизненного цикла дороги за счет увеличения межремонтных сроков и предотвращения разрушения дорожных конструкций.

Библиографический список

1. Промышленный транспорт. Актуализированная редакция СНиП 2.05.07-91* : СП 37.13330.2012: утв. М-вом регионального развития Российской Федерации 29.12.11 : ввод. в действие с 01.01.13. – Москва : Аналитик, 2012 – 202 с.
2. Пузаков, Н. А. Влияние промерзания на устойчивость дорожных оснований / Н. А. Пузаков. – Москва : Дориздат, 1948. – 168 с.
3. Ромаданов, В. М. Пеностеклянный щебень. Технические характеристики и применение / В. М. Ромаданов, Т. В. Дормидонтова // Технические науки. Современные исследования и разработки : материалы Международ. науч.-практ. конф. – Казань, 2018. – С. 64-68.
4. Стабилизация грунтов методом «холодного ресайклинга» в условиях многолетнемерзлых грунтов для обустройства нефтегазовых месторождений / В. А. Горьков, А. Н. Коркишко, А. В. Набоков [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 7. – С. 20-24.
5. The method of calculating the settlement of weak ground strengthened with the reinforced sandy piles / T. Maltseva, A. Nabokov, Y. Novikov, V. Sokolov // MATEC Web of Conferences. – 2016. – P. 10-15.

Сравнительный анализ работы рамно-козловых свайных фундаментов на выдергивающую и горизонтальную нагрузки

Легостаев Д.И.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Анкерные фундаменты применяются в тех случаях, когда существует необходимость закрепления в грунтовом массиве сооружений, подверженных выдергивающим и горизонтальным усилиям.

Применяются множество разновидностей анкерных фундаментов:

- забивные железобетонные или металлические сваи
- инъекционные анкеры, винтовые сваи
- массивно-столбчатые
- анкерные плиты

Такие фундаменты имеют следующие недостатки:

- большие объемы земляных работ
- сложность работ в обводненных грунтах
- при производстве работ происходит нарушение естественной структуры грунта, а при обратной засыпке уменьшается плотность грунта
- при изготовлении инъекционных анкеров сложно прогнозировать размеры уширения
- анкеры из винтовых свай технически невозможно погружать на большие глубины
- малая несущая способность при использовании обычных свай

В развитие данного вопроса предлагается конструктивная схема рамно-козлового анкерного фундамента [1].

С целью оценки взаимодействия численной модели с грунтовым основанием было произведено сравнение перемещений фундаментов с различным наклоном свай при одинаковой выдергивающей и горизонтальной нагрузке, равной 3кН.

Моделирование взаимодействия фундаментов с основанием проводилось с помощью Midas GTS NX методом КЭ [2]. Полученные перемещения и напряжения в грунте представлены на рисунках 1-4.

Размер численной модели обусловлен геометрическими параметрами дальнейших моделей натурных испытаний.

Конструкции фундаментов представлены металлическими клиновидными сваями с углом наклона 0° , 15° , 30° от вертикали, поперечными размерами 5х5см, длиной заглубления 60см. В качестве основания используется суглинок легкий пылеватый, текучий, сильнодеформируемый в виде куба размерами 1,2м. Нагрузка прикладывается сверху ростверка.

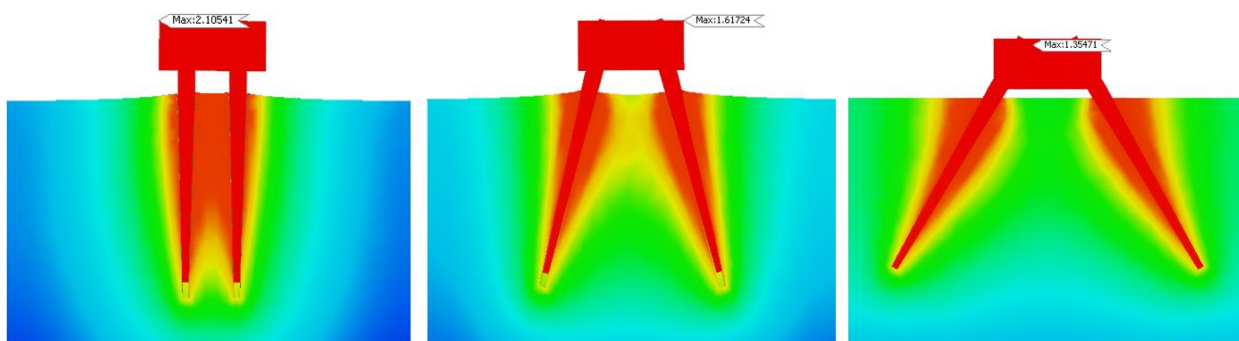


Рисунок 1. Вертикальные перемещения при выдергивающей нагрузке

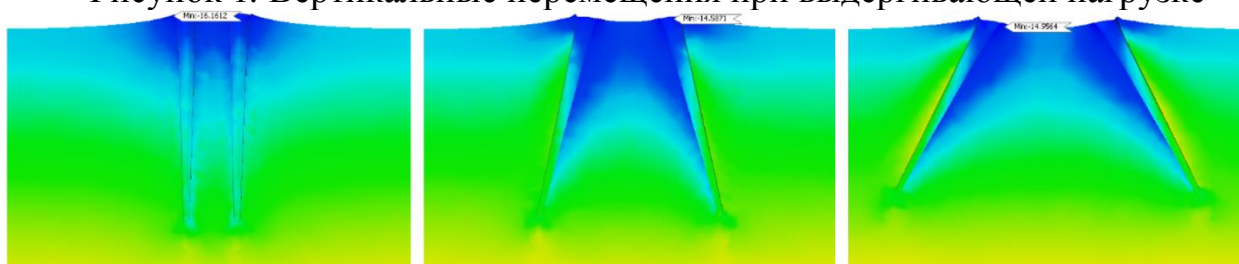


Рисунок 2. Напряжения в грунте при выдергивающей нагрузке

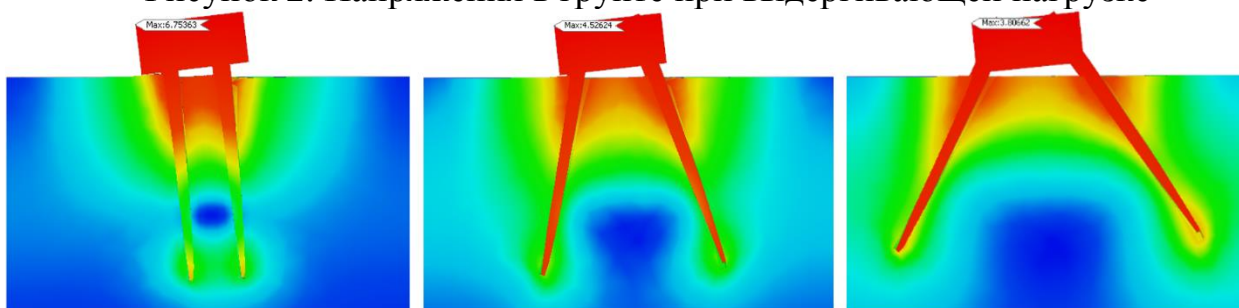


Рисунок 3. Горизонтальные перемещения при горизонтальной нагрузке

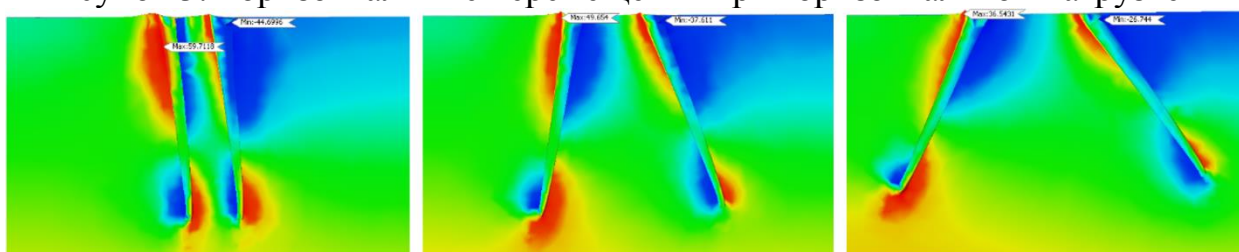


Рисунок 4. Напряжения в грунте при горизонтальной нагрузке

Примечание: на рисунках 1-4 масштаб деформаций увеличен в 20 раз для наглядности.

Таблица 1

Результаты численного эксперимента по деформациям

Угол наклона свай	Вертикальные перемещения при P=3кН, мм	Эффективность по сравнению с 0° при верт. нагрузке, %	Горизонтальные перемещения при P=3кН, мм	Эффективность по сравнению с 0° при гор. нагрузке, %
0°	2.105	-	6.754	-
15°	1.617	+23.2	4.526	+33.0
30°	1.355	+35.6	3.806	+43.6

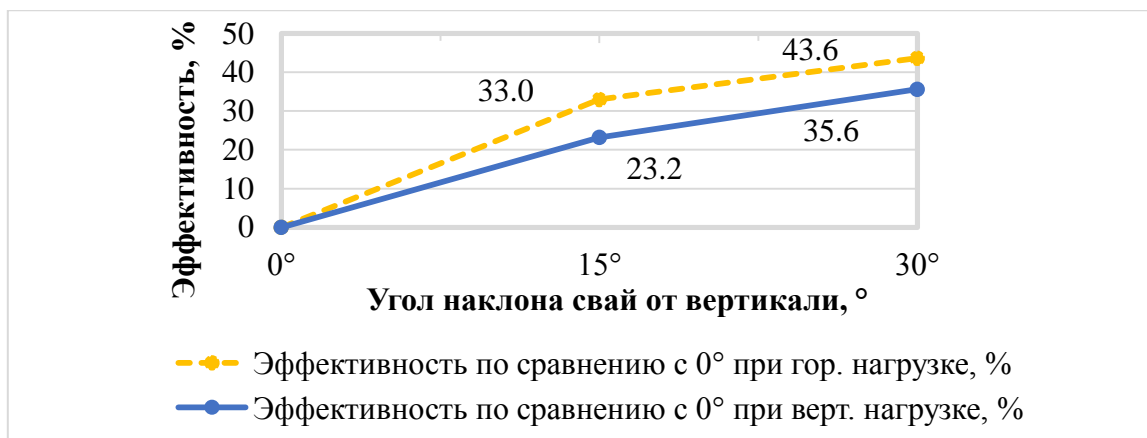


Рисунок 5. Рисунок изменения эффективности фундамента в зависимости от угла наклона свай

Из анализа результатов расчета (см. таблицу 1), получено, что при увеличении угла до 30° перемещения от вертикальной нагрузки уменьшились на 35.6%, а от горизонтальной нагрузки на 43.6% по сравнению с обычными сваями.

Повышение несущей способности от увеличения наклона свай при горизонтальной нагрузке происходит за счет увеличения отпора грунта от вдавливания клиновидной наклонной сваи в грунт при повороте фундамента. Кроме того, в противоположной наклонной свае так же увеличивается удерживающий момент за счет повышенного эксцентриситета суммарного отпора грунта на поверхности этой сваи.

При работе на выдергивающие нагрузки ограничение перемещения грунта вверх обеспечивается только за счет собственного веса и незначительным сцеплением в связных грунтах. Поэтому возрастание несущей способности, при увеличении наклона свай, происходит за счет большего объема грунта, вовлекаемого в работу, что наглядно демонстрируют результаты моделирования (см. рисунок 1,2).

Библиографический список

1. Бай, В. Ф. Расчет осадки рамно-козловых фундаментов по результатам экспериментальных исследований / В. Ф. Бай, С. А. Еренчинов // Вестник гражданских инженеров – 2014. – № 2. – С. 69-73.
2. Готман, А. Л. Расчет свай переменного сечения на совместное действие вертикальной и горизонтальной нагрузок методом конечных элементов / А. Л. Готман // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2000. – № 1. – С.6-12.

Научный руководитель: Бай В. Ф., канд. техн. наук, зав. каф. строительных конструкций.

Деревянные стеновые панели, изготовленные с применением технологии МНМ (Massiv-Holz-Mauer)

Леконцева Ю.Е.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Massiv-Holz-Mauer (МНМ) – это инновационная технология, разработанная немецкими специалистами, название которой переводится как «массивная деревянная стена» [1]. Она предполагает собой изготовление деревянных панелей, имеющих продольно-поперечную слоистую структуру. Преимуществами конструкций, изготовленных по технологии МНМ, являются: долговечность, отсутствие усадки, стойкость к статическим нагрузкам, устойчивость к биологическим поражениям.

Данная технология недостаточно адаптирована к климатическим условиям Тюменского региона, поэтому с целью экономии древесины и улучшения теплозащитных свойств стеновых панелей предлагается внести изменения в их конструктивное решение и выполнить расчет на прочность.

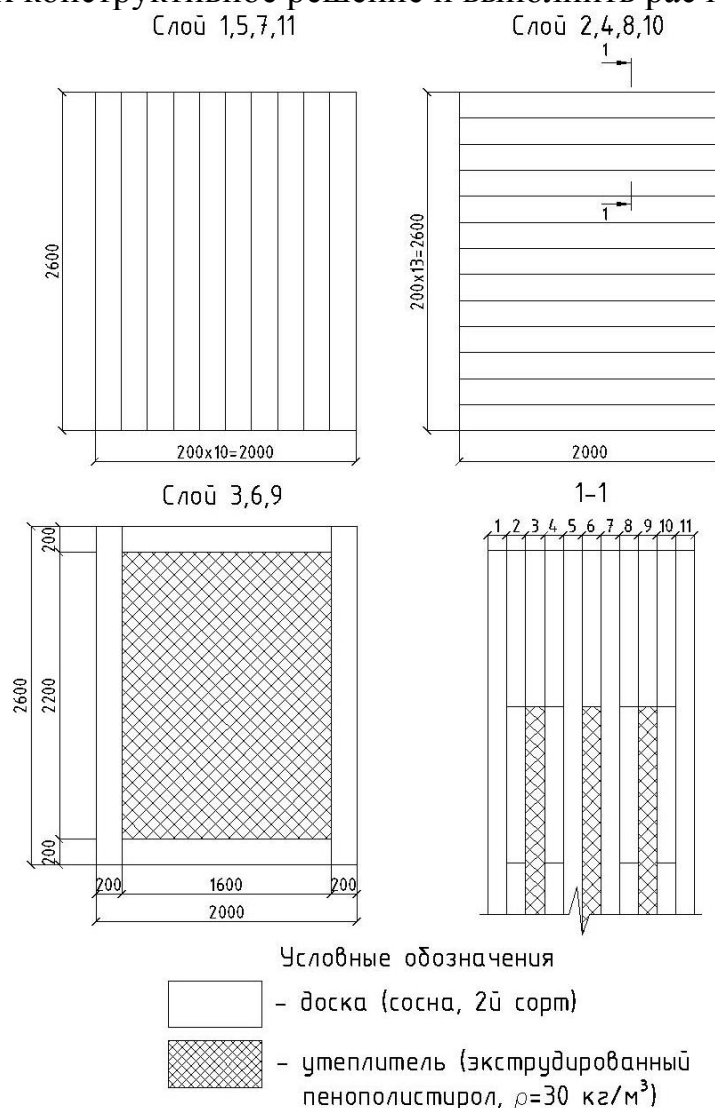


Рисунок 1. Раскладка материалов по слоям стеновой панели

Строительная конструкция, изображенная на рисунке 1, представляет собой многослойную деревянную панель с добавлением утеплителя с сохранением перекрестной раскладки слоев. В качестве утеплителя используется плитный экструдированный пенополистирол плотностью 30 кг/м^3 . Сопротивление теплопередаче R_0 такой конструкции составляет $3,63 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$.

В деревянной стеновой панели используются доски длиной 260 см , шириной 20 см и толщиной 24 мм . Толщина одного слоя утеплителя $\delta = 24 \text{ мм}$. Всего 11 слоев. Размеры целой готовой стеновой панели: ширина $B = 200 \text{ см}$, высота $H = 260 \text{ см}$, толщина $S = 26,4 \text{ см}$.

Расчетная схема стеновой панели представляет собой стержень, закрепленный с обоих концов шарнирно, как показано на рисунке 2. К расчету принимаются 4 ветви, причем учитываются только те слои, в которых волокна древесины располагаются вдоль линии действия нагрузки. Это обусловлено тем, что слои, в которых волокна древесины расположены поперек линии действия нагрузки, практически не работают (расчетное сопротивление древесины сжатию вдоль волокон для 2-го сорта древесины $R_c = 19,5 \text{ МПа}$ в 7 раз больше расчетного сопротивления древесины сжатию поперек волокон $R_{c90} = 2,7 \text{ МПа}$ [2]).

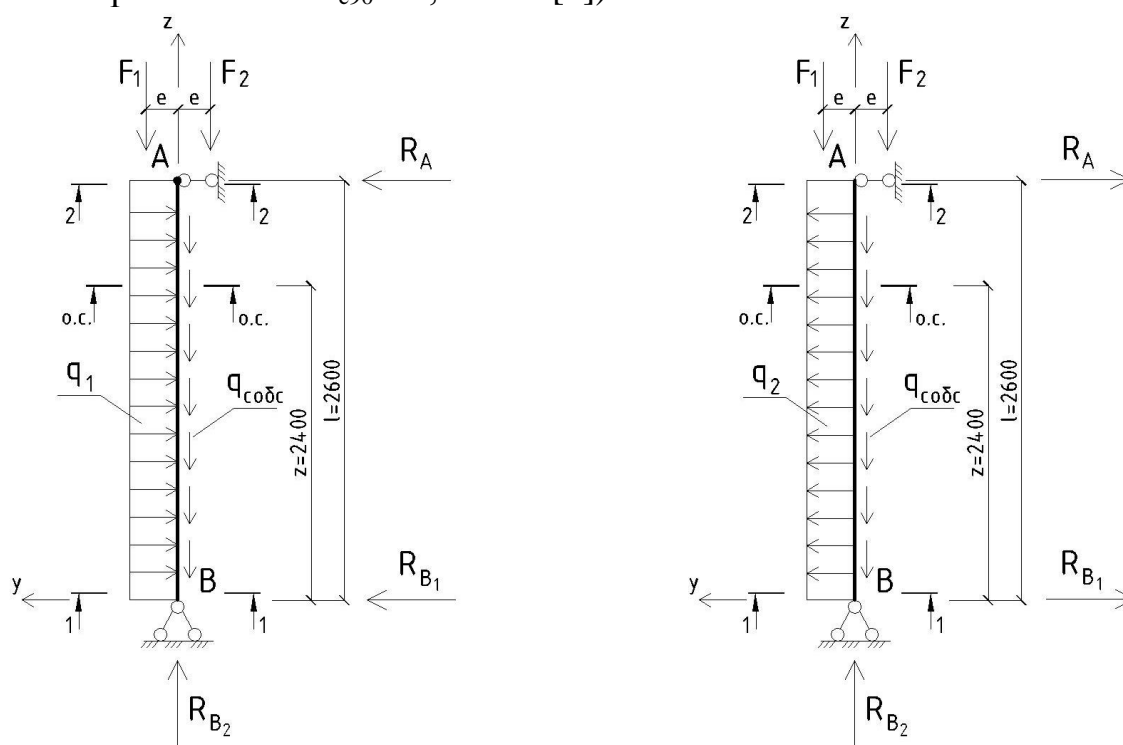


Рисунок 2. Расчетные схемы стеновой панели

На конструкцию действуют постоянная, снеговая и ветровая нагрузки. Возникают два расчетных случая: 1) на стеновую панель производится активное действие ветра; 2) на стеновую панель производится пассивное действие ветра. Напряженно-деформированное состояние стеновой пане-

ли: сжатие с изгибом. Опасное сечение располагается на расстоянии z , равном 2,4 м.

Согласно п. 7.17 [3] расчет на прочность по нормальным напряжениям сжато-изгибаемых элементов выполняется по формуле:

$$\frac{N}{F_{\text{расч}}} + \frac{M_{\text{Д}}}{W_{\text{расч}}} \leq R_c, \quad (1)$$

где $N = 1947,14$ кгс – продольное усилие в рассматриваемом сечении;

$F_{\text{расч}} = 960 \text{ см}^2$ – расчетная площадь поперечного сечения элемента;

$M_{\text{Д}} = 23254,55$ кгс·см – изгибающий момент от действия поперечных и продольных нагрузок, определяемый из расчета по деформированной схеме;

$W_{\text{расч}} = 3288,44 \text{ см}^3$ – расчетный момент сопротивления поперечного сечения элемента;

$R_c = 198,84 \text{ кгс/см}^2$ – расчетное сопротивление древесины сжатию вдоль волокон для 2-го сорта древесины.

По расчету максимальное напряжение составило $9,1 \text{ кгс/см}^2$, что не превышает допустимых напряжений, следовательно, прочность элемента обеспечена.

Библиографический список

1. 10 доводов в пользу МНМ [Электронный ресурс] // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2013. – № 10 (177). – С. 26-28. – Режим доступа : <https://elibrary.ru/item.asp?id=21053076>.

2. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80* [Электронный ресурс]. – Москва : Минстрой России, 2017. – Режим доступа : <https://dwg.ru/dnl/14493>.

3. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [Электронный ресурс]. – Москва : Минрегион России, 2012. – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/document/1200095525>.

Научный руководитель: Бай В.Ф., к.т.н., доцент

Использование метода PIV в лабораторных экспериментах

Липовец В.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Прошло немало времени с того момента, как первые лабораторные исследования характера деформаций оснований проводили в «обычном лотке», который состоял из ящика с жесткими стенками. Этот лоток позволял определять и измерять деформации и нагрузки, действующие на образец, и как следствие, строить график «нагрузка-осадка». Дальнейшие исследования показали, что сведение всего испытания к зримой поверхности позволяет увидеть то, что происходит в самом грунте, а также причины этих проявлений. Первоначально обработка данных проводилась ручным

способом (методы фотограмметрии и рентгенографии). Метод Курдюмова, показанный на рисунке 1 [1], метод муаровых полос и другие включали в себя непосредственное фотографирование движения грунтовых частиц и не позволяли получить всей необходимой информации о деформировании сыпучих грунтов. Тогда на смену им пришёл новый метод, который позволил провести исследование грунта и обработку деформируемых поверхностей (возможность увидеть изолинии в деформациях) – метод PIV.

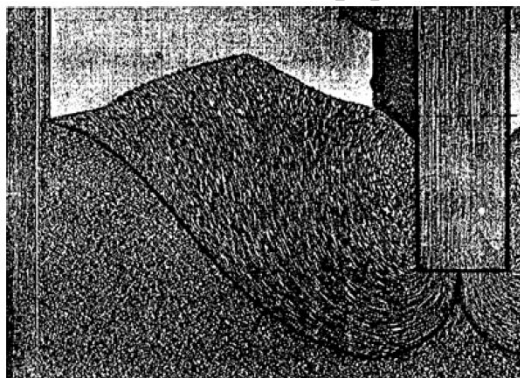


Рисунок 1. Разрушение грунта при двухстороннем выпирании (фотография Курдюмова)

Аббревиатура PIV расшифровывается как *Particle Image Velocimetry* и относится к бесконтактным методам измерений, который основан на цифровой обработке изображений. Метод PIV является цифровым методом трассерной визуализации, который позволяет определить поля перемещений частиц, деформации сдвига, объема и другие требуемые данные. Начало упоминаний об использовании естественных природных трассеров было описано еще в XV веке Леонардо да Винчи, который наблюдал за течением жидкости в водоемах [2].

Дэвид Уайт был первым, кто применил в геотехническом исследовании видоизмененный подход стандартного метода PIV [3]. Использование данного метода возможно к применению повсеместно, так как для испытаний требуется лишь площадка доступная к проведению фотосъемки при помощи цифровой фотокамеры.

Данный эксперимент может быть осуществлен в лабораторных условиях на специальном стенде для испытаний моделей фундамента, который разработан ООО «НПП-Геотек», общий вид которого показан на рисунке 2.

Представленная установка позволяет выполнение эксперимента в условиях плоской, а также осесимметричной деформации.

Стенд состоит из плоского лотка с прозрачными стенками, которые выполнены из ламинированных стекол (дуплекс). Чтобы исключить возможный прогиб стенок, установлены две решетки, выполненные из стали, узлы которых имеют опорные шайбы.

Нагрузка может подаваться редуктором под управлением шагового двигателя ступенчатым способом. Угол наклона внешней нагрузки может

принимать значения от 60° до 90° . Перемещения измеряются при помощи датчиков перемещений, а нагрузка при помощи датчика силы.



Рисунок 2. Стенд для испытания моделей фундамента

Использование методики цифровой обработки фотографий (метод PIV) становится возможным на базе данного стенда.

Сущность методики обработки данного метода испытаний основывается на кросскорреляционном алгоритме, когда положения частиц грунта регистрируются на разных снимках и при помощи специального ПО происходит обработка полученных изображений.

На сегодняшний день существует большой список программного обеспечения для графического оформления результатов испытаний методом PIV. Часть из них представлена как модули для *MatLab* (*GeoPIV*, *MatPIV* и др.), другая же часть как полноценное ПО (*PIVview*, *ProVISION* и др.).

В условиях лабораторного эксперимента используется ПО немецкой компании *PIVTEC GmbH*. Демо-версия *PIVview* имеет в своем арсенале большие возможности для графического вывода результатов с множеством встроенных фильтров. Однако, *PIVview Demo* не позволяет провести калибровку фотокамеры и возможности графического оформления ограничены, но этой версии достаточно для сохранения результата расчета поля перемещений, показанного на рисунке 3. Дальнейшая обработка возможна в *MatLab* как самостоятельно, так и с использованием дополнительных модулей.

Таким образом, существует множество методов для получения информации о деформировании сыпучих грунтов. Перспективным развитием существующих методик является испытание методом PIV. Важно отметить, что данная методика может получить свое дальнейшее развитие для повсеместного использования ее в экспериментальной части геотехниче-

ских лабораторий ВУЗов. В случае успешного применения PIV метода на практике, возможно привлечение научных ассоциаций для создания стандарта, по которому станет легче проводить эти испытания.

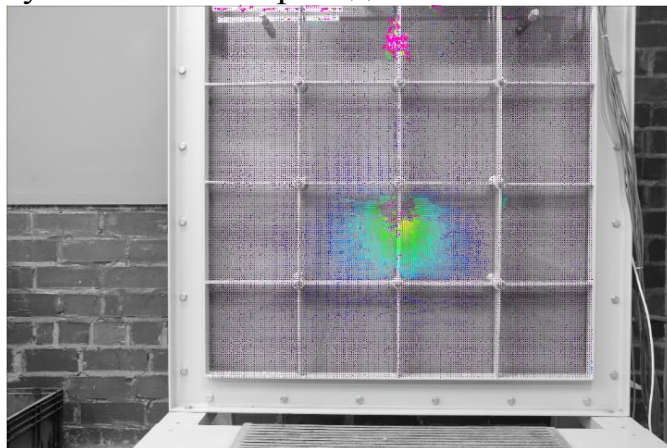


Рисунок 3. Построение векторов перемещений частиц грунта программой *PIVview* на примере погружения сваи в грунтовый массив

Библиографический список

1. Христов, Х. Санкт-Петербург, 1889 г.: первое фотографическое исследование процесса разрушения грунта под фундаментом / Х. Христов // Реконструкция городов и геотехническое строительство. – 2003. – № 7. – С. 187-192.
2. Адаптивные алгоритмы обработки изображений частиц для расчета мгновенных полей скоростей / М. П. Токарев [и др.] // Вычислительные технологии. – 2007. – Т. 12, № 3. – С. 109-131.
3. White, D. J. An investigation into the behaviour of pressed-in piles: doct. diss. / David J White; University of Cambridge. – University of Cambridge, 2002. – 390 p.

Научный руководитель: Мельников Р.В., канд. техн. наук, доцент.

Предпосылки совершенствования строительства городских улиц в современных условиях.

Мазур В.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Городская улично-дорожная сеть оказывает огромное влияние на экономическую и социальную жизнь современных городов. Для обеспечения наиболее эффективного определения расположения элементов в поперечном профиле улицы существует необходимость оценки и прогнозирования направления и количества перемещений людей с учётом возникающих у пользователей города желаний на данном пути и исторически сложившейся застройки.

По нашему мнению, в настоящее время актуальна проблема чрезмерно широкой проезжей части на городских улицах и уменьшения ширины и качества устройства тротуаров, приводящих к уменьшению заинтересованности людей перемещаться без использования личного транспорта и, как следствие, снижающая их экономическую активность. Помимо прямых необходимых затрат на содержание огромных площадей транспортной системы и необходимости вывоза с них снега в зимний период возникают и косвенные убытки для городов, вызванных уменьшением прибыли торговых предприятий, рассчитанных на пешеходов, что приводит к снижению налоговых поступлений в бюджет города.

В таблице 1 на основе анализа данных налоговой статистики, данных Росстата и исследования компании «ФинЭкспертиза» приведены статьи дохода государства, исходя из которых рассчитывается объём ассигнований Федерального дорожного фонда[1,2,3].

Таблица 1

Статьи дохода государства

Статья дохода	Сумма (млрд руб.) за год			Темп роста	
	2016	2017	2018	2017/2016	2018/2017
Госпошлина за регистрацию автомобилей	25	25,5	26,2	1,02	1,03
Разрешения на перевозку тяжёлых/опасных грузов	49,7	50,5	51,8	1,02	1,03
Компенсация за вред дорогам при перевозке тяжёлых грузов	20	21	23,5	1,05	1,12
Штрафы за нарушение ПДД	60	69,3	73,5	1,16	1,06
Транспортный налог с организаций	29,9	27,3	29,2	0,91	1,07
Транспортный налог с физических лиц	109,2	127,6	132,0	1,17	1,03
Акцизы на бензин	318,3	354,9	337,4	1,11	0,95

В таблице 2, представлен сравнительный анализ сумм доходов РФ с объёмом расходования средств Федерального дорожного фонда, представленных в годовых отчётах Минтранса России[4].

Резюмируя представленные данные отметим, что наблюдается соотношение расходования средств на автомобильные дороги к прямым доходам государства от автомобильного транспорта близкое к единице. Уменьшение данного показателя может быть вызвано изменением значе-

ния коэффициента, применяемого при установлении объёма бюджетных ассигнований Федерального дорожного фонда с 0,83 в 2016 году до 0,49 в 2017 и 2018 годах [5]. На наш взгляд, для оптимизации использования средств дорожного фонда необходима разработка и внедрение более дорогих проектных решений с целью снижения эксплуатационных затрат и повышения безопасности.

Таблица 2

Анализ доходов и расходов

Показатель	Сумма (млрд руб.) за год			Темп роста	
	2016	2017	2018	2017/2016	2018/2017
Доход бюджета государства от автомобилей по основным статьям	612,1	676,1	673,6	1,10	1,00
Расходование средств Федерального дорожного фонда	625,1	657,1	640,5	1,05	0,97
Соотношение расхода к доходу	1,02	0,97	0,95	0,95	0,98

В соответствии с предложенными рекомендациями предлагается рассматривать затраты на современные улицы и дороги в течение всего жизненного цикла сооружения и стремиться уменьшить совокупные затраты на строительство и его дальнейшее использование, а не только максимально уменьшить первоначальные вложения. Одним из таких решений является использование в конструкциях дорожных одежд монолитного железобетона, первоначальные капиталовложения на который выше, чем на классическую конструкцию с применением щебня и асфальтобетона, при этом имеющей срок эксплуатации до капитального ремонта до 25-30 лет в сравнении с 8-12 годами для асфальтобетона. Применение данного варианта в городских условиях приводит к необходимости переноса всех инженерных сетей, находящихся под проезжей частью и пересекающих её, в коллекторы, что также приводит к повышению требований к качеству проведения изысканий и возрастанию первоначальных капиталовложений при строительстве, одновременно с этим значительно облегчая доступ к ним и уменьшая вероятность разрушения дороги по причине размытия грунтов водой из незамеченных до этого участков сетей водоснабжения, требующих замены или значительного ремонта. Уменьшение количества работ по содержанию водопроводных сетей, требующих разрушения дорожной одежды, а, следовательно, и перекрытия движения на улицах. Данные изменения приведут к повышению качества жизни в городе и повысят привлекательность для людей с высокими требованиями к качеству городской среды и, как следствие, возрастает приток инвестиций в город.

Таким образом, рассмотрение более затратных альтернативных проектных и современных планировочных решений при разработке и строительстве городских улиц может приводить к значительным улучшениям, таким как снижение эксплуатационных затрат и повышение безопасности и привлекательности города.

Библиографический список

1. Налоговая статистика [Электронный ресурс] // Федеральная налоговая служба. – URL : <https://analytic.nalog.ru/portal/index.ru-RU.htm> (дата обращения: 24.03.2019).

2. Финансы [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. – URL : http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/finance/ (дата обращения: 24.03.2019).

3. Исследование: Штрафы на миллиард [Электронный ресурс] // ФинЭкспертиза. – URL : <https://finexpertiza.ru/press-service/researches/2018/shtrafy-na-milliard/> (дата обращения: 24.03.2019).

4. Дорожные фонды [Электронный ресурс] // Министерство транспорта Российской Федерации. – URL : <https://www.mintrans.ru/activities/214/56/documents> (дата обращения: 24.03.2019).

5. Порядки формирования и использования бюджетных ассигнований дорожных фондов [Электронный ресурс] // Электронный бюджет. - URL : [http://budget.gov.ru/epbs/faces/p/Бюджетная система/Бюджетный процесс/Порядки формирования и использования бюджетных ассигнований дорожных фондов?_adf.ctrl-state=132yhjkx82_4®ionId=71](http://budget.gov.ru/epbs/faces/p/Бюджетная%20система/Бюджетный%20процесс/Порядки%20формирования%20и%20использования%20бюджетных%20ассигнований%20дорожных%20фондов?_adf.ctrl-state=132yhjkx82_4®ionId=71) (дата обращения: 24.03.2019).

Научный руководитель: Александрова Н.Н., К.Э.Н., доцент.

Моделирование грунтовых насыпей на слабом основании с применением геосинтетических материалов

Мальшикина А.В., Волков А.А., Шабалин М.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На сегодняшний день все методы по определению конечной осадки и оценки устойчивости слабого грунта основания под действием нагрузки от собственного веса разработаны на линейные объекты.

Поскольку на нефтегазовых месторождениях имеется большое количество площадных объектов, к которым относятся: кустовая, вертолетная площадки, шламовые амбары и т.д. Все выше перечисленные площадки в свою очередь воспринимают различный диапазон статических нагрузок. Отсюда вытекает необходимость проведения модельных испытаний грунтовых насыпей на слабых основаниях с применением геосинтетических

материалов для определения осадки и устойчивости бокового выпирания слабого основания.

Для создания экспериментальной модели грунтовой насыпи на слабом основании были выбраны следующие материалы с определёнными физико-механическими свойствами, с целью создания прочной конструкции и снижения стоимости технологии строительства за счет правильного подбора строительных материалов. В таблице 1 представлены числовые физико-механические показатели.

На основе выбранных материалов смоделирована конструкция площадного объекта, представляющая собой насыпь, устроенную на слабом основании, с использованием геосинтетических материалов и местного некондиционного грунта с целью снижения конечной осадки торфяного основания и для увеличения устойчивости слабого грунта основания насыпи. Конструкция экспериментальной модели насыпи представлена на рисунке 2.

Таблица 1

Физико-механические свойства материалов

Наименование показателя	Результат испытаний
Грунт тела насыпи	
1. Модуль крупности	1,56
2. Насыпная плотность влажного песка, кг/м ³	1 480
3. Влажность, %	5,8
4. Содержание пылевидных и глинистых частиц, %	1,0
5. Содержание глины в комках, %	Отсутствует
6. Содержание вредных компонентов и примесей:	
- опал, моль/л	44
- слюда, %	1,8
- уголь, %	0,9
- органические примеси	Раствор светлее эталона
7. Наличие засоряющих примесей	Отсутствуют
8. Коэффициент фильтрации, м/сут	1,55
9. Эффективная удельная активность природных радионуклидов, Бк/кг	Менее 15 1 класс строительных материалов
Геосинтетический материал	
1. Поверхностная плотность, г/м ²	199,4
2. Ширина полотна, м	200,0
3. Длина полотна в рулоне, п.м.	100
4. Разрывная нагрузка, Н	
- в продольном направлении	247
- в поперечном направлении	246
5. Удлинение при разрыве, %	
- в продольном направлении	95
- в поперечном направлении	119
6. Сырьевой состав	полиэфир
7. Способ производства	иглопробивной

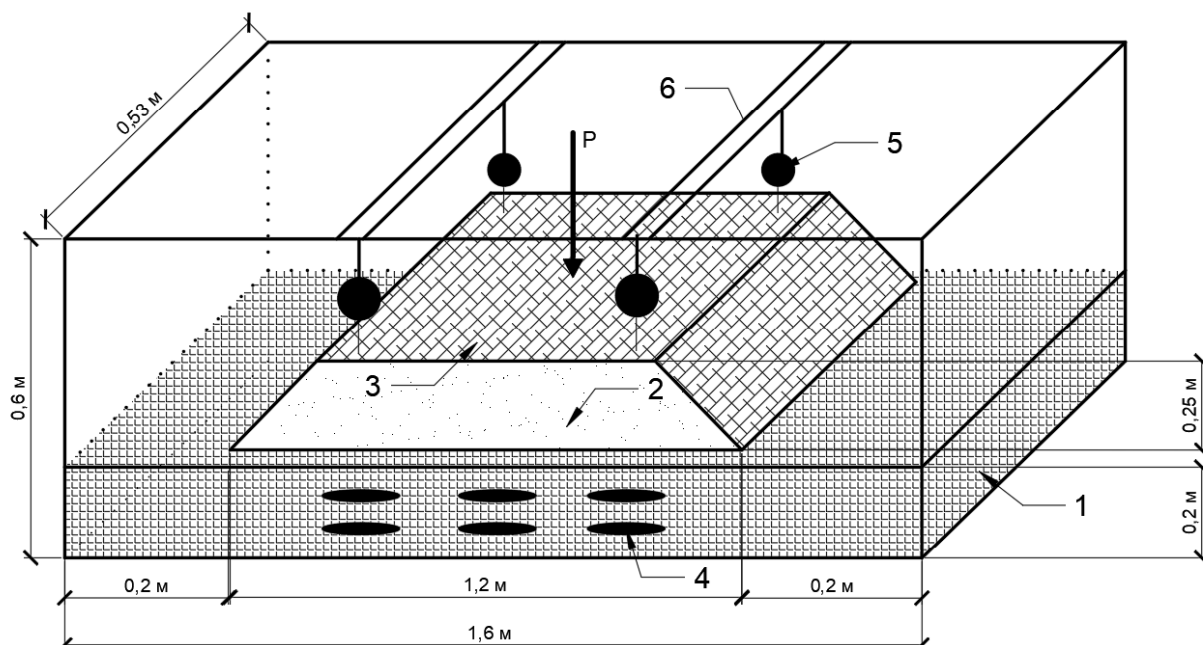


Рисунок 1. Экспериментальная модель кустовой площадки

1 – слабое основание; 2 – грунт тела насыпи; 3 – геосинтетический материал; 4 – мездозы; 5 – датчики часового типа; 6 – деревянные балки; P – нагрузка.

На основании экспериментальной модели кустовой площадки будут проведены следующие испытания по:

- определению конечной величины осадки, за счет изменения конструкции земляного полотна;
- оценке устойчивости основания с целью определения возможности бокового выпирания слабого грунта основания [1].

Библиографический список

1. Митрофанов, Н. Г. Особенности проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог в условиях Западной Сибири : методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство», профиль «Автомобильные дороги» всех форм обучения / Н. Г. Митрофанов, С. П. Санников, А. А. Теленкова. – Тюмень : РИО ФГБОУ ВО «ТИУ», 2016.

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

Физическое моделирование установки для статического испытания грунтов сваями

Матюков А.А., Гейдт А.В., Беляев Д.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На сегодняшний день для испытания грунтов сваями или штампами в области инженерных изысканий применяются различные принципиальные схемы установок [1-5].

Отличительная особенность предлагаемой установки, заключается в пространственной купольной конструкции несущего каркаса (рисунок 1), за счёт чего достигается не большая площадь поперечного сечения отдельной стержней. Соединение стержней в узлах осуществляется специально разработанными коннекторами, позволяющими соединять стержни под любым необходимым углом как в плоскости элемента, так и из плоскости. Коннекторы обладают универсальной конструкцией для всех узловых соединений, отличаясь только количеством преходящих узлов. Установка имеет двенадцать узлов в опорной зоне купола, это дает возможность подбирать необходимое количество анкерных свай в зависимости от требуемого давления создаваемого домкратом. Возможность установки значительного количества анкерных свай позволяет использовать сваи меньшей длины и поперечного сечения.

Применение купольной конструкции каркаса установки позволят достичь не большого веса и габаритов отдельных элементов конструкции (стержни, коннекторы, анкерные сваи). Это делает установку малогабаритной и мобильной в транспортном положении, что в свою очередь положительно сказывается на удобстве транспортировки (уменьшение транспортных затрат). Монтаж установки не требует привлечение крупногабаритной техники.

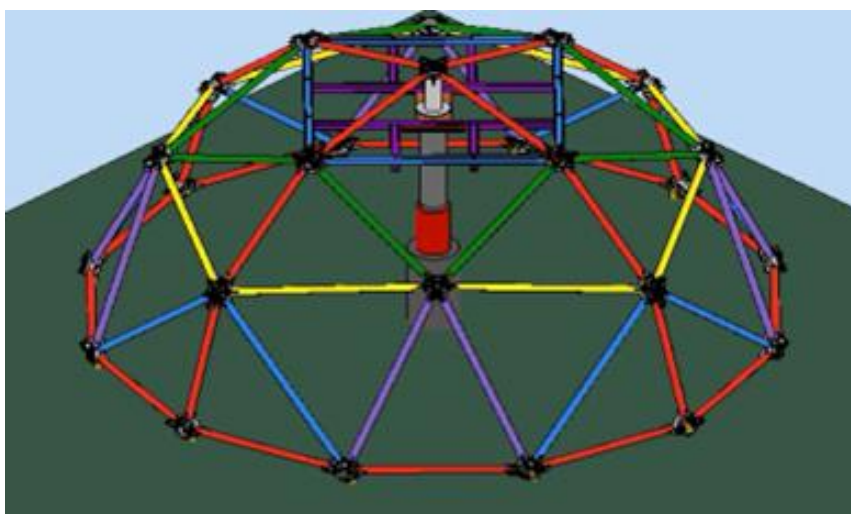


Рисунок 1. Конструкция установки для статических испытаний грунта сваями

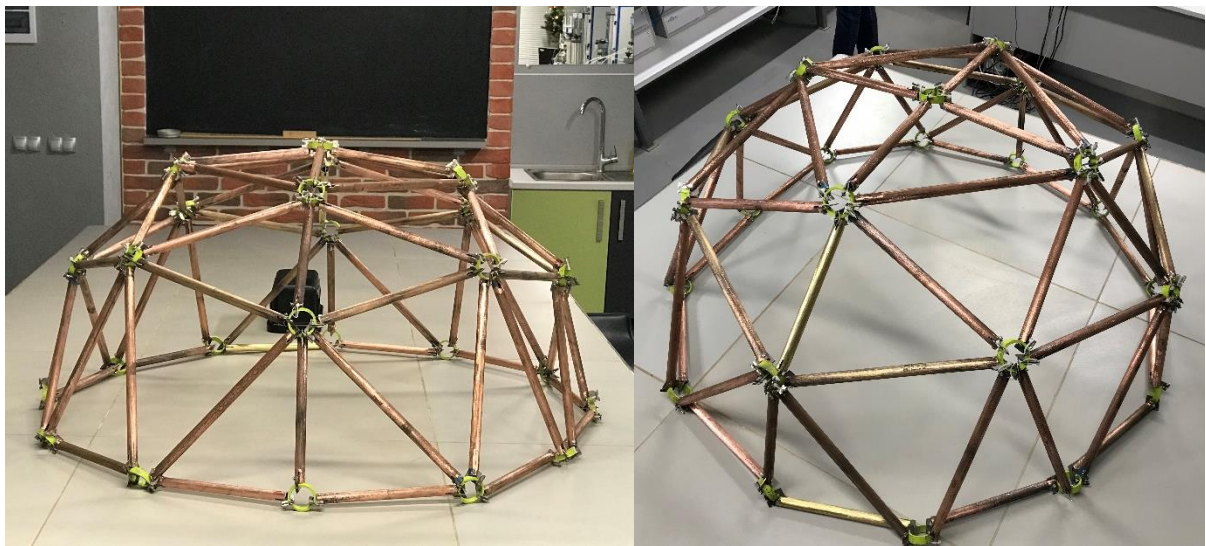


Рисунок 2. Общий вид модели установки

Для подтверждения жизнеспособности предлагаемой установки спроектирована и собрана модель (рисунок 2) в масштабе 1:4. В качестве стержней использованы медные трубки диаметром 16 мм.

Модель коннектором точно повторяет реально запроектированные и представляет из себя стальное несущее кольцо, выполненное из трубы 43x3 мм, фиксирующие пластины из стального листа толщиной 2 мм.

Для выполнения болтового соединения медных трубок с фиксирующими пластинами, в трубках выполнялись торцевые пропилы шириной 2-2,5 мм на глубину 15-20 мм и боковые сквозные отверстия диаметром 4-5 мм.

Выводы.

Установлено, что необходимо соблюдать точность при выполнении пропила в фиксирующей пластине для предотвращения люфта в узле при сопряжении с несущим кольцом. Ширина пропила должна быть равна толщине стенки несущего кольца.

Необходима разработка прижимного узла для предотвращения проскальзывания фиксирующей пластины по несущему кольцу.

Библиографический список

1. ГОСТ 5686–2012. Грунты. Методы полевых испытаний сваями. – Взамен ГОСТ 5686–94; введ. 2013-07-01. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 42 с.
2. ГОСТ 20276–2012. Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости. – Взамен ГОСТ 20276–99, введ. 2013-07-01. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 45 с.
3. Пат. 2626101 Российская Федерация, МПК E02D 33/00. Способ и устройство для испытания несущей способности с использованием кольцевого датчика / Хейз Д. А.; патентообладатель ЛОУДТЕСТ, ИНК. – № 2012115553; заявл. 18.04.2012; опубл. 21.07.2017, Бюл. № 21.

4. Пат. 80862 Российская Федерация, МПК E02D 33/00. Устройство для испытания несущей способности полых свай и грунтов / Дубинин В. Г., Горшков В. П., Дробышевский Б. А.; патентообладатель ОАО «Мостострой-13». – № 2008141136/22; заявл. 17.10.2008; опубл. 27.02.2009, Бюл. № 6.

5. Пат. 2244070 Российская Федерация, МПК E02 33/00. Инвентарное устройство для испытания свай-оболочек четырехоболочечной опоры моста статической нагрузкой / Кулиш В. И., Вдовенко А. В., Вдовенко А. В., Кулиш И. В.; патентообладатель Хабаровский государственный технический университет. – № 2003112085/28; заявл. 24.04.2003; опубл. 10.01.2005, Бюл. № 1.

Научный руководитель: Самохвалов М.А., канд. техн. наук, доцент каф. геотехники.

Исследование работы деревянной плиты перекрытия с учетом конструкции пола

Мишуренко Н.А., Еренчинов С.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В России достаточно долгое время (вплоть до конца 19-го века) деревянное домостроение занимало лидирующее положение. Однако во время наступления периода индустриального строительства повсеместное применение железобетонных и металлических конструкций привело к спаду использования конструкций из дерева.

На сегодняшний день в малоэтажном строительстве стали востребованными конструкции, изготовленные из экологически чистых возобновляемых материалов, отвечающие следующим требованиям: экономичность, простота изготовления и монтажа конструкции. Таким образом, применение конструкций из дерева может обеспечить выполнение всех современных требований к конструкциям. На текущий момент, конструкции, произведенные из дерева, занимают стабильное положение на рынке малоэтажного строительства.

Одним из наиболее перспективных направлений в деревянном домостроении является каркасное строительство. Особый интерес представляют конструкции панелей на деревянном каркасе с обшивками из древесно-композитных материалов.

Отечественный опыт показывает, что это направление востребовано на сегодняшний день: такие конструкции обладают высокой технологичностью, относительно невысокой стоимостью, быстротой монтажа, легкостью. Однако необходимо отметить, что технология производства и устройства таких панелей в нашем регионе ограничивается отсутствием научно-обоснованных конструктивных и технологических решений, кото-

рые позволили бы повысить прочность и жесткость, ускорить изготовление и монтаж, а также снизить стоимость конструкций. Таким образом, вопросы усовершенствования конструкции и технологии изготовления деревянных панелей являются актуальными и востребованными.

В нашем регионе широкое применение нашла технология изготовления каркасных панелей из деревоклееных двутавровых балок, состоящих из LVL бруса и OSB плиты. Исследованием работы этих конструкций занимался Б. С. Алимарданов в своей магистерской диссертации [1]. Согласно материалам исследования, деревоклееные двутавровые балки из LVL бруса и OSB плиты отлично подходят для строительства межэтажных перекрытий. Однако в связи с тем, что конфигурации строящихся зданий различны, возникает затруднение в унификации перекрытий: приходится изменять шаг балок либо выполнять составные сечения (сдвоенные, строенные балки). Таким образом, при строительстве каждого объекта приходится выполнять новую компоновку перекрытий, что снижает возможность организации непрерывного поточного производства каркасных панелей.

Данную проблему возможно решить, введя в работу деревянной плиты перекрытия конструкцию пола: неармированную цементно-песчаную стяжку. Совместная работа такой композитной конструкции обеспечивается за счет адгезии между цементно-песчаной стяжкой и деревянной плитой перекрытия. На сегодняшний день это решение мало освоено по ряду причин: расчет композитных конструкций такого рода не отражен в нормативной документации СП 64.13330.2017 [2]; недостаточно исследований о совместной работе деревянных конструкций и цементно-песчаной стяжки. Перспективы использования композитных конструкций основаны на развитии и усовершенствовании существующих методов расчета и технологии проектирования, а также накоплении экспериментальных данных.

По предварительным исследованиям изгибная жесткость цементно-песчаной стяжки больше изгибной жесткости гипсостружечной плиты в 70 раз. Таким образом, при работе конструкции на изгиб в виду разности жесткостей элементов деформирование цементно-песчаной стяжки и гипсостружечной плиты будет различно, что может привести к отрыву цементно-песчаной стяжки от гипсостружечной плиты. Для учета возможности отрыва цементно-песчаной стяжки от гипсостружечной, определим усилия, отрывающие стяжку от плиты, по методике предложенной в СП 266.1325800.2016 «Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования» [3]. Для определения предельного усилия, при котором происходит отрыв, проведем испытание композитной конструкции на отрыв.

Таким образом, несущая способность объединения конструкции цементно-песчаной стяжки и гипсостружечной плиты определяется из условия 1:

$$S < [S] \quad (1)$$

Где S – отрывающее усилие от внешней нагрузки определенное по расчету; $[S]$ – предельное усилие, при котором происходит отрыв цементно-песчаной стяжки от гипсостружечной плиты (определяется экспериментально).

Основопологающим критерием для определения расчетной схемы изгибаемых элементов является прочность шва сопряжения полки с цементно-песчаной стяжкой [4], а именно величина касательных напряжений, определяемая по формуле 2.

$$\tau = \frac{QS_n}{bI_n} \leq [\tau_{пр}] \quad (2)$$

где Q – поперечная сила от внешней нагрузки в рассматриваемом сечении; I_n – момент инерции всего сечения, приведенного к стяжке; S_n – статический момент площади сечения наращивания относительно оси, проходящей через центр тяжести всего сечения, $[\tau_{пр}]$ – предельная величина касательных напряжений, при которых происходит сдвиг цементно-песчаной стяжки относительно плиты (определяется экспериментально).

В зависимости от обеспечения условия 1 возможны две расчетные схемы сечений: с обеспечением сцепления между конструкцией плиты и цементно-песчаной стяжкой, при отсутствии сцепления между конструкцией плиты и цементно-песчаной стяжкой.

По результатам предварительного обзора области исследования выведены следующие положения:

1. Для исследования адгезии цементно-песчаной стяжки к гипсостружечной плите необходимо провести испытания композитной конструкции на срез;
2. Необходимо провести испытание композитной конструкции на отрыв, чтобы определить усилие, при котором происходит отрыв цементно-песчаной стяжки от гипсостружечной плиты;
3. Предварительно выбрана методика расчета сечения: конструкция с обеспечением сцепления между стяжкой и плитой либо конструкция при отсутствии сцепления между стяжкой и плитой.

Библиографический список

1. Алимарданов, Б. С. Исследование работы деревоклееной балки из ЛВЛ и ОСП в лабораторных условиях : дис. ... магистра: 08.04.01 / Бахадур Султанович Алимарданов; ТИУ. – Тюмень, 2017. – 83 с.
2. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80 : СП 64.13330.2017: утв. М-вом строительства и жилищно-коммунального хозяйства Рос. Федерации 27.02.17 : ввод. в действие с 28.08.17. – Москва : Стандартинформ, 2017. – 97 с.
3. Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования : СП 266.1325800.2016: утв. М-вом строительства и жилищно-

коммунального хозяйства Рос. Федерации 30.12.16 : ввод. в действие с 01.07.17. – Москва : Стандартиформ, 2017. – 124 с.

4. Мальганов, А. И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий / А. И. Мальганов, В. С. Плеваков, А. И. Полищук. – Томск : Томский межотраслевой ЦНТИ, 1990. – 316 с.

Научный руководитель: Еренчинов С.А., канд. техн. наук, доцент.

Применение различных моделей грунта при расчете строительных конструкций

Невянцева О.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время расчет совместной работы системы здание – грунтовое основание производится в таких программных комплексах, как SCAD Office, ЛИРА, Plaxis, MIDAS, Ansys, Abaqus, Robot Structural Analysis и других. Соответственно, перед проектировщиком встает выбор, в какой программе производить расчеты. Выбор программы зависит:

- от квалификации проектировщика, его умения работать в сложных расчетных программных комплексах;
- от того, насколько подробную информацию о грунтах основания содержит отчет по инженерно-геологическим изысканиям.

В данных программах грунтовое основания может быть описано различными моделями разной степени сложности. У простых моделей небольшое количество входных параметров, но и результат расчета получается приближенный. Применение сложных моделей требует большего количества исходных данных, но и поведение грунта они описывают более точно [1, 2, 3].

Например, если проектировщик моделирует грунтовое основание в программе ЛИРА, то будет применяться модель Пастернака, которая является одной из разновидностей контактных моделей, основание описывается при помощи двух коэффициентов постели, которые программа может вычислить, если будут заданы параметры грунта, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Параметры грунта для применения модели Пастернака

Параметры жесткости	
E	Модуль деформации грунта
ν	Коэффициент Пуассона

Если проектировщик имеет достаточно высокую квалификацию и умеет работать в таких программах как Plaxis и MIDAS, то он может применять уже более сложные модели, такие как: модель Мора-Кулона, Hardening Soil Model и другие. Чтобы применить модель Hardening Soil входные параметры, которые представлены в таблице 2.

Таблица 2

Параметры грунта для применения Hardening Soil Model

Параметры прочности	
c	Сцепление, кН/м ²
φ	Угол внутреннего трения, °
ψ	Угол дилатансии (определяется исходя из φ), °
Параметры жесткости	
E_{50}^{ref}	Секущий модуль жесткости при стандартном испытании грунта на трехосное сжатие при возможности дренирования, кН/м ²
E_{oed}^{ref}	Касательный модуль жесткости при первичном одометрическом нагружении, кН/м ²
m	Показатель степенной зависимости жесткости от уровня напряжений
Дополнительные параметры	
E_{ur}^{ref}	Жесткость при разгрузке/повторной нагрузке, кН/м ²
ν_{ur}	Коэффициент Пуассона при разгрузке/повторной нагрузке
p_{ref}	Контрольные напряжения, кН/м ²
K_o^{nc}	Коэффициент горизонтального напряжения при нормальной консолидации
R_f	Коэффициент разрушения
$\sigma_{tension}$	Прочность на растяжение, кН/м ²

Проанализировав таблицы 1 и 2, можно сделать вывод о том, что для применения Hardening Soil Model необходимо большее количество входных параметров, соответственно проектировщику необходимо располагать подробным отчетом по инженерно-геологическим изысканиям, где должны быть представлены данные одометрических испытаний. Такие испыта-

ния грунта могут быть выполнены только серьезной организацией, лаборатории в которой оснащены необходимым оборудованием, соответственно стоимость изысканий будет высокой.

При проектировании каких-либо уникальных зданий и сооружений, объектов, строящихся в сложных грунтовых условиях описание грунта с применением сложных моделей обязательно, так как нужно максимально точно смоделировать взаимодействие здания и грунтового основания.

Актуален вопрос о целесообразности применения сложных моделей грунта при проектировании строительных объектов, которые уникальными не являются. Для того чтобы получить ответ на этот вопрос необходимо выполнить расчет в двух программах, применяя простую и сложную модели грунта (например модель Пастернака и Hardening Soil Model). Далее сравнить полученные в результате расчета осадки фундаментов и усилия в строительных конструкциях (эталонным будут считаться результаты расчета в сложной модели). На основе этого можно сделать вывод, необходимо ли использовать сложные модели грунта, либо более экономически целесообразно будет выполнять расчеты с применением элементарных моделей и задавать небольшие запасы прочности, но при этом не будет необходимости в проведении дорогостоящих испытаний грунта.

Библиографический список

1. Цифровые модели в инженерной геологии и геотехнике / Н. Б. Гареева и [др.] // Актуальные проблемы технических, естественных и гуманитарных наук : материалы междунар. науч.-практ. конф. –Уфа, 2008. – Т. 15. – С. 108-110.
2. Парамонов, В. Н. Численное моделирование задач геотехники / В. Н. Парамонов. – Санкт-Петербург : Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, 2014. – 58 с.
3. Основы совместных расчетов зданий и оснований / М. В. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин, В. А. Шашкин. – Санкт-Петербург : Изд-во института «Геореконструкция», 2014. – 328 с.

Научный руководитель: Мельников Р. В., канд. техн. наук, доцент.

Разрушение дорожной одежды на участках примыкания к железнодорожному полотну

Никитин А.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Автомобильная дорога - комплекс конструктивных элементов, предназначенных для регулярного и безопасного движения автомобилей с установленными скоростями и нагрузками.

Одной из проблем на автодорогах является нарушение целостности покрытия в местах пересечения с железнодорожными путями. На боль-

шинстве пересечениях автодорожное полотно деформировано, что вынуждает водителей снижать скорость и маневрировать на прямых участках дороги, тем самым снижается безопасность движения.

Проблема разрушения дорожного полотна так же присутствует в местах примыкания к трамвайным путям, люкам смотровых колодцев и дождеприемным решеткам.

На территории г. Тюмени железная дорога в одном уровне пересекает автомобильные дороги в двадцати местах, большая часть примыканий находится в неудовлетворительном состоянии, что говорит о несовершенстве применяемых технологий.

Начиная с 2018 года ведется мониторинг состояния двенадцати железнодорожных переездов в городе Тюмени, восемь из них находятся в неудовлетворительном состоянии, и не обеспечивают беспрепятственного проезда. Схема расположения железнодорожных переездов представлена на рисунке 1.

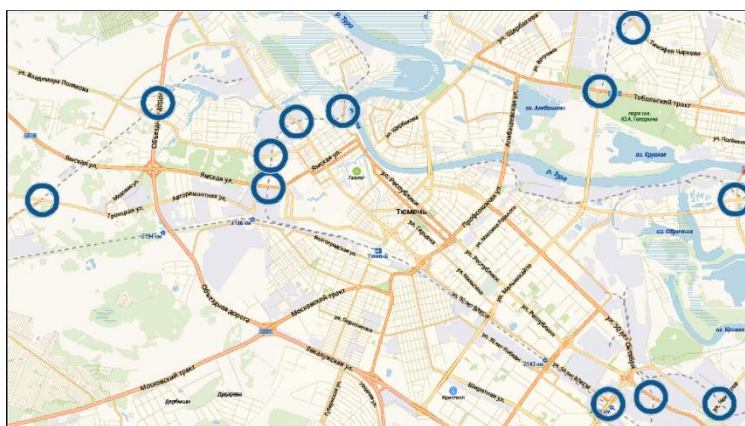


Рисунок 1. Схема расположения железнодорожных переездов в городе Тюмени.

Мониторинг включает измерения глубины колеи, размеров выбоин, перепадов полотен и раскрытия швов и трещин. Например, за наиболее неблагоприятный период года (с октября 2018 года по март 2019 года), на переезде по улице Тимофея Чаркова образовались выбоины и колеи. При этом глубина выбоины составила более 4 сантиметров. На других переездах имеющиеся дефекты также значительно прогрессировали. Состояние покрытия на начальный и текущий периоды для отдельных объектов представлено на рисунках 2 и 3.

Предварительно, в результате мониторинга состояния переездов, проводимого на протяжении шести месяцев, было установлено, что разница высот полотен на двенадцати переездах в среднем изменилась на 4 мм.

Рост и развитие деформаций на сопряжении дорожного покрытия с железнодорожными путями приводит: к снижению пропускной способности из-за того, что уменьшается скорость движения на переезде; к повышению аварийность на переезде и его подходах; к поломкам автомобилей.



Рисунок 2. Состояние дорожного покрытия на железнодорожном переезде ТКАД (на участке между ул. Фирменная и ул. Буковая в октябре 2018 года (слева) и в марте 2019 года (справа) по правой полосе наката.



Рисунок 3. Состояние дорожного покрытия на железнодорожном переезде по улице Тимофея Чаркого в октябре 2018 года (слева) и в марте 2019 года (справа).



Рисунок 4. График изменения разности высот между железнодорожным и автомобильным полотном.

В связи с этим появилась необходимость создания конструкции дорожной одежды на примыкании к железнодорожному полотну, которая

смогла бы обеспечить продолжительный срок службы без потери целостности покрытия и деформаций.

Для достижения этой цели необходимо изучить существующие технические решения, оценить эффективность реализованных решений, разработать, выполнить моделирование и испытать более совершенную конструкцию.

Библиографический список

1. Пересечения железнодорожных линий с линиями транспорта и инженерными сетями : СП 227.1326000.2014 : утв. М-вом транспорта Российской Федерации 02.12.2014 : ввод. в действие с 01.12.14. – Москва : ВНИИЖТ, 2014. – 62 с.

2. Пат. 2190057 Российская Федерация, МПК E01C9/04. Покрытие железнодорожного переезда на железобетонных шпалах Суворов И. С., Куликов Ю. Н., Галыбин Г. М., Никольская Л. А., Грибков А. В., Иванов Г. А., Неделева Т. В., Николаев В. Ю.; патентообладатель Открытое акционерное общество "Ярославский шинный завод". – No РД0074613; заявл. 24.12.2010; опубл. 10.02.2011.

3. Пат. 2149235 Российская Федерация, МПК E01C9/00. Многоколейный дорожный переход Нойманн Бернхард; патентообладатель ГМУНДНЕР ФЕРТИГТАЙЛЕ ГЕЗЕЛЛЬШАФТ М.Б.Х.УНД КО.КГ (АТ); заявл. 13.11.1995; опубл. 20.05.2000.

Научный руководитель: Санников С.П., доцент, кандидат технических наук, заведующий кафедрой АДиА.

Обследование зданий и сооружений

Никитин И.К.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Объем проводимых обследований зданий и сооружений, определение их технического состояния увеличиваются с каждым годом. Это связано с моральным и физическим износом, изменением форм собственности, приспособление реконструируемых зданий под нужды заказчика, обследование конструкций при всевозможных техногенных и природных воздействиях. Очень часто производится мониторинг всего здания или отдельной взятой конструкции, для определения деформаций и отклонений.

Обследование технического состояния зданий и сооружений — мероприятие, которое определяет действительное техническое состояние здания или сооружения и его элементов, получение оценки качества конструкций с учетом временных изменений, установление состава и объема работ по капитальному ремонту или реконструкции.

Задачи при проведении обследования аналогичны любым обследованиям технических конструкций в любой промышленной сфере. Исследования

телям необходимо убедиться, что объект находится в работоспособном состоянии, определить дефекты, повреждения конструкций, определить необходимость ремонта, или замены части поврежденной конструкции. Так же определить аварийное состояние здания, если оно существует.

Обследование проводится:

- Для зданий введенных в эксплуатацию, для недостроенных зданий (долгострой);

- Для зданий, уже находящихся в эксплуатации

Правила и периодичность обследования указана в ГОСТ 31937-2011 “Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния” [1] и СП 13-102-2003 “Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений” [2].

Обследование технического состояния зданий и сооружений состоит из трех этапов

- Подготовительные работы;
- Предварительное визуальное обследование;
- Детальное инструментальное обследование;

По результатам проведенного обследования составляется отчет о техническом состоянии несущих и ограждающих конструкций, инженерных сетей здания или сооружения. Также в отчете отражаются вероятные причины возникновения дефектов и примерный перечень работ по их устранению

Вся необходимость в проведении обследовательских работ состав и их объём зависят от поставленных задач. Обследование может проводиться, как для всего здания, так и для отдельно взятой конструкции или элемента: стены, кровля, фундаменты, перекрытия, фасады, инженерные сети.

Библиографический список

1. ГОСТ 31937–2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – Введ. 2014-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2014. – 72 с.

2. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений : СП 13-102-2003 : утв. Госстроем России 21.08.03 : введ. в действие с 21.08.03. – Москва : Госстрой России, ГУП ЦПП, 2004. – 26 с.

Деревянная балка с соединениями на металлозубчатых пластинах МЗП

Овчаров А.О.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В статье Исследование работы деревянной балки с соединениями на металлозубчатых пластинах МЗП [1] определен объект исследования - деревянная балка с соединениями на металлозубчатых пластинах МЗП.

Подбор требуемых размеров пластин для создания соединений, обеспечивающих прочность конструкции, произведен путём расчёта. Из СП 64.13330.2017 [1] известно, что соединения элементов дощатых конструкций на МЗП должны обеспечивать несущую способность по условиям смятия древесины около зубьев и изгиба самих зубьев пластин, а также по условиям прочности на растяжение пластин и срез зубьев.

Расчётная схема балки и эпюры изгибающих моментов и поперечных сил изображены на рисунке 1.

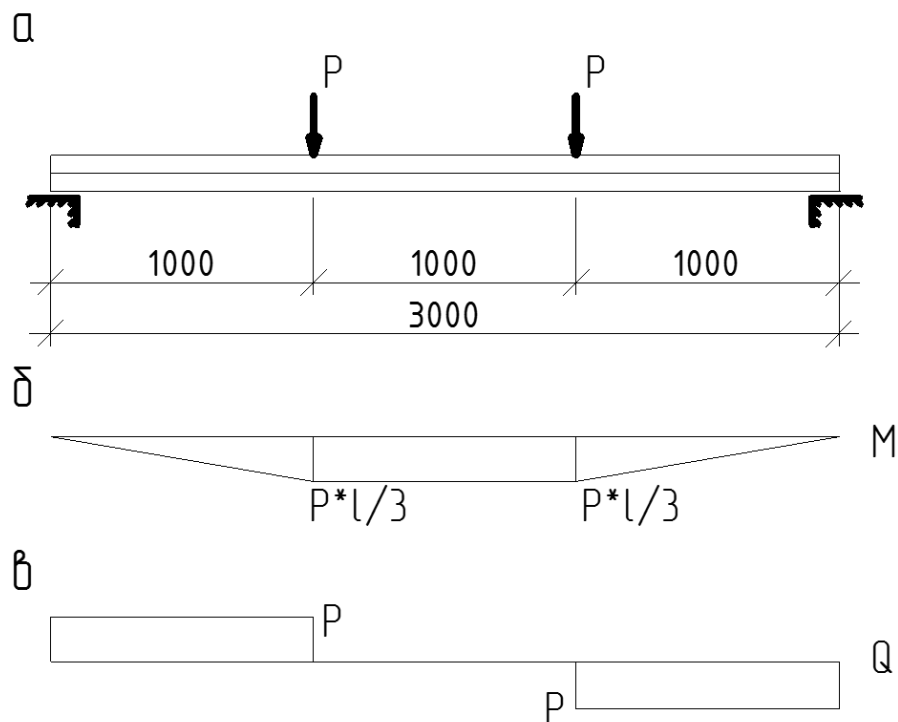


Рисунок 1. а – расчетная схема балки;
 б – эпюра изгибающих моментов;
 в – эпюра поперечных сил.

Выразим максимальную разрушающую нагрузку P :

$$P \leq \frac{3 * W_{\text{расч}} * R_{\text{и}}}{l} \quad (1)$$

Для изгибаемых составных элементов на податливых соединениях расчетный момент сопротивления $W_{\text{расч}}$ следует принимать равным моменту сопротивления нетто $W_{\text{нт}}$, умноженному на коэффициент k_w . По таблице 15 [2] для двух слоев в элементе и при пролете 3м $k_w=0,775$.

$$W_{\text{расч}} = \frac{k_w * b * h}{6} \quad (2)$$

Пролет балки принят $l=3000\text{мм}=3\text{м}$. Высота сечения $h=0,14\text{м}=140\text{мм}$. Ширина сечения $b=0,05\text{м}=50\text{мм}$. Балка изготовлена из древесины хвойных пород 2 сорта. Расчетное сопротивление на изгиб, сжатие и смятие вдоль

волокон $R_{и}=19,5\text{МПа}=195\text{кг/см}^2$. Расчетной сопротивлением скалыванию вдоль волокон $R_{ск}=2,4\text{МПа}=24\text{кг/см}^2$. (по таблице 3 [2])

Подставим (2) и принятые значения в выражение максимальной разрушающей нагрузки:

$$P \leq \frac{3 * W_{расч} * R_{и}}{l} = \frac{3 * b * h^2 * k_w * R_{и}}{6 * l} =$$

$$= \frac{3 * 5\text{см} * (14)^2\text{см}^2 * 0,775 * 195\text{ кг/см}^2}{6 * 300\text{см}} = 246,84\text{кг}$$

Максимальная разрушающая нагрузка $P_{max}=246,84\text{кг}$

Для проверки условия прочности по скалыванию необходимо посчитать геометрические характеристики поперечного сечения балки: $S_{бр}$ – статический момент брутто сдвигаемой части поперечного сечения элемента относительно нейтральной оси; $I_{бр}$ – момент инерции брутто поперечного сечения элемента относительно нейтральной оси. Для принятых характеристик поперечного сечения $S_{бр}=122,5\text{см}^3$, $I_{бр}=1143,33\text{см}^4$.

Расчетная поперечная сила Q по эпюре поперечных сил (рисунок 1.в): $Q=P=246,84\text{кг}$. Подставим полученные значения в формулу (3):

$$\frac{Q * S_{бр}}{I_{бр} * b_{рас}} \leq R_{ск} \quad (3)$$

$$\tau = \frac{246,84\text{кг} * 122,5\text{см}^3}{1143,33\text{см}^4 * 5\text{см}} = 5,29\text{ кг/см}^2 \leq 24\text{ кг/см}^2$$

Условие прочности по скалыванию выполняется.

Вычисляем сдвигающее усилие на опоре по формуле:

$$T = \tau * b * \frac{1}{2} * \frac{l}{2} = 5,29\text{ кг/см}^2 * 5\text{см} * \frac{1}{2} * \frac{300\text{см}}{2} = 1983,75\text{кг}$$

Расчетная несущая способность R на 1 см^2 рабочей площади соединений для пластин типа МЗП-1,2 и МЗП-2 в зависимости от величины угла β между направлением волокон и действующим усилием принимается по таблице 1 взятой из рекомендаций по проектированию конструкций с соединениями на МЗП [3].

Таблица 1.

Расчетная несущая способность для пластин МЗП на 1 см^2 .

Тип пластин	Расчетная несущая способность R в МПа (кг/см^2) при величине угла β в градусах				
	0-15	30	45	60	75-90
МЗП-1,2, МЗП-2	0,8 (8)	0,7 (7)	0,6 (6)	0,5 (5)	0,4 (4)

Находим расчетную площадь металлических зубчатых пластин на участке с однозначной эпюрой Q (коэффициент m_g взят из методики расчета узловых соединений, для балок принимается равным 0,5):

$$F_{\text{пл}} = \frac{T}{R * m_g} = \frac{1983,75 \text{ кг}}{8 \text{ кг/см}^2 * 0,5} = 495,94 \text{ см}^2$$

Принимаем пластины шириной 5см и устанавливаем на участках с однозначной эпюрой Q протяженностью 100см с каждой стороны опоры.

Условие прочности соединения на МЗП при срезе (п. К.7) [2]:

$$Q = 2 * R_{\text{ср}} * l_{\text{ср}} \quad (4)$$

Проверку условия прочности соединения на МЗП при срезе по осуществляем формуле (4). Сдвигающее усилие $Q=246,84 \text{ кг}$, расчетная несущая способность пластины на срез по таблице 2 при угле $\gamma=90^\circ$ $R_{\text{ср}}=35 \text{ кг/см}$, длина среза сечения пластины без учета перфорации $l_{\text{ср}}=5 \text{ см}$.

$$246,84 \text{ кг} < 350 \text{ кг} = 2 * 35 \text{ кг/см} * 5 \text{ см}$$

Условие выполняется.

Библиографический список

1. Овчаров, А. Е. Исследование работы деревянной балки с соединениями на металлозубчатых пластинах МЗП / А. Е. Овчаров // Новые технологии – нефтегазовому региону : материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Т. IV. – Тюмень, 2018. – С. 264-265.

2. СП 64.13330.2017. "Деревянные конструкции". – Москва : ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко - институт ОАО "НИЦ" "Строительство", 2017 – 97 с.

3. Рекомендации по проектированию и изготовлению дощатых конструкций с соединениями на металлических зубчатых пластинах // ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко. – Москва : Стройиздат, 1983 – 40 с.

Научный руководитель: Бай В.Ф., канд. техн. наук, доцент.

Анализ математических моделей расчета крио температур покрытия для целей дистанционного термокартирования улично-дорожных сетей

Овчинников А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.

Иновационные направления заданные в программе развития транспортной сети РФ определяют необходимости внедрения передовых технологий в различных направлениях дорожной деятельности. Одним из

наиболее прогрессивных подходов к обеспечению деятельности по содержанию дорог в зимний период является применение специализированных метеорологического дорожного обеспечения деятельности дорожных служб. Её основой является прогнозирование состояния дорожных покрытий на основе использования автоматизированных дорожных метеостанций. Их применение позволяет действовать предупреждающими методами, оптимизируя экономические расходы и уменьшая урон окружающей среде. Для обоснования дислокации пунктов мониторинга дорожных температур выполняется термокартирование. Под термокартированием понимают определение пространственных вариаций температуры дорожного покрытия и их представление в виде статистически обработанной базы данных [1]. В связи с тем, что городские улицы интегрированы в развитые транспортные сети, методы прогнозирования крио температур дорожного покрытия будут существенно отличаться от методов используемых для загородных дорог, представляющих собой линейные объекты. Таким образом, разработка методов термокартирования сетевых объектов является весьма актуальной и представляет научно-практический интерес. Анализ трендов мониторинга характеристик автомобильных дорог показал, что одним из наиболее перспективных методов сетевого термокартирования являются дистанционные. Основы мониторинга являются спутниковые снимки, получаемые с бесплатных картографических онлайн-ресурсов, дешифрирование которых при помощи аналитического аппарата позволяет получать результаты в виде термокарт (рисунок 1).

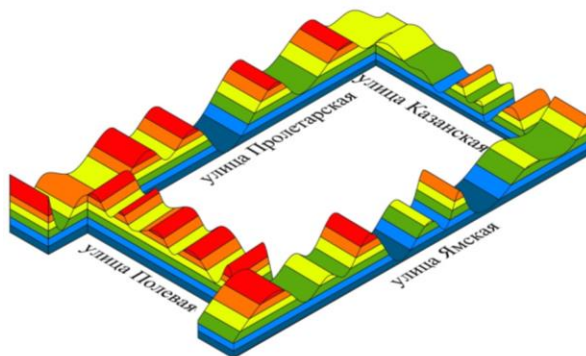


Рисунок 1. Пример термокарты.

На первом этапе исследования был выполнен анализ существующих методов аналитического определения крио температур дорожного покрытия, приведенных в отечественной и зарубежной литературе [2, 3].

Данный метод разработан для проектирования асфальтобетонных смесей в США. Для расчета температуры дорожного покрытия используют следующую формулу:

$$T_{II}^{\min} = 0,859 \cdot T^{\min} + 1,7$$

T_n^{\min} – минимальная температура асфальтобетонного покрытия, °С;

T_{\min} – минимальная температура воздуха в среднем году, установленная на основе метеорологических данных, °С.

В рамках исследования по определению температуры дорожного покрытия Я.Н.Ковалевым была предложена формула:

$$T_n^{\min} = 0,7 \cdot T^{\min}$$

T_n^{\min} – расчетная минимальная температура поверхности асфальтобетонного покрытия, °С;

T^{\min} – минимальная температура наружного воздуха, °С.

При организации зимнего содержания с использованием специализированного дорожного метео-обеспечения (СДМО) Т.В. Самодуровой была предложена следующая зависимость.

Начальную температуру $T(x,0)$ в любой точке x по глубине конструкции определим по формуле:

$$T(x,0) = T_{в.ср.} + \frac{(T_1 - T_{в.ср.}) \cdot (R_n - \sum R_x)}{R}$$

где $T_{в.ср.}$ – температура воздуха, средняя за период Δt , °С; R_n – тепловое сопротивление, характеризуется теплообмен покрытия с воздухом, (м²•К)/Вт; $\sum R_x$ – тепловое сопротивление слоев, расположенных выше глубины x , (м²•К)/Вт; R – суммарное тепловое сопротивление всех слоев дорожной конструкции и земляного полотна до глубина H (м²•К)/Вт.

Сравнительная характеристика методов приведена в таблице 1.

Таблица 1

Математические методы расчета крио температур дорожного покрытия

Название метода	Положительные аспекты	Недостатки
“Superpave”	Модель имеет экспериментальную основу, что даёт более точное определение температуры	Зимние температуры на территории РФ ниже температур США в 1,5-2 раза.
Методика Я.Н.Ковалева	Простота расчета крио температуры дорожной одежды	Не учитывает факторы, влияющие на температуру автомобильных дорог.
Исследование Т.В.Самодуровой	Включает в математическую зависимость многие факторы, влияющие на температуру дороги	Не учитывает положения и рельеф местности, где расположена автомобильная дорога

Проанализировав методы для определения крио температур дорожного покрытия, наиболее полной является математическая модель Т.В. Самодуровой. В дальнейшем планируется развитие данной методики включив в модель такие факторы, как высотные

Библиографический список

1. Базлова, Т. А. Комплексный подход к метеорологическому обеспечению и зимнему содержанию дорог на его основе. Термокартирование автомобильных дорог / Т. А. Базлова, Н. В. Бочарников, М. С. Виноградов // Метеорологическое обеспечение дорожного движения и зимнего содержания автомобильных дорог : семинар-совещание. – Краснодар, 2007. – С. 5.

2. Кирюхин, Г. Н. Температурные режимы работы асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог / Г. Н. Кирюхин // Дороги и мосты. – 2013. – № 2 (30). – С. 309-328.

3. Самодурова, Т. В. Оперативное управление зимним содержанием дорог: научные основы / Т. В. Самодурова. – Воронеж : Изд-во Воронежского государственного университета, 2003. – 168 с.

Научный руководитель: Тестешев А.А. , канд. техн. наук, доцент.

Возможные варианты повышения огнестойкости пространственной структуры типа «РАЗСТРУК»

Павлов Н.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Вследствие этого, модели строительных конструкций стали сложнее в геометрическом и математическом планах. Такие модели зачастую производят из коротких металлических стержней. Например, пространственные решетчатые конструкции, позволяющие перекрывать здания с большими пролетами [1]. Одним из примеров таких конструкций является объект моего исследования – структурная система типа «РАЗСТРУК». Данный тип структуры был разработан Николаем Васильевичем Кобзевым, являющимся старшим преподавателем Тюменского Государственного архитектурно-строительного университета.

На современном этапе строительного производства металлические конструкции являются очень распространенными за их высокую индустриализацию. Это позволило конструкциям из стали проникнуть во все сферы строительства: гражданскую, общественную, промышленную. Но несмотря на все имеющиеся плюсы металл имеет немало крупных минусов. Одним из таких минусов является низкая огнестойкость металлических конструкций.

В процессе проектирования металлических конструкций мы закладываем нормальную эксплуатацию зданий или сооружений, но при этом необходимо предусмотреть и чрезвычайные ситуации, при которых могут возникнуть отказы отдельных частей несущих конструкций. Для стали в целом очень важно обеспечить огнестойкость. Так как нагрев металлических конструкций свыше 300-350°C повышает пластичность металла, а также снижается прочность. При 500-600°C прочность снизится вдвое, по-

явятся значительные деформации, которые будут видны невооруженным взглядом, ну а продолжительное сохранение столь высокой температуры может привести к обрушению конструкций. Из этого следует, что при повышении температуры стальные конструкции теряют свои прочностные характеристики и увеличивается их деформативность.

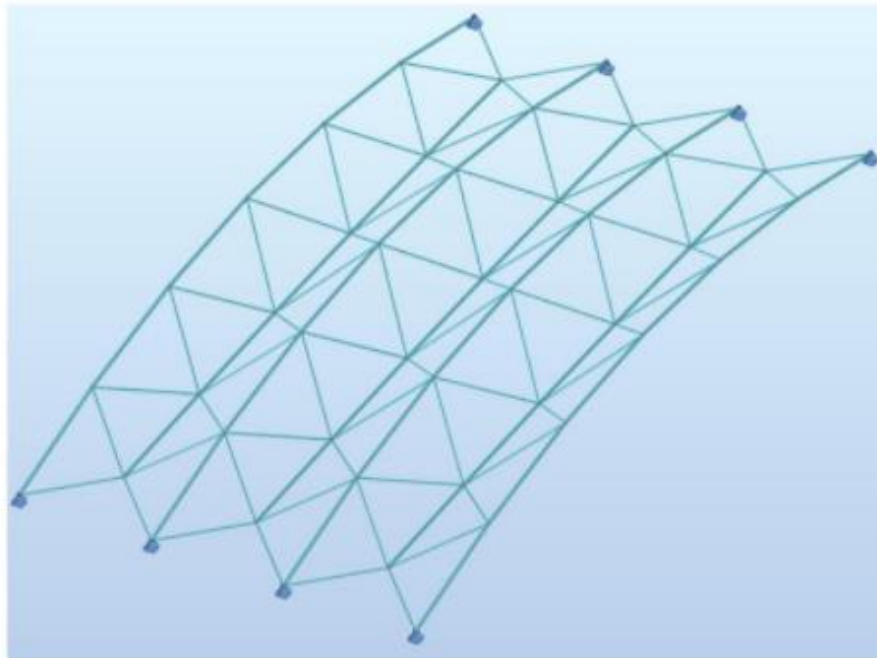


Рисунок 1. Геометрическая схема конструкции в разложенном положении.

Исходя из вышеизложенной информации следует вывод, что повышение предела огнестойкости конструкции является неотъемлемой частью при проектировании зданий и сооружений. Пределом огнестойкости называют время от начала испытания огнем до наступления одного или нескольких предельных состояний по огнестойкости. Для определения предела огнестойкости строительных конструкций используют ГОСТ 30247.0-94 [2] «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость». Важно четко знать, какой промежуток времени конструкция будет сохранять свои прочностные характеристики, так как это время будет необходимо, в первую очередь, для эвакуации людей из здания или сооружения.

Первым способом повышения огнестойкости металлических конструкций является облицовка несгораемыми материалами, которые имеют высокие теплоизолирующие свойства.

Плита, которой покрывается несущая конструкция, из-за низкой теплопроводности позволяет удерживать температуру самой конструкции в оптимальном положении, при котором несущая способность не снижается. Однако данный способ повышения огнестойкости для пространственной структуры типа «РАЗСТРУК» не подходит из-за наличия у дан-

ной конструкции большого количества элементов, при этом конструкция является раздвижной, что также затрудняет устройство подобного типа повышения огнестойкости.

Важно упомянуть, что возможны и следующие виды облицовки: использование бетонной плитки, керамических материалов, штукатурки и т.п.

Вторым способом повышения предела огнестойкости является орошение металлических конструкций распыленной и тонкораспыленной водой. Данный метод является активным методом повышения огнестойкости, который требует установку дополнительных систем. При этом стоит помнить, что такие системы могут выйти из строя во время пожара, что говорит об их ненадежности. Данные системы можно применять в конструкциях типа «РАЗСТРУК», но имеются и другие более лучшие варианты.

Третий способ повышения огнестойкости конструкции достаточно популярен – нанесение на поверхность конструкций специальных огнезащитных обмазок. Например, имеются такие обмазки, которые под воздействием температуры вспучиваются и образуют слой толщиной 25-35 мм с низкой теплопроводностью. Данный способ увеличения огнестойкости является универсальным для различных типов металлических конструкций. Для системы типа «РАЗСТРУК» нанесение специальных обмазок или их распыление является возможным вариантом.

Еще одним методом повышения огнестойкости является устройство подвесных потолков из негорючих материалов. Такой способ как правило применяется для защиты конструкций покрытия, например, ферм, пространственных систем. Этот вариант защиты является оптимальным для пространственных систем, так как нанесение огнезащиты на каждый элемент распылителем является трудоемким процессом и недостаточно надежным, так как трудно выполнима в узловых соединениях. Но при этом плюсе стоит помнить, что подвесные конструкции выполняются на те же системы покрытия, что будет увеличивать расчетную нагрузку на покрытие.

Вывод

1. Данная конструкция нуждается в повышении предела огнестойкости, так как конструкция выполнена из металла и боится высоких температур.

2. Возможными вариантами повышения предела огнестойкости являются метод обмазочного или распылительного типов и метод устройство изоляционных потолков.

3. Так как конструкция типа «РАЗСТРУК» предполагает полностью заводское изготовление, оптимальным вариантом огнезащиты является обмазочный или распыляемый метод. Заводское изготовление позволит разработать систему контроля нанесения огнезащиты, а также повышения качества нанесения самой защиты на конструкции.

Библиографический список

1. Минцковский, М. Ш. Перекрестные фермы / М. Ш. Минцковский. – Киев : Изд-во АА УССР, 1960. – 144 с.
2. ГОСТ 30247.1-94. Конструкции строительные. Метод испытания на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции. – Введ. 1996-01-01. – Москва : Изд-во стандартов, 2003. – 7 с.

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

Безопасность технологических процессов и снижение рисков на строительной площадке с использованием BIM технологий

Плаксина К.Н., Плаксина А.Н.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Строительство на сегодняшний день является неотъемлемой частью нашей жизни и приобретает с каждым годом все большие масштабы. Все шире становится спектр конструктивных и архитектурных решений в данной сфере, создаются и осваиваются новейшие строительные технологии и материалы. При таких быстро растущих тенденциях в строительстве, нельзя забывать о главных ресурсах- человеческих. Для этого на производстве должны создаваться и соблюдаться условия безопасности. Но как показывает статистика, риски на производстве все еще остаются актуальной проблемой.

При совмещении 3D-модели, календарного графика, а также норм безопасности образуется 4D-модель, где каждый элемент получил дополнительную информацию о времени начала и окончания выполнения работ. Полученная BIM-модель представляет собой сценарий виртуального строительства, который можно рассмотреть под любым ракурсом и получить максимально полную информацию о правильности спланированного графика или наглядно определить нестыковки в последовательности работ и технической безопасности на объекте [1].

Мониторинг на основе BIM технологии позволяет качественно по-новому подойти к контролю техники безопасности и охраны труда на строительном объекте. Пространственное моделирование объекта, например, строительной площадки позволяет разделить его на отдельные части и выделить границы для оценки ситуации на безопасность технологических процессов и охраны труда. Принцип оценки связан с разделением исследуемого объекта на элементарные площади строительного объекта до 100 м². На этом этапе важно исследовать наиболее опасные производственные факторы, которые будут подвергаться анализу.

BIM-модель на этапе строительства может решать такие вопросы безопасности как:

1. Для каждого участника проекта не только увеличивается понимание проводимых работ, но и предоставляется возможность скоординировать

свою деятельность с графиком проведения, например, опасных работ, графиком отключения сетей, ознакомить ответственных исполнителей с моделью реализации плана в динамике прямо на рабочем месте без бумаги. Все это, безусловно, влияет на повышение уровня безопасности работ.

2. Наличие BIM-модели строительной площадки позволяет проводить инструктажи по технике безопасности не только непосредственно в АБК или на входе на площадку, но и удаленным образом для коллектива нового подрядчика или следующей вахты. Изменения ситуации на строительной площадке будут немедленно отражаться в планах движения по площадке, планах вывода техники и средств, планах эвакуации. По мере строительства конкретных объектов необходимо постоянно информировать инструктируемых об изменениях в конструктиве и наличии новых опасностей. А с помощью таких технологий это становится намного эффективнее, что приводит к снижению рисков из-за неосведомленности.

Как пример внедрения информационного моделирования в сфере охраны труда и техники безопасности в России является компания «Эталон», которая использует на своих строительных площадках уникальную систему BIM-технологии, которая помогает добиться высочайшего уровня безопасности на объектах промышленно-гражданского строительства. Использование запатентованной методики по оценке состояния охраны труда и техники безопасности с применением технологии BIM «Safety Index» позволяет в 3 раза снизить различные риски при строительстве.

Преимущества BIM – это не только повышение точности сметных расчетов, повышение контроля качества строительного процесса, сокращение сроков и стоимости строительства, но и создание исключительно безопасных условий на строительной площадке [2].

Подводя итоги, можно констатировать, что включение в общую BIM-модель структуры техники безопасности позволяет не только сделать все этапы жизненного цикла объекта недвижимости более безопасными со всех точек зрения, но и обосновывает необходимость наличия BIM-модели в принципе, как неотъемлемого компонента запущенного в эксплуатацию объекта.

Библиографический список

1. Уськов, В. В. Инновации в строительстве: организация и управление : учебное пособие / В. В. Уськов. – Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. – 342 с.
2. Круглов, М. Г. Инновационный проект. Управление качеством и эффективностью : учебное пособие / М. Г. Круглов; Рос. акад. нар. хоз-ва и гос. службы при Президенте РФ. – Москва : Дело, 2011. – 333 с. : ил.

Научный руководитель: Цыганкова М.А., старший преподаватель кафедры Строительного производства

О целесообразности использования компрессионного прибора с измерением боковых напряжений

Помыткин Н.И.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В свое время Карл Терцаги предложил метод испытаний грунтов в условиях компрессионного сжатия или в условиях одномерной деформации. Данный метод включен во все иностранные стандарты и в наш российский стандарт ГОСТ 12248-2010 [1].

Прибор, разработанный Терцаги, состоит из пресса с установленным одомером, показан слева на рисунке 1.



Рисунок 1. Виды компрессионных приборов: а – с одомером Терцаги; б – с одомером ООО «НПП-Геотек»

Испытания грунтов могут проводиться в трех режимах: статическом ступенчатом нагружении, кинематическом с заданной скоростью и методе релаксаций напряжений.

В статическом методе нагружение проводится ступенями, величины которых зависят от порового давления. Нельзя допускать его резкого возрастания. Стабилизация каждой ступени определяется по стабилизации деформаций и зависит от фильтрационных параметров грунта.

При методе *CRS*, мы можем получить гладкую компрессионную кривую, благодаря знанию полного напряжения и порового давления. Недостаток: нарушение структуры образца из-за большого порового давления. Во избежание этого следует применять более низкие скорости нагружения.

Метод релаксации напряжений позволяет кинематически прикладывать отдельные ступени по деформациям. В следствии этого увеличивается скорость фильтрационной консолидации за счет поддержания величины напора и сокращается время на стабилизацию каждой ступени. Результирующая компрессионная кривая теоретически идентичная кривой из статического метода.

Данные испытания позволяют определить коэффициент сжимаемости m_0 , модуль деформации E , структурную прочность на сжатие p_{str} , ко-

эффиценты фильтрационной и вторичной консолидации c_v и c_α [2], что наглядно видно на рисунке 2.

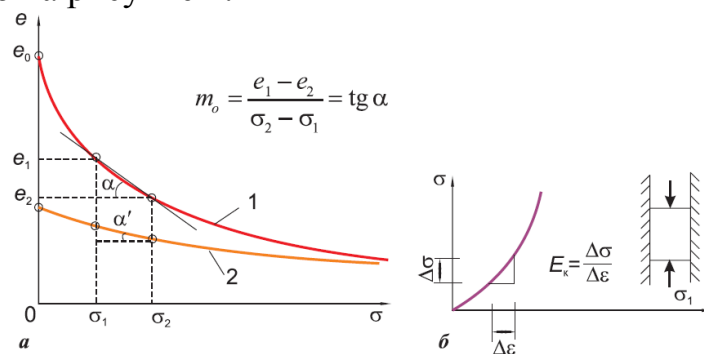


Рисунок 2. К определению компрессионного (а) и одометрического (б) модулей деформации по данным испытаний в условиях компрессионного сжатия: 1 — ветвь первичного нагружения; 2 — ветвь разгрузки

Однако, в 1984 году разработали новую конструкцию одометра, с возможностью измерения бокового давления и порового давления [3]. Модернизировала данный прибор организация ООО «НПП-Геотек», прибор представлен справа на рисунке 1.

Возникает вопрос: чем же хорош данный прибор? Он фиксирует горизонтальное и нормальное давление. Из этих данных становятся известны одометрические и компрессионные модули деформации, коэффициент Пуассона, коэффициент бокового давления и угол внутреннего трения. Ранее эти характеристики было возможно определить с помощью стабилометра, испытаниями трехосного сжатия.

Компрессионный прибор с измерением боковых напряжений оставил возможность работы в одном из двух режимов. Для режима ползучести есть таблица соответствия глубины отбора образцов и степени нагружения, для режима релаксации – таблица соответствия вида грунта с величиной деформации. В процессе испытаний строятся графики с билинейными зависимостями от бокового и вертикального давления, а также развитие деформации с течением времени, как показано на рисунке 3.

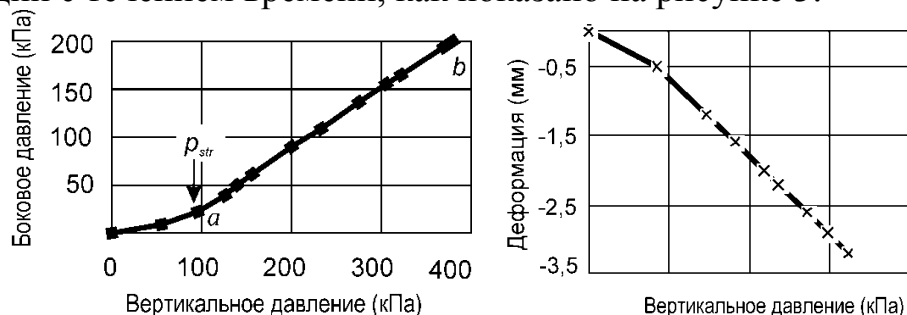


Рисунок 3. Результаты измерения боковых напряжений [3]: на глубине 1,5 м.

Точка перегиба деформационной зависимости соответствует структурной прочности грунта. По формулам (1) определяются коэффициент

бокового давления ξ из отношения горизонтального давления к вертикальному и поперечного расширения ν .

$$\xi = \frac{\sigma_h}{\sigma_v}, \quad \nu = \frac{\xi}{1+\xi}, \quad (1)$$

где σ_h – боковое давление; σ_v – вертикальное давление

С помощью построения кругов Мора, графически возможно определить прочностные характеристики грунта: угол внутреннего трения и сцепления.

Данным прибором разрешается пользоваться согласно ГОСТ 12248-2010, однако нету методики проведения таких испытаний, интерпретации результатов и требований к оборудованию. В дальнейшем планируется разработка такого стандарта, решающего данную проблему [4]. Преимущества прибора: намного меньшие сроки испытаний от 8 до 10 часов, стоимость прибора 84 480 рублей, когда стабилومتر стоит 153 390 рублей. Разница в цене отличается практически в два раза, однако, характеристики, которые возможно определить, одинаковые.

Несомненно, новый компрессионный прибор следует использовать в лабораторных испытаниях, из-за его преимуществ. Он пригодится в организациях, занимающимися инженерно-геологическими изысканиями и ВУЗам для ознакомления студентов и научных работников с новым технологическим решением.

Библиографический список

1. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости (с Поправкой). – Введ. : 2012-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2012. – 82 с.
2. Болдырев, Г. Г. Интерпретация результатов лабораторных испытаний с целью определения деформационных характеристик грунтов / Г. Г. Болдырев, А. В. Мельников, Г. А. Новичков // Инженерные изыскания. – 2014. – № 5-6. – С. 86-93.
3. Болдырев, Г. Г. Определение механических свойств грунтов в компрессионном приборе с измерением боковых напряжений / Г. Г. Болдырев, В. Ф. Сидорчук // Автоматизированные технологии изысканий и проектирование. - 2003. - № 9-10. – С. 69-71.
4. Болдырев, Г. Г. О целесообразности разработки национального стандарта «Компрессионные испытания грунтов с измерением боковых напряжений» / Г. Г. Болдырев, Д. Г. Скопинцев // Инженерная геология. – 2015. – № 1. – С. 20-24.

Научный руководитель: Мельников Р.В., канд. техн. наук, доцент.

Определение перемещений в стенде для испытания моделей фундаментов с помощью метода PIV

Порошин О.С., Гусенков Д.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Для обработки результатов эксперимента в стенде для испытания моделей фундаментов использовался метод Particle Image Velocimetry (PIV). PIV является международным названием метода цифровой трассерной визуализации. PIV – бесконтактный метод измерений, в котором путем обработки цифровых изображений могут быть получены поля перемещений частиц, распределение их скоростей, деформаций сдвига и объема. Появление термина PIV связывают с работой Adrian [1] по механике жидкостей и газов, в которой метод PIV был выделен как частный случай метода лазерной спеклометрии Laser Speckle Velocimetry (LSV), основанный на оптическом преобразовании Фурье картин яркости.

Область применения PIV-метода достаточно широка: в нее входят как фундаментальные, так и прикладные научные исследования. Среди указанных исследований решаются задачи по оптимизации процессов во многих сферах таких как: судостроение и авиастроение, конструирование оборудования в энергетике, нефтяной и газовой промышленности, автомобилестроении, двигателестроении и даже в медицине.

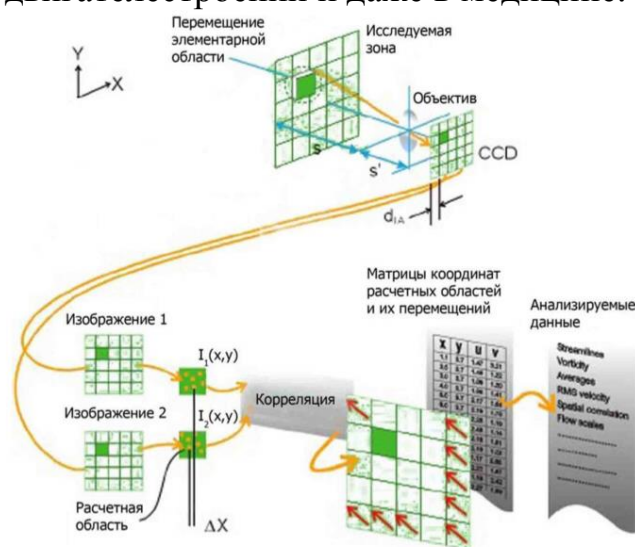


Рисунок 1. Алгоритм работы PIV-метода

PIV-метод можно применять во всех случаях, когда есть возможность использовать фотоаппарат для съемки деформируемых поверхностей: испытания в условиях плоской деформации в лотках с различными штампами [2], в основаниях с армированием [3], с моделями фундаментов глубокого заложения (свай) [4], испытания в стабиллометрах, испытаниях железобетонных и деревянных балок, железобетона, в том числе как метод мониторинга откосов и склонов и т.п.

Измерение поля перемещений в данной плоскости возможно благодаря тому, что программа измеряет и анализирует перемещения отдельных частиц, для чего поверхность должна обладать некоторой структурой, например, частицы песка. Образы частиц регистрируются на фотографический или электронный носитель (цифровой фотоаппарат или камеру). Дальнейшая обработка полученных снимков дает возможность произвести расчет перемещения частиц за обусловленное время, например, между ступенями нагружения, а также построить двухкомпонентное поле перемещений. В настоящее время развиты вариации данного метода, которые позволяют измерять поля перемещений в объеме (голографический PIV, томографический PIV [5]). Алгоритм работы PIV-метода представлен на рисунке 1.

Стандартный алгоритм включает следующие процедуры:

- Два изображения разделяются на расчетные области одинакового размера (рисунок 1);
- Расчет кросскорреляционной функции;
- Определение максимума корреляционной функции;
- Подпиксельная интерполяция максимума корреляционной функции.

Используя лоток с прозрачной стенкой, необходимо следить за тем, чтобы стенка достаточно хорошо пропускала свет, не имела крупных царапин, в противном случае перемещения за такими областями не будут определены.

При проведении испытаний с песчаным грунтом мелкая пыль имеет особенность прилипать к прозрачным стенкам лотка, что занижает величину измеряемых перемещений.

Фотоаппарат устанавливается таким образом, чтобы матрица данного фотоаппарата была компланарна плоскости фотографируемой поверхности. Для минимизации геометрических искажений. Искажения изображения увеличиваются также благодаря расширению угла обзора.

Во время фотосъемки нужно максимально исключить прикосновения к камере. С этой целью фотоаппарат подключается к компьютеру и управляется ей удаленно либо использовать иные устройства дистанционного управления [6].

Мной был проведен эксперимент в стенде для испытаний моделей фундаментов ГТЯН. 441179.01РЭ. Для обработки данных была использована программа PIVview от немецкой компании PIVTec.

Максимальное перемещение штампа было определено с помощью датчика перемещений входящим в комплектацию прибора и составило 13,08 мм, при нагрузке на штамп 0,5 Мпа, а максимальное перемещение определенное PIV-методом, с помощью программы PIVview представлено на рисунке 2, подтверждающим достоверность метода.

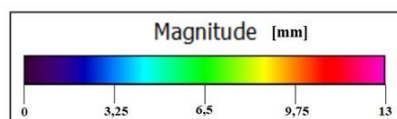
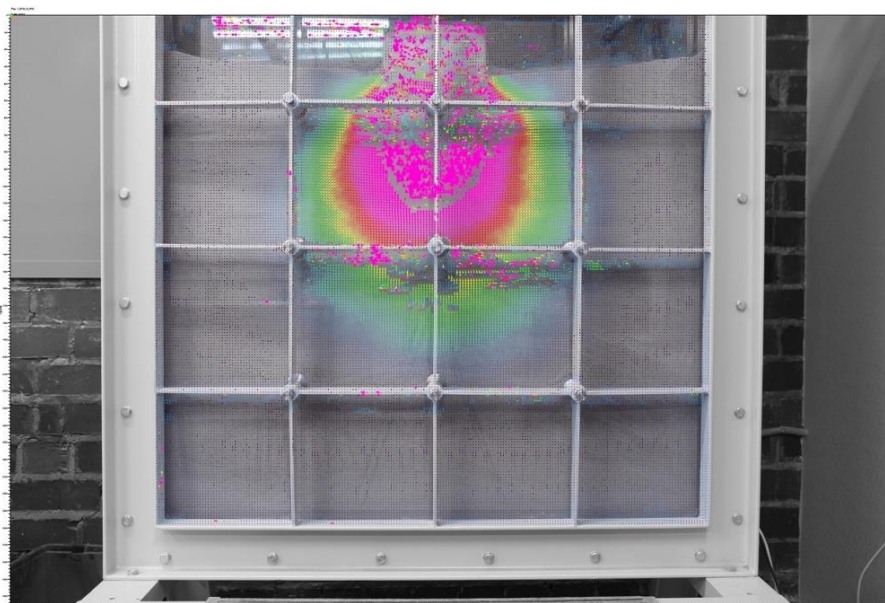


Рисунок 2. Результаты обработки изображения методом PIV

Библиографический список

1. Adrian, R. Particle-imaging techniques for experimental fluid mechanics / R. Adrian, // Annual Review of Fluid Mechanics. – 1991. – Vol. 23. – P. 261-304.
2. Мельников, А. В. Исследование деформированного состояния песчаного основания с использованием метода цифровой обработки образов / А. В. Мельников, Г. А. Новичков, Г. Г. Болдырев // Геотехника. – 2012. – № 1. – С. 28-41.
3. Anisotropy and directional shrinkage of geosynthetic clay liners / L. Bostwick, R. Rowe, W. Take, R. Brachman // Geosynthetics International. – 2010. – № 3. – P. 157-170.
4. Ni, Q. Physical modelling of pile penetration in clay using transparent soil and particle image velocimetry / Q. Ni, C. Hird, I. Guymer // Geotechnique 60. – 2010. – № 2. – P. 121-132.
5. Ложкин, В. А. Использование высокопроизводительных вычислительных платформ в задачах томографической цифровой трассерной визуализации / Ю. А. Ложкин, М. П. Токарев // Вычислительные методы и программирование. – 2012. – Т. 13, № 2. - С. 20-27.
6. Мельников, А. В. Процедура определения полей деформации в песчаных и глинистых грунтах с помощью метода PIV [Электронный ресурс] / А. В. Мельников. – Режим доступа : http://npp-geotek.com/d/942856/d/izmereniyedeformatsiyametodom_piv.pdf.

Научный руководитель: Порошин О. С., канд. техн. наук, доцент.

Применение стальных тонкостенных конструкций в заглубленных сооружениях

Простакишина Д.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Стальные тонкостенные конструкции толщиной не более 3 мм обладают существенными достоинствами, в связи с чем нашли свое применение не только при возведении надземной части каркасов, но и при строительстве заглубленных инженерных сооружений и их отдельных частей. В частности такими примерами являются: обделки транспортных тоннелей, шпунтовые стенки котлованов, берегоукрепительные сооружения, а также широкое использование стальных тонколистовых гофрированных элементов в качестве водопропускных труб [1,2], каналов для инженерных коммуникаций, арочных путепроводов [1,2], вентиляционных каналов, возведении и реконструкции мостовых сооружений и т.д.

Металлические гофрированные конструкции (далее по тексту – МГК) впервые нашли свое применение в отечественной строительной отрасли в XIX веке [3], однако, оно было приостановлено до второй половины XX века и возобновлено только на основании положительного зарубежного опыта применения данного вида конструкций. На первых этапах развития расчет МГК производился на основании способов Фельдта, Леви, Ясевича [4], при этом воздействие грунтового массива на конструкцию задавалось эпюрами давления грунта вне зависимости от перемещения самой конструкции [3,4]. В дальнейшем расчет МГК производился согласно методикам Г.К. Клейна [5], Н.М. Виноградова [6], В.А. Ярошенко [7], учет взаимодействия конструкции с грунтом производится путем введения коэффициента концентрации давления грунта, зависящего от поперечной жесткости конструкции. Также одной из наиболее употребительных моделей формирования взаимодействия МГК с засыпкой являлась модель Винклера, которая не отражает корректную работу основания, однако, для определения внутренних усилий в МГК используется уравнение деформации конструкции на Винклеровском основании, либо другие частные методы расчета, основанные на задании закона распределения отпора грунта.

Для инженерных задач на сегодняшний день основным методом расчета является метод конечного элемента (далее по тексту – МКЭ) и аналитические методы, представленные в нормативной документации [8].

Однако стандартные методы имеют ряд условностей и не отражают действительную работу конструкции. Так, в исследованиях [1,2,9] рассмотрены возможности использования металлических гофрированных конструкций в ряде инженерных сооружений в современном отечественном строительстве, а также факторы, ограничивающие развитие и применение данных конструкций, в том числе отсутствие методов, учитывающих особенности работы тонкостенной гибкой конструкции и факторы её

взаимодействия с грунтовым массивом. Кроме этого рассмотрены последствия утраты части эксплуатационных свойств, вследствие изменения проектных геометрических характеристик конструкции, что приводит к перераспределению усилий и росту напряжений на локальных участках элементов. В ходе работы [9] получены экспериментальные данные, проведено их сравнение с результатами расчета по существующим методам, представленным в отечественной нормативной базе [8]. На основании чего был сделан вывод о том, что фактические деформации конструкции превышают на порядок проектные, что может быть связано с нарушением технологии производства работ, а также с несовершенством стандартных методов.

Еще одной возможностью применения стальных тонкостенных конструкций в заглубленных сооружениях является устройство шпунтовых ограждений, применяемых в геотехническом, гидротехническом, а также транспортом строительстве. Наиболее широкое применение получили стальной трубчатый сварной шпунт (далее по тексту – ТСШ), а также шпунтовые сваи Ларсена заводского изготовления.

Трубчатый сварной шпунт получил свое развитие в начале 60-х годов XX века ФРГ, Японии, США. В России его появление связано с освоением Крайнего Севера в начале 90-х годов [10, 11]. В современном строительстве ТСШ применяется при устройстве причальных стенок, ограждающих конструкций котлованов, а также мостовых переходов [10]. Форма поперечного шпунта обусловлена применяемостью стальных труб диаметром 530-1620 мм на объектах нефте-газодобычи. ТСШ изготавливается из стали с пределом текучести σ_T не менее 345 Н/мм² и временным сопротивлением разрыву до 685 Н/мм².

Шпунт Ларсена представляет собой металлический желоб, продольные края которого загибаются в замки. В работах [12, 13] рассмотрена работа данного вида свай в качестве элемента шпунтовой стенки, а также в качестве постоянного элемента конструкции, рассмотрены методы определения его несущей способности, основным из которых является метод конечного элемента, данный подход является трудоемким и не целесообразен для решения большинства инженерных задач.

Таким образом, металлические гофрированные конструкции являются эффективным решением при строительстве многих инженерных сооружений. В тоже время опыт применения данных конструкций указывает на низкую надежность при существующих методах и подходах, что является основной проблемой, ограничивающей развитие данной отрасли.

Библиографический список

1. Осокин, И. А. Совершенствование методов расчета металлических гофрированных конструкций с эксплуатационными повреждениями : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 / И. А. Осокин; УрГУПС. – Екатеринбург, 2014 – 242 с.

2. Петрова, Е. Н. Проектирование и строительство транспортных сооружений из металлических гофрированных элементов / Е. Н. Петрова. – Москва : МАДИ, 2012. – 56 с.
3. Герцог, А. А. Гофрированные трубы на автомобильных дорогах / А. А. Герцог. – Москва : Гушосдор, 1939. – 112 с.
4. Фрезе, М. В. Взаимодействие металлических гофрированных конструкций с грунтовой средой : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.02 / М. В. Фрезе; ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, 2006 – 157 с.
5. Клейн, Г. К. Расчет подземных трубопроводов / Г. К. Клейн. – Москва : Стройиздат, 1969. – 240 с.
6. Виноградов, С. В. Расчет подземных трубопроводов на внешние нагрузки / С. В. Виноградов. – Москва : Стройиздат, 1980. – 135 с.
7. Ярошенко, В. А. Водопропускные трубы под железнодорожными насыпями / В. А. Ярошенко. – Москва : Трансжелдориздат, 1952. – 231 с.
8. ВСН 176-78. Инструкция по проектированию и постройке металлических гофрированных водопропускных труб. – Москва : Изд-во стандартов, 2003. – 195 с.
9. Анализ методики расчета предельных деформаций поперечного сечения гофрированных водопропускных труб / И. А. Осокин [и др.] // Дороги и мосты. – 2013. – № 2 (30). – С. 224-236.
10. Применение трубчатого сварного шпунта на строительстве станций Омского метрополитена / Ю. Е. Пономаренко [и др.] // Вестник СибАДИ – 2014 – №3 (37). – С. 52-58.
11. Трубчатый сварной шпунт на объектах Ханты-Мансийского автономного округа / В. В. Гончаров [и др.] // Транспортное строительство. – 2004. – № 11. – С. 20-23.
12. Оценка работы разделительных ограждений в слабых глинистых грунтах, устраиваемых для защиты существующих зданий от влияния нового строительства / А. И. Полищук [и др.] // Вестник ПНИПУ – 2016 – Т. 7, № 2 – С. 124-131.
13. Кварчински, П. Несущая способность шпунтов Ларсена на вертикальную нагрузку / П. Кварчински // Механика и технологии. – 2013. – № 3. – С. 44-54.

Научный руководитель: Корсун Н.Д., канд. техн. наук.

Экспериментальные исследования влияния опрессовки на несущую способность свай методом цифровой трассерной визуализации.

Рыбак Г.И.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Каждый год в крупных городах России и в других странах повышается объём ввода объектов нового строительства. Все чаще строительство

начинается в сложных инженерно-геологических условиях, стесненных условиях городской застройки, на слабых пылевато-глинистых и песчаных грунтах, что требует повышенного внимания, как с точки зрения механической безопасности зданий и сооружений, так и с точки зрения экономической эффективности ценообразования.

Напряженно-деформированное состояние грунтового основания оказывает значительное влияние на работу фундаментов [1]. Одним из направлений по регулированию НДС грунта основания является вертикальная опрессовка, которая позволяет повысить несущую способность свайных и комбинированных фундаментов за счет остаточных деформаций уплотнения и остаточных избыточных напряжений, которые значительно влияют на совместную работу свай с преобразованным НДС грунта основания.

Для изучения взаимодействия свай с опрессованным песчаным основанием были проведены лабораторные исследования, в которых была рассмотрена следующая задача: исследование влияние опрессовки песчаного грунтового основания на несущую способность сваи, работающей на статические вдавливающие нагрузки в опрессованном грунтовом основании и без опрессовки грунтового основания.

Эксперименты проводились в стенде для испытаний моделей фундаментов (рис. 1).



Рисунок 1. Общий вид установки для испытаний свай

Испытания без опрессовки грунтового основания проводились в следующей последовательности:

1. Стенд заполнялся песком до заданной отметки.
2. Выполнялось погружение сваи на глубину 500 мм.
3. Проводилось нагружение сваи статической нагрузкой.

После исследования несущей способности сваи песок полностью выгружался из лотка и проводились испытания по следующим этапам:

1. Стенд заполнялся песком до заданной отметки.

2. Выполнялось погружение сваи на глубину 500мм от поверхности.
 3. Было выполнено закрепление сваи, и начался процесс опрессовки грунтового основания с использованием гидравлических домкратов.
 4. Проводилось статическое испытание сваи.
- Давление опрессовки ($P_{\text{опр}}=100$ кПа) и оно контролировалось при помощи механических динамометров (рис. 2).



Рисунок 2. Процесс выполнения опрессовки

С целью изучения изменения НДС грунтового основания в процессе опрессовки был выполнен анализ методом цифровой трассерной визуализации (рис. 3).

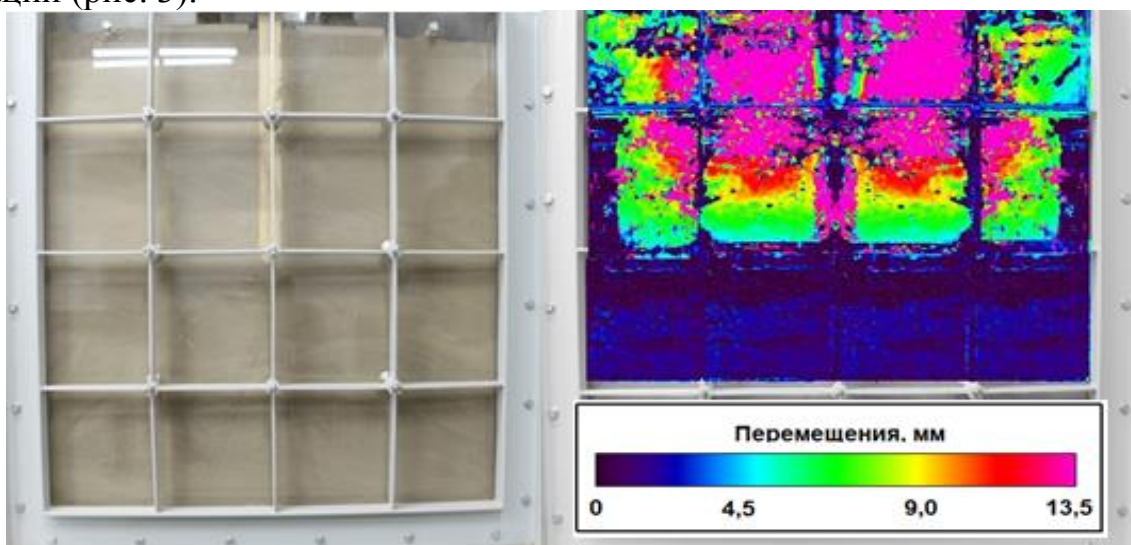


Рисунок 3. Перемещения частиц песка при выполнении опрессовки ($P_{\text{опр}}=100$ кПа).

При проведении испытаний нагрузка на сваю задавалась ступенчато с учетом стабилизации деформаций, каждая ступень не превышала 0,1 от наибольшей нагрузки по программе испытаний. Для каждой ступени нагружения снимались данные по полученным осадкам. По результатам испытаний были построены осредненные графики зависимости осадки от нагрузки (рис. 4).

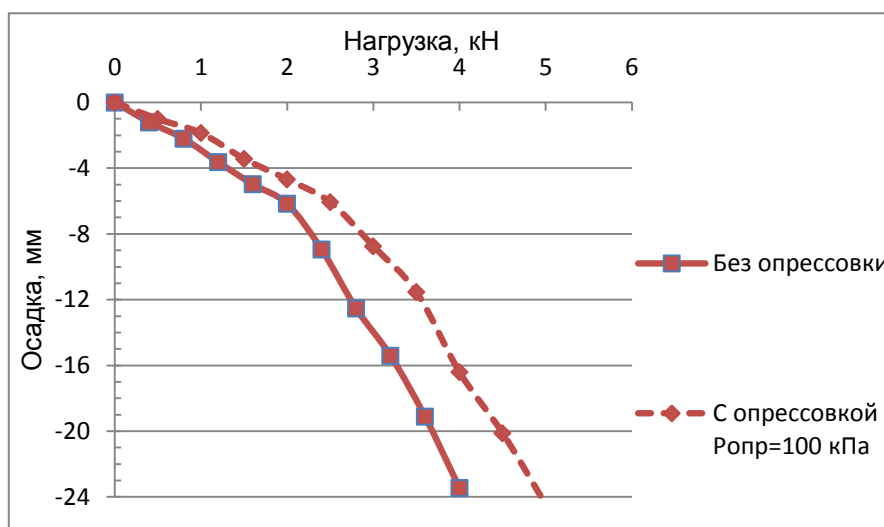


Рисунок 4. График зависимости осадки от нагрузки

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать следующие выводы:

1. Выполнена оценка влияния опрессовки грунтового основания на изменение несущей способности сваи на вдавливающую нагрузку в песчаном основании. Опрессовка грунтового основания позволила повысить несущую способность сваи до 23%.

2. Выявлено, что в процессе опрессовки наблюдается уплотнение частиц грунта, что сказывается на улучшении прочностных и деформационных характеристиках грунта.

3. Определено, что результате опрессовки происходит изменение НДС грунта основания, которое приводит к дополнительному обжатию в оголовочной части сваи, за счет этого увеличивается сопротивление грунта на боковой поверхности сваи и таким образом происходит повышение ее несущей способности.

Библиографический список

1. Петрухин, В. П. Новые способы геотехнического проектирования и строительства / О. А. Шулятьев, О. А. Мозгачева. – Москва : Изд-во АСВ, 2015. – 223 с.

Научный руководитель: Степанов М.А., канд. техн. наук, доцент.

Численное моделирование выбуривания скважин в Midas GTS NX

Степанова М.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Пизанская башня, падающие дома Сантоса, башни Азинелли и Гаризенда в г. Болонье, башня в г. Бедюм, башня Millennium Tower в г. Сан-Франциско, церковь в Зуурхузене, башни в Казани и Невьянске – это все

примеры зданий и сооружений, получивших неравномерные осадки в силу ошибок проектирования, недостоверных или недостаточных инженерно-геологических данных, нарушения технологий производства работ и иных причин. При этом наибольший процент зданий с неравномерными осадками составляют обычные жилые дома, построенные в последнее столетие [1].

В современном мире предпринимается большое количество попыток устранить неравномерные осадки. Для этого разрабатываются различные решения по стабилизации деформаций грунтового основания, а также проводится численное моделирование. Наиболее популярными методами устранения неравномерных осадок на данный момент являются: пригрузка слоем грунта, изменение уровня подземных вод, инъецирование, использование домкратов и выбуривание скважин, описанные в [2].

Для осуществления моделирования выбуривания было использовано программное обеспечение для геотехнических расчетов Midas GTS NX. Моделирование осуществлялось путем отключения (деактивации) грунта скважины с использованием модели Mohr-Coulomb. Для исследования была принята скважина глубиной 10 м и диаметром 300 мм (рисунок 1).

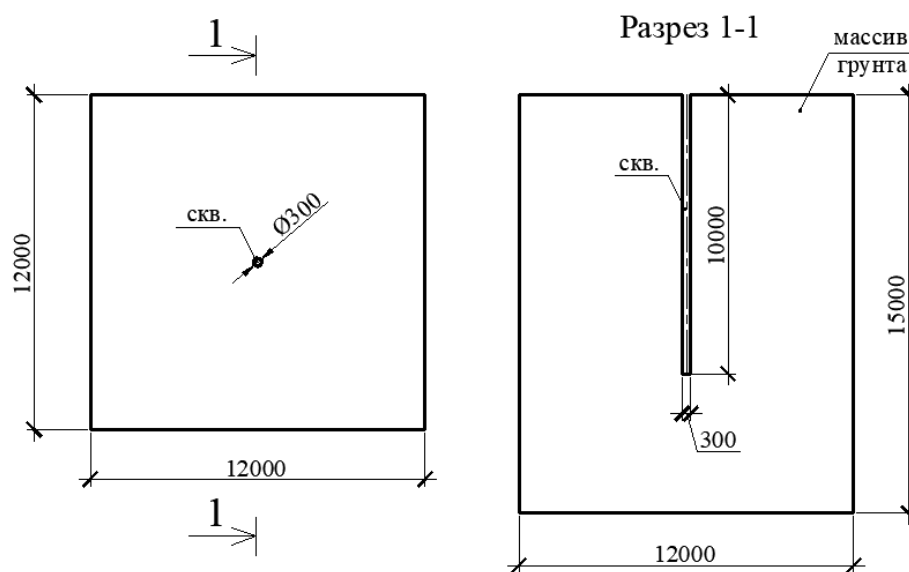


Рисунок 1. Расчетная схема скважины

С целью определения влияния характеристик грунта на величину деформаций стенок скважины был выполнен ряд расчетов, основанный на вариации характеристиками массива грунта. Результаты расчета сведены в таблицу 1. Также были проведены расчеты для определения прочностных характеристик, оказывающих наибольшее влияние на величину деформаций стенок скважины, на примере глинистого грунта путем поочередного снижения прочностных характеристик на 25% относительно первоначального значения (таблица 2).

Таблица 1

Зависимость величины деформаций стенок скважины от прочностных и деформационных характеристик грунта

	E=20 МПа с=10 кПа $\varphi=20^\circ$ $\gamma=18 \text{ кН/м}^3$	E=10 МПа с=10 кПа $\varphi=20^\circ$ $\gamma=18 \text{ кН/м}^3$	E=10 МПа с=5 кПа $\varphi=20^\circ$ $\gamma=18 \text{ кН/м}^3$	E=10 МПа с=5 кПа $\varphi=15^\circ$ $\gamma=18 \text{ кН/м}^3$
TX / TY, max, мм	5,45 / 5,55	10,91 / 11,10	16,23 / 18,08	119,35 / 121,18
TZ, max / min, мм	3,36 / -0,54	6,72 / -1,07	12,30 / -1,96	40,30 / -16,99
TOTAL, max, мм	5,55	11,12	18,05	121,37

Таблица 2

Влияние снижения прочностных характеристик на увеличение деформаций стенок скважины

	E=20 МПа с=24 кПа $\varphi=16^\circ$ $\gamma=19 \text{ кН/м}^3$	E=20 МПа с=18 кПа $\varphi=16^\circ$ $\gamma=19 \text{ кН/м}^3$	E=20 МПа с=24 кПа $\varphi=12^\circ$ $\gamma=19 \text{ кН/м}^3$	E=20 МПа с=12 кПа $\varphi=16^\circ$ $\gamma=19 \text{ кН/м}^3$	E=20 МПа с=24 кПа $\varphi=8^\circ$ $\gamma=19 \text{ кН/м}^3$
TX / TY, max, мм	3,47 / 3,55	5,23 / 5,32	5,21 / 5,24	7,89 / 8,26	9,93 / 10,31
TZ, max / min, мм	2,88 / -0,19	5,19 / -0,44	8,00 / -0,47	8,58 / -0,88	15,25 / -0,71
TOTAL, max, мм	3,55	5,33	8,02	8,58	15,25

На основании полученных значений можно сделать следующие выводы:

- При отключении (деактивации) грунта происходит незначительное оседание грунта вокруг устья, а также подъем дна скважины, что обусловлено особенностью модели Mohr-Coulomb;
- Уменьшение модуля деформации E приводит к увеличению деформаций стенок скважины;
- Уменьшение удельного сцепления c и угла внутреннего трения φ также приводит к увеличению деформаций стенок скважины. При этом наибольшее влияние на значение величины деформации оказывает угол внутреннего трения φ , что было выявлено при поочередном снижении прочностных характеристик на 25%.

Библиографический список

1. Петрухин, В. П. Новые способы геотехнического проектирования и строительства : научное издание / В. П. Петрухин, О. А. Шулятьев, О. А. Мозгачева. – Москва : Изд-во АСВ, 2015. – 224 с.
2. Степанов, М. А. Обзор технологий выправления кренов зданий / М. А. Степанов, М. В. Степанова // Энергосбережение и инновационные технологии в топливноэнергетическом комплексе : материалы национальной с международным участием науч.-практ. конф. – Тюмень: ТИУ, 2018. – Т. 1. – С. 169-172.

Научный руководитель: Степанов М. А., доцент кафедры «Геотехника», кандидат технических наук.

Экспериментальное исследование песчаной армированной подушки в пучинистых грунтах

Тихонова А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Внедрение в массив грунта различных армирующих элементов, обладающих высокой прочностью на растяжение, является одним из эффективных методов улучшения свойств грунта. И.А. Чернышевой и А.В. Мащенко, были проведены лабораторные исследования по влиянию армирования геосинтетическими материалами глинистых грунтов на степень их морозного пучения. В ходе исследований было установлено, снижение деформации пучения грунтов на 25%, в сравнении с образцами грунтов без армирующих элементов. [1]

Для изучения эффективности применения песчаных подушек с контурным армированием, а также выявления закономерностей распределения напряженно-деформированного состояния грунтового массива, в Центральной научно-исследовательской лаборатории «Строительство на вечной мерзлоте» Строительный институт ФГБОУ ВО «ТИУ» была изготовлена экспериментальная установка.

Экспериментальная установка представляет собой лоток, с размерами в плане 725x925 мм и высотой 610 мм. Для обеспечения одноплоскостного промерзания грунта стенки и дно бака, с внутренней стороны, обклеивались утеплителем (Рисунок 1а). Для снижения касательных сил трения между утеплителем и грунтом на стенки бака укладывалась в два слоя полиэтиленовая пленка, пространство между слоями пленок заполнялось сополидом (Рисунок 1б).

В лабораторных условиях моделировалась открытая система грунтового основания с постоянным подтоком грунтовых вод. Открытая система моделировалась при помощи перфорированных полипропиленовых труб, с греющим кабелем внутри, имитирующая подземные воды (Рисунок 2а).

Для равномерного распределения притока влаги в грунтовое основание, на дно бака укладывался слой песка толщиной 50 мм (Рисунок 2б).

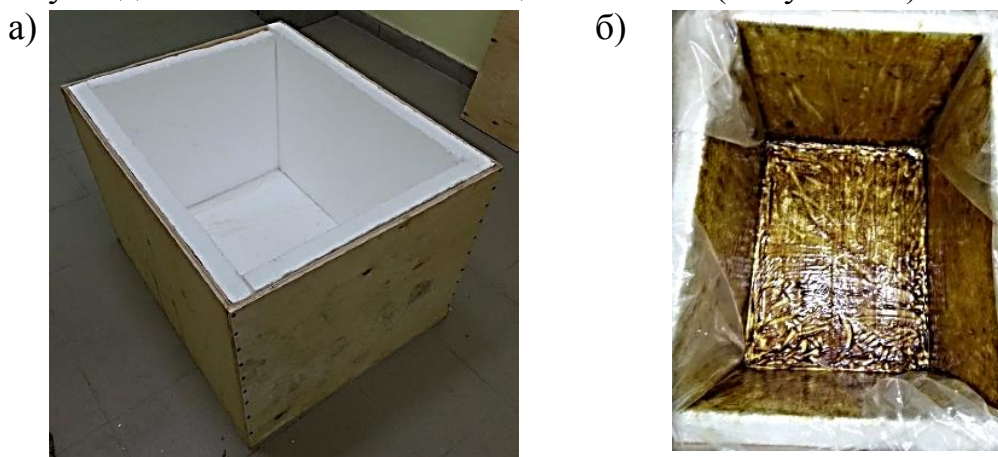


Рисунок 1. Экспериментальная установка
а) – экспериментальный лоток; б) – установка полиэтиленовой пленки для снижения влияния стенок лотка

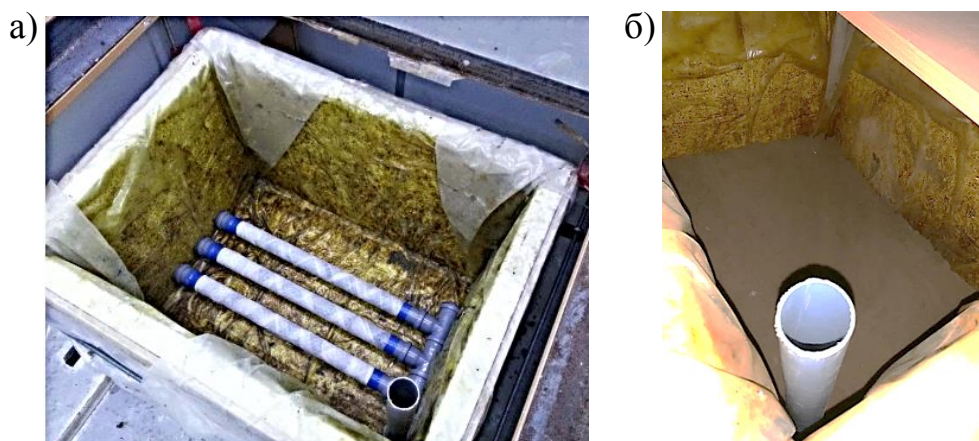


Рисунок 2. Моделирование подземных вод
а) – система перфорированных труб б) – песчаная засыпка

В качестве грунтового основания использовался суглинок нарушенной структуры с влажностью 30%, который укладывался в лоток послойно с уплотнением. На грунтовое основание устанавливался штамп, имитирующий фундамент, с размерами 150x450x80. На штамп устанавливался силовой измерительный прибор (динамометр), упертый в балку (Рисунок 3).

Экспериментальная установка помещалась в холодильную сплит-систему POLAIR, с поддерживаемой температурой - 4 °С. В процессе эксперимента фиксируются нормальные силы морозного пучения динамометром ДИН-1С и температурное поле грунта при помощи датчиков температуры. Расположение датчиков выполнено согласно схеме (Рисунок 4).



Рисунок 3. Общий вид экспериментальной установки

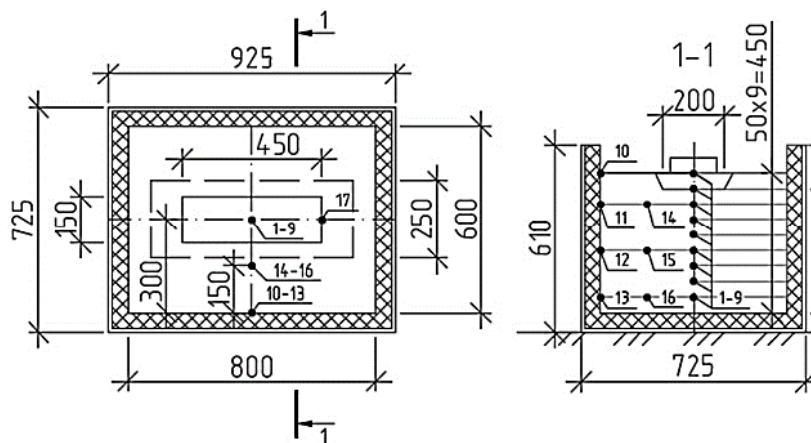


Рисунок 4. Схема расположения датчиков температуры

Для исследования рассматривались следующие варианты моделей:

1. Штамп на естественном грунтовом основании;
2. Штамп на грунтовом основании, усиленном песчаной армированной подушкой.

Задачей данного исследования является изучение напряженно-деформированного состояния грунтового основания с армированной по контуру песчаной подушкой, устроенной в сезоннопромерзающих пучинистых грунтах.

Библиографический список

1. Чернышева, И. А. Сравнение методов защиты от морозного пучения грунта / И. А. Чернышева, А. В. Мащенко // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. – 2016. – Том 4, № 4. – С. 64-72.

Научный руководитель: Краев Ан. Н., к.т.н., доцент кафедры строительных конструкций.

Совершенствование технологии и методов организации при устройстве ленточно-оболочечных фундаментов

Цыганкова М.А.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург

На сегодняшний день в области фундаментостроения продолжают интенсивно использоваться инновационные конструкции ленточно-оболочечных фундаментов (ЛОФ). На строительном рынке данные виды фундаментов зарекомендовали себя как высокопрочные конструкции, выполняемые на слабых сильно сжимаемых грунтовых основаниях. Конструкции данных типов фундаментов имеют обширную классификацию: по глубине заложения (мелкого и глубокого заложения); по виду подоболочечного пространства (естественные и искусственные); по виду оболочки (железобетонная и из композиционных материалов с фиброй); по системному типу оболочки (осесимметричная и пологая) и т.д.

Конструкции ленточно-оболочечных фундаментов были успешно защищены в научно-исследовательских работах доктора технических наук Пронозина Я.А. [1], кандидатов технических наук Порошина О.С., Мельникова Р.В., Епифанцевой Л.Р. и др. В результате исследований данных авторов неоднократно была обоснована актуальность применения данных типов фундаментов и доказана их технико-экономическая эффективность [2] (см.рис.1).

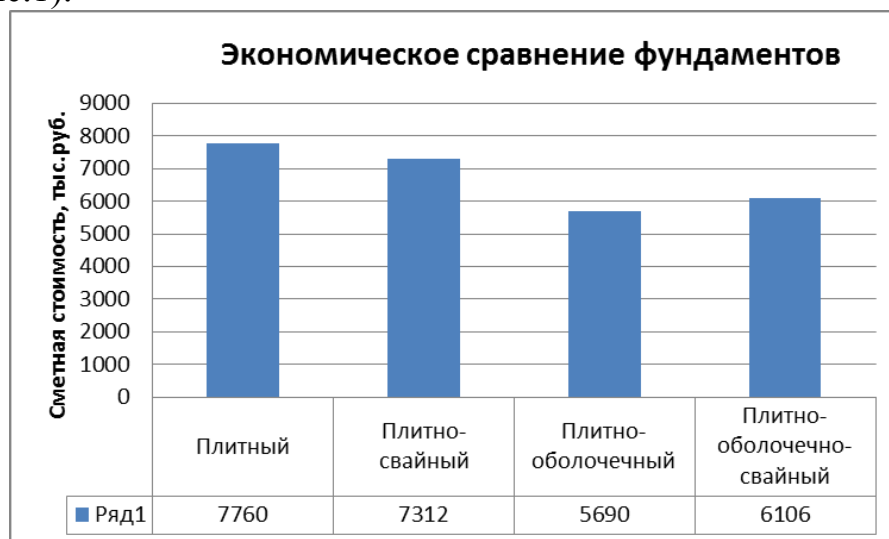


Рисунок 1. Экономическое сравнение различных типов фундаментов

Разнообразие конструктивных типов фундамента предполагает и различные технологические особенности, возникающие при производстве строительных работ. Широкое развитие применения ленточно-оболочечных фундаментов в современном фундаментостроении требует совершенствования технологии и методов организации работ при устройстве данных типов фундаментов.

Пути совершенствования технологии и организации устройства ЛОФ заключаются в последовательном анализе основных факторов, влияющих на качество, сроки и стоимость строительства ЛОФ (см.рис.2-3). В результате проведенного анализа было установлено, что порядка 60% сметной стоимости при устройстве ЛОФ составляют земляные работы, следовательно, необходимо акцентировать внимание по уменьшению трудоемкости и стоимости строительства именно этих технологических процессов.

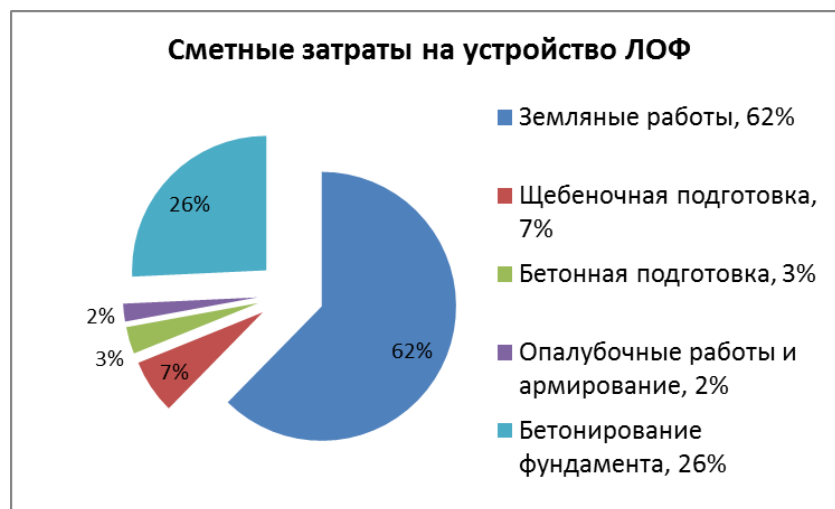


Рисунок 2. Соотношение стоимости технологических операций при устройстве ЛОФ

При производстве земляных работ основными факторами, влияющими на трудоемкость возведения фундаментов являются: вид разрабатываемого грунта и сложность его разработки; двухэтапный процесс механизированной разработки грунта; сложная криволинейная конфигурация подбололочного грунтового основания; большой объем ручного труда при производстве цилиндрических грунтовых целиков; влияние атмосферных осадков на размыв грунтового целика под оболочку.

В целях совершенствования земляных работ при производстве данных типов фундаментов необходимо исключить двухэтапный процесс механизации грунта, заменив одним этапом – полной разработкой грунта экскаватором до отметки подошвы ленточной части фундамента, с учетом ручной доработки грунта; уменьшить трудозатраты рабочей силы за счет изменения материала подбололочного пространства, используя вместо грунта или сыпучего материала (как правило – щебня) более прочного материала, не теряющего качество при воздействии ливневых вод, упрощающего формирование правильной конфигурации подбололочного пространства согласно рабочим чертежам, исключая при этом ручное формирование грунтового целика.

В целях совершенствования организации работ при устройстве ЛОФ необходимо применять прогрессивные методы, позволяющие сократить

продолжительность работ по фронтам, улучшить качество работы трудовых ресурсов, обеспечивая их ритмичность и непрерывность.

В результате исследования были произведены расчеты продолжительности устройства ленточно-оболочечных фундаментов четырьмя методами: методом критического пути (МКП), методом непрерывного использования ресурсов (МНИР) и непрерывного освоения фронтов (МНОФ), параллельно-поточным методом (ППМ). Наименьшая продолжительность получена методом ППМ.

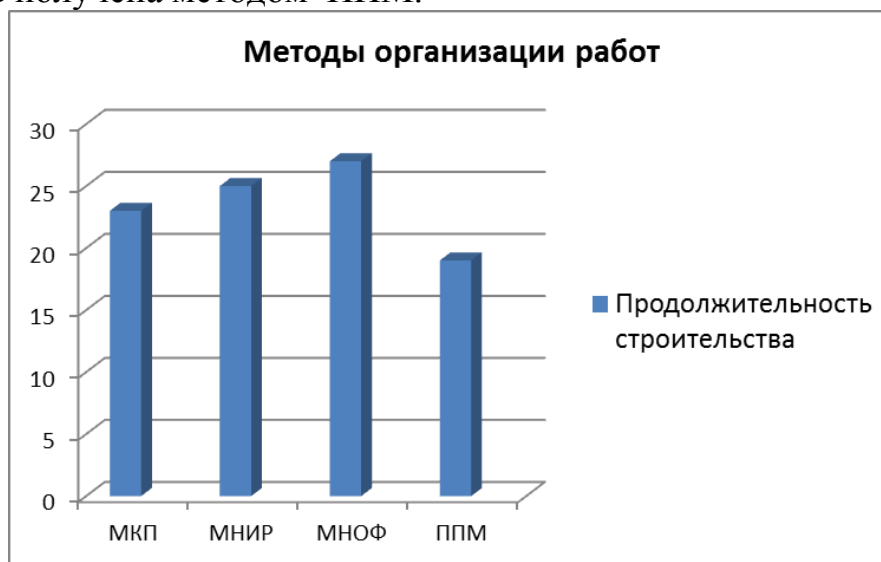


Рисунок 3. Сравнение методов организации строительства

Таким образом, проведенный анализ и исследования доказывают необходимость совершенствования технологии и организации работ при устройстве фундаментов, в целях расширения области применения ленточно-оболочечных фундаментов в г.Тюмени и Санкт-Петербурге.

Библиографический список

1. Перспективные фундаменты на сильносжимаемых грунтовых основаниях / Я. А. Прозин, Л. Р. Епифанцева, Ю. В. Наумкина [и др.]. – Москва : Изд-во АСВ, 2016. – 349 с.

2. Прозин, Я. А. Технологические аспекты и экономические показатели устройства ленточных фундаментов мелкого заложения, объединенных пологими оболочками / Я. А. Прозин, М. А. Цыганкова, Д. В. Волосюк // Фундаменты глубокого заложения и проблемы освоения подземного пространства : сборник материалов Всероссийской конференции с международным участием. – Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2014. – С. 179-193.

Научный руководитель: Дроздов А.Д., канд. техн. наук, доцент.

Трансформируемый сборно-монолитный фундамент мелкого заложения. Принцип адаптивного управления в строительстве

Шмаков С.М., Киселев Н.Ю.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В общем и целом, если вспомнить слова Лушникова В.В., адаптивность следует считать основной движущей силой развития и существования жизни на нашей планете. Абсолютно любое существо в процессе эволюции и на протяжении всей своей жизни проявляет способности к адаптации в постоянно меняющихся условиях существования.

Сущность принципа адаптивного управления в строительстве заключается в представлении системы «основание – фундамент – здание» как постепенно адаптирующуюся к меняющимся в процессе строительства обстоятельствам модель. Именно этот принцип рассматривается на примере следующей разработки.

Данное изобретение представляет собой трансформируемый сборно-монолитный фундамент мелкого заложения, применяемый преимущественно при строительстве зданий средней этажности.

Конструкция фундамента включает в себя блоки сборных лент (ФП), ориентированных по главным осям здания, и перекрывающих их плоских панелей, формирующих пролетную часть.

Принцип адаптивности реализуется при помощи включения в работу пролетной зоны в процессе строительства самого здания. Предварительно пролетная зона заполняется сыпучим строительным материалом (гравий, галька или щебень) по естественному основанию. Далее, в момент возведения надземной части объекта, когда осадка ленточной составляющей равна зазору между поверхностью плиты и материалом, происходит включение зоны в работу. Это осуществляется посредством нагнетания цементно-песчаного раствора в пролеты через заранее предусмотренные отверстия с вентилями. Толщину зазора предлагается подбирать из условия передачи на ленточные фундаменты давления, соответствующего расчетному сопротивлению грунта основания, до включения в работу пролетной зоны.

Устройство фундамента осуществляется следующим образом. Разрабатывается котлован до планировочной отметки естественного основания (1). На дне устраивается песчаная подготовка. Далее на выровненное основание укладывают блоки ФП (2). В пролетной зоне укладывается сыпучий материал (5) по основанию. После пролетная зона перекрывается ж/б плитами (3) в которых предварительно монтируется через специальные отверстия по крану с вентилем (4).

Схема работы фундамента показана на рисунках 1-3.

На I стадии работы (рисунок 1) нагрузки от возводимых надземных конструкций передаются на грунтовое основание через плиты по главным

осям на блоки ФП ленточной составляющей. Тем самым ленточный фундамент со временем получает осадку, давая старт следующей стадии.

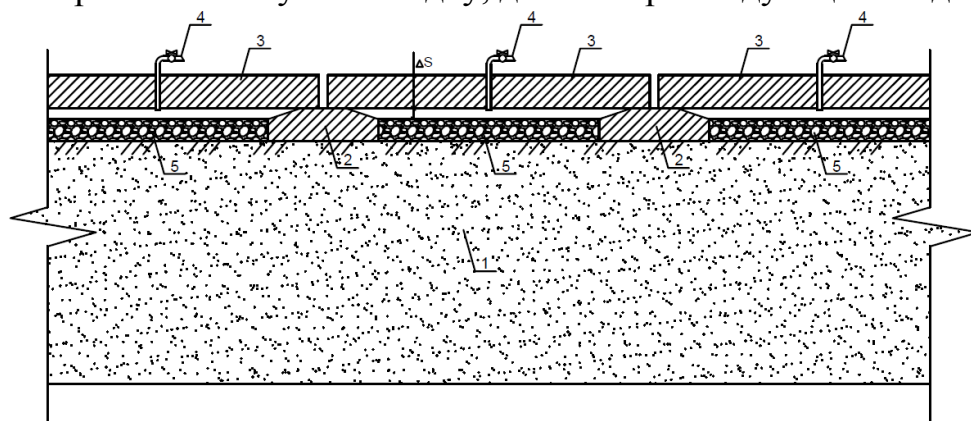


Рисунок 1. Первая стадия работы

II стадия работы (рисунок 2) начинается после того, когда осадка лент приближается к величине, близкой к значению просвета между плитой и отметкой уровня сыпучего материала. В этот момент происходит нагнетание цементно-песчаного раствора в пролетные зоны через отверстия в плитах. После твердения раствора пролетные участки включаются в работу, тем самым формируя единый плитный фундамент (рисунок 3).

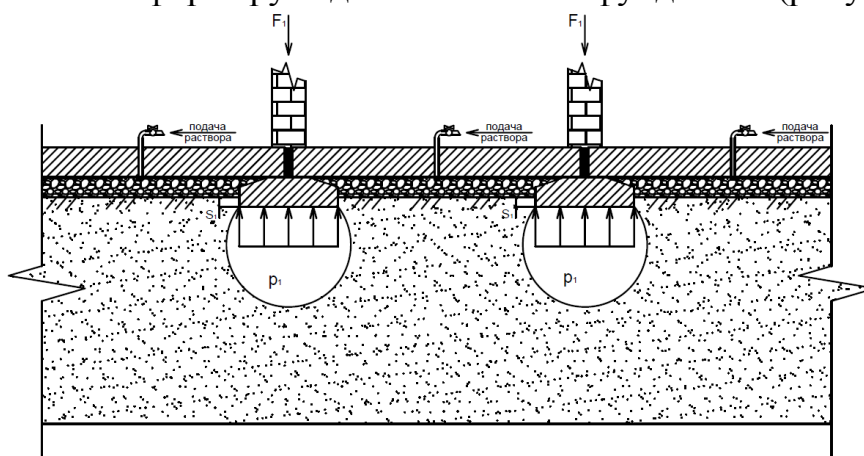


Рисунок 2. Начало второй стадии работы

Данная разработка доказывает то, что использование принципа адаптивности открывает новые и вполне полезные возможности в процессе строительства. Так, например, согласно способу адаптивного управления, можно допустить предельные значения коэффициентов надежности и условий работы, что в дальнейшем позволит значительно уменьшить материалоемкость и трудозатраты.

Вместе с этим повысится риск выхода ряда параметров за допустимые пределы, однако риск разумный и контролируемый (технологии наблюдений и мониторинга), поскольку такого рода системы позволяют осуществить инженерное вмешательство в любой момент строительства, предотвратить негативные последствия и при необходимости – достроить

и трансформировать фундамент до приемлемого уровня надежности, согласно заранее подготовленному проекту.

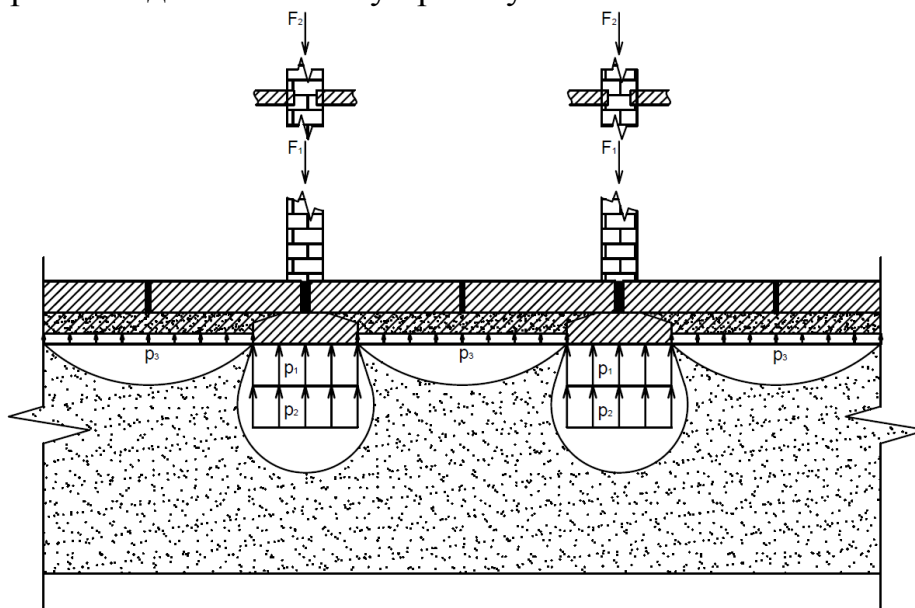


Рисунок 3. Вторая стадия работы

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что принцип адаптивного управления действительно интересная, уникальная и вполне реализуемая технология, требующая дальнейшего теоретического и практического развития.

Библиографический список

1. Лушников, В. В. Использование принципов адаптивного управления при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений / В. В. Лушников // Институт «УралНИИпроект РААСН». – Екатеринбург, 2015. – С. 63-73.

Научный руководитель: Киселев Н.Ю., доцент.

Численное моделирование лабораторного эксперимента для определения перемещений твердого тела

Шушарина Н.Л., Еренчинов С.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В статье рассматривается постановка тестового лабораторного эксперимента для апробации алгоритма решения плоской задачи теории упругости с применением метода конечного элемента (МКЭ). Объектом экспериментального исследования является абсолютно твердое тело, которое перемещается по линейной траектории ползуна. Направление и величина перемещения определяется с помощью микрометра с точностью 0,01мм. Граничные условия имеют следующий вид: $u=\text{const}$, $v=0$ (Рис. 1а).

Цель проведения эксперимента – подтверждение правильности построения глобальной матрицы жесткости в методе конечного элемента и определение пределов погрешности экспериментальных данных.

Для достижения цели эксперимента представим твердое тело двумя конечными элементами.

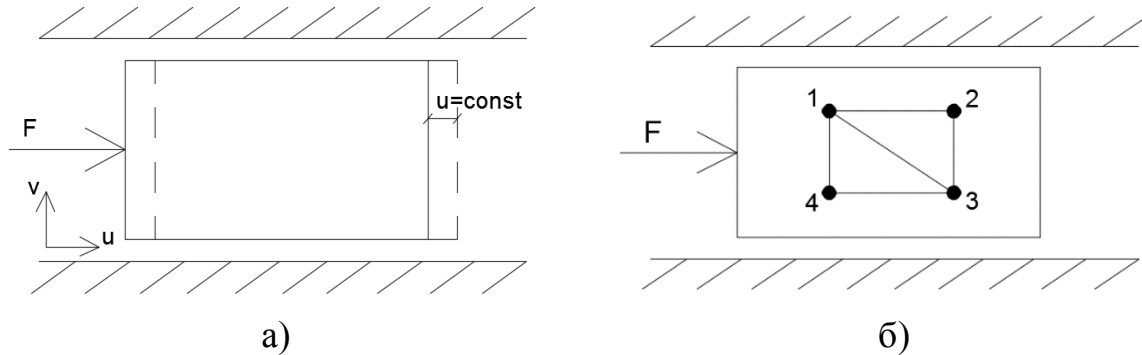


Рисунок 1. Схема эксперимента

Рассмотрим два взаимосвязанных треугольных конечных элемента, образующих четырех узловую систему (Рис. 1б). Компоненты перемещений вершин треугольника $(u^k v^k)$ зададим в виде простейшего полинома с линейной аппроксимацией (1), где $k=1,2,3,4$ – нумерация узлов треугольника.

$$\begin{cases} u^k = a_1 + a_2 x + a_3 y \\ v^k = a_4 + a_5 x + a_6 y \end{cases}, \quad (1)$$

где a_1, \dots, a_6 – коэффициенты аппроксимации, которые в пределах каждого элемента сохраняют постоянные значения, являются искомыми.

МКЭ подробно излагается в работах [1-6]. Система дифференциальных уравнений плоской задачи теории упругости заменяется системой линейных алгебраических уравнений, которая в матричном виде запишется:

$$\{F\} = \{\delta\}[K], \quad (2)$$

где: вектор перемещений $\{\delta\} = \begin{pmatrix} u^i \\ v^i \\ u^j \\ v^j \\ u^m \\ v^m \end{pmatrix}$, вектор внешних сил $\{F\}$, матрица

жесткости для одного треугольного элемента $[K]$, приводится в справочнике [7].

Построим матрицу жесткости для двух треугольных элементов (глобальная матрица жесткости). Узлы 1, 3 являются общими для двух треугольных элементов (Рис. 1, б), каждый из которых вносит вклад в матрицу жесткости. Для каждого из этих узлов суммарная матрица жесткости будет включать сумму элементов матриц жесткости всех примыкающих к узлам элементов, то есть 1 и 3.

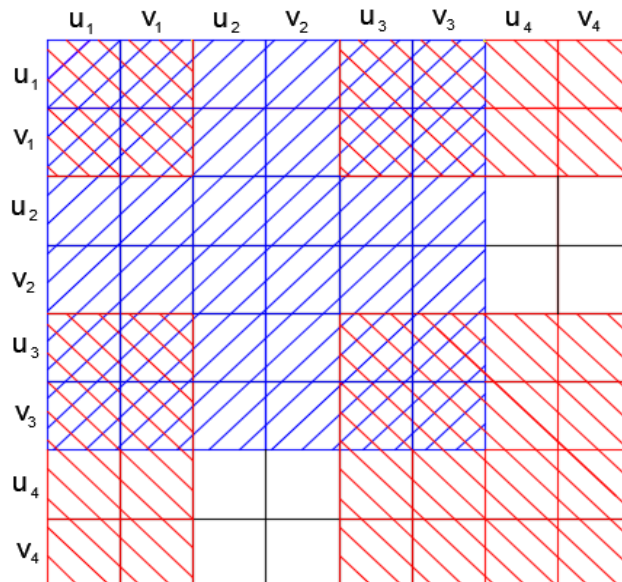


Рисунок 2. Общая матрица жесткости

Общая матрица жесткости для всей конструкции выразится в виде:

$$[K] = \begin{bmatrix} K_1 \\ K_2 \end{bmatrix}, \quad (3)$$

где: элементы матрицы K_1 заштрихованы синим цветом, элементы матрицы K_2 заштрихованы красным цветом (Рис. 2).

При наложении цветов происходит суммирование элементов матриц жесткости отдельных треугольных элементов. В местах где отсутствует штриховка элементы считаем нулевыми. Таким образом, получена глобальная матрица жесткости для сетки с 4 узлами. Аналогично получается матрица жесткости для любого количества элементов.

Данный алгоритм построения глобальной матрицы жесткости реализован в MS EXCEL. При задании исходных данных в виде перемещений узлов равным 1 миллиметр, получили значение реакций в этих же узлах равным нулю, что доказывает правильность построения глобальной матрицы жесткости. Определение пределов погрешности эксперимента будет определяться после получения реальных экспериментальных данных.

Библиографический список

1. Шушарина, Н. Л. Усовершенствование метода бесконтактного определения НДС грунтов основания на основе данных лабораторных испытаний. / Н. Л. Шушарина, С. А. Еренчинов // Энергосбережение и инно-

вационные технологии в топливно-энергетическом комплексе : материалы Национальной науч.-практ. конф. – Тюмень, 2018. – С. 99-103.

2. Расчет водонасыщенного основания под сооружениями нефтегазопромислов / Т. В. Мальцева [и др.] // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2016. – № 4. – С. 110-113.

3. Maltseva, T. Modelling of water-saturated grounds under a curved section of an oil and gas pipeline / T. Maltseva, T. Saltanova // MATEC Web of Conferences. – 2016. – 01022.

4. Maltseva, T. Modelling of saturated soil slopes equilibrium with an account of the liquid phase bearing capacity / T. Maltseva, T. Saltanova, E. Trefilina // MATEC Web of Conferences Ser. "International Science Conference SPbWOSCE-2016 "SMART City"". – 2017. – 02007.

5. Мальцева, Т. В. Развитие метода конечных элементов расчета водонасыщенного однородного основания / Т. В. Мальцева, Т. Ю. Володина // Проблемы прочности и пластичности. - 2011. – № 73. – С. 150-155.

6. Тимошенко, С. П. Теория упругости / С. П. Тимошенко, Дж. Гудьер. – Москва : Наука, 1975. – 576 с.

7. Справочник по строительной механике корабля : учебник для студентов и аспирантов кораблестроительных вузов. Том 2 / Г. В. Бойцов [и др.]. – Ленинград : Судостроение, 1982. – 464 с.

Научный руководитель: Еренчинов С.А., к.т.н., доцент кафедры строительных конструкций.

Особенности реконструкции спортивных сооружений

Ямохин В.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Современные мировые тенденции в социально-культурной сфере и, в частности, в отрасли «физическая культура и спорт» демонстрируют необходимость активного развития сопутствующей инфраструктуры и особенно сооружений, на которых проводятся как спортивные соревнования и идет тренировочный процесс, так и массовые зрелищные мероприятия. Сегодня спорт – это неотъемлемая часть нашей жизни. Поэтому важно, чтобы все спортивные сооружения находились в надлежащем виде. Для того, чтобы спортивный объект выполнял свою функцию на протяжении многих лет, требуется профессиональная и качественная реконструкция.

Каждое сооружение подвергается физическому износу, но это не является единственной причиной. Устаревший внешний вид, изменения в объемно-планировочном решении, расширение занимаемой площади тоже являются поводом для реконструкции. Поскольку в нашей стране существуют спортивные комплексы мирового масштаба, то их реконструкция – это актуальное, отдельное направление в работе строительных компаний. Многолетний опыт сформировал методы проведения реконструкции:

- 1) регенерация с капитальным ремонтом, реставрацией или полным восстановлением;
- 2) регенерация с капитальным ремонтом и модернизацией;
- 3) капитальный ремонт;
- 4) текущий ремонт;
- 5) косметический ремонт;
- 6) естественное выбытие зданий и сооружений;
- 7) снос здания с заменой новым строением.

Несмотря на разницу в масштабе, все перечисленные виды мероприятий относятся к реконструктивным процессам. Различия в применении методик зависят от исходных данных объекта.

Помимо вышеперечисленного, используют еще два понятия, характеризующих реконструктивный процесс: реставрация и регенерация. Процесс реставрации не меняет назначение зданий, направлен на максимально точное соответствие результата реставрации с начальными условиями. Примеры этого вида реконструкции многочисленны: это особенные здания и комплексы в исторических центрах городов мира и в столицах государств.

Регенерация – «оживление» зданий в новой функции, когда использование первоначального назначения здания или участка среды под затруднено. Удачным примером является организация пешеходной прогулочной зоны High Line Park на месте исторически сложившейся надземной железнодорожной сети в Нью-Йорке.

Процесс реконструкции может включать несколько этапов и методов, используемых комплексно либо по отдельности в зависимости от проблем того или иного сооружения. В зависимости от объема и масштаба работ подбирается оптимальный метод, который будет отвечать всем требованиям данного спортивного объекта. В совокупности, определение причины и выбор определенной методики приводят к главной цели проведения реконструкции – безопасная эксплуатация сооружения.

Библиографический список

1. Бобылева, Е. В. Эффективность реконструкции городской застройки в городе Белгороде / Е. В. Бобылева, Р. Г. Абакумов // Инновационная наука. – 2016. – № 5. – С. 197-198.
2. Волкова, Т. Ф. Методы реконструкции городской среды [Электронный ресурс] / Т. Ф. Волкова // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – № 4. Ч. 5. – URL : <http://web.snauka.ru/issues/2015/04/51758>.
3. Хасиева, С. А. Архитектура городской среды : учебник для вузов / С. А. Хасиева. – Москва : Стройиздат, 2001. – 200 с.

Научный руководитель: Некрасова И.Ю., канд. эконом. наук, доцент.

СЕКЦИЯ «Метрология, стандартизация и управление качеством»

Стандартизация и сертификация экологически чистой продукции в нефтегазовой отрасли.

Аляпкина Е.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Россия является уникальной в своём роде нефтегазовой страной, обладающей одним из самых больших в мире потенциалов топливно-энергетических ресурсов. В настоящее время основным условием обеспечения высокого качества продукции является использование достижений метрологии, основ стандартизации и сертификации нефтяной и газовой продукции. В 1996 г. была зарегистрирована система экологической сертификации. Центральным органом системы является Ростехнадзор. Следует отметить, что на сегодняшний день Федеральный информационный фонд стандартов содержит более 1000 стандартов на бензин, торф, индустриальные масла, твердое топливо, природный газ, горючие жидкости, нефть и нефтепродукты, а также их добычу, транспортировку и переработку.

Сертификация продуктов нефтегазовой отрасли, предназначена для контроля качества готовой продукции, поступающей на рынок. Так как процесс производства и выпуск продукции нефтехимии, который в минимальной степени загрязняют окружающую среду и дают потребителю гарантию безопасности продукции для его жизни, здоровья, и среды обитания, является главной целью экологической сертификации.

Постановление Госстандарта России от 08.10.98 № 78 рекомендует принимать на сертификацию только те нефтепродукты, которые имеют допуск к производству и применению Межведомственной комиссии Госстандарта России по допуску к производству и применению в России топлив, масел, смазок и спец. жидкостей (МВК). Расширение области обязательной сертификации возможно параллельно с более широким внедрением стандартов серии ISO 9000 по менеджменту качества, который постепенно переводится в разряд стандартов, обязательных к применению. В перспективе внедрение в России стандарта серии ISO 14000 по менеджменту экологии, который будет являться обязательным. [1]

Сертификат соответствия является подтверждением того, что продукция безопасна для потребителя и окружающей среды, является качественной. Именно высокое качество продукции, его безопасность, подтверждается соответствующим сертификатом соответствия. Что на сегодняшний день играет большую роль в экологической сертификации. И оценивая Российский рынок экологически чистой продукции можно сделать вывод, что страна занимает далеко не первое место. Несмотря на это,

в России идет работа над созданием стандартов для более экологически чистой продукции нефтегазовой отрасли.

Библиографический список

1. Фомин, Г. С. Нефть и нефтепродукты: Энциклопедия международных стандартов / Г. С. Фомин. – Москва : Протектор, 2006.– 1040 с.
2. Андронов, И. В. Управление качеством / И. В. Андропова, М. М. Шитина, Я. В. Невмержицкая. – Тюмень, 2010. – 226 с.
3. Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.gostinfo.ru/>.

Научный руководитель: Василега Д.С., канд.тех.наук.

Добавки Е.

Белоногова Е.М.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация. В современной пищевой промышленности не обойтись без применения пищевых добавок. Они увеличивают срок хранения, поддерживают привлекательный для покупателя вид, улучшают консистенцию и вкус. Но все ли они опасны и вредны, как утверждает реклама и СМИ? Или же полезны и не представляют прямой угрозы? В данной статье представлен обзор различных пищевых добавок, их классификация и влияние на организм человека

Введение. На самом деле пищевые добавки используются не только на производстве. Мы все, когда готовим дома так или иначе используем их. Например, поваренная соль, увеличивающая срок хранения (вяленая рыба и мясо) и сахар (варенье, компоты, джемы). Однако массовое производство продовольствия в силу своих особенностей очень сильно отличается от домашнего приготовления пищи. Добавки необходимы для обеспечения безопасности и сохранения товарного вида промышленной пищевой продукции на всех этапах: от производственного цеха или фабрики-кухни до попадания на стол потребителю, включая транспортировку на склады и в магазины [1].

Итак, что же это такое? Пищевая добавка - это любое вещество или смесь веществ, не употребляемых человеком непосредственно в качестве пищи, преднамеренно вводимые в пищевой продукт в процессе его производства с технологической целью, включая придание ему определенных органолептических свойств и сохранение качества и безопасности в течение установочного срока годности или хранения [2].

К пищевым добавкам относятся: красители (E100 – E199); консерванты (E200 – E299); антиоксиданты (E300 – E323); кислоты и регуляторы

кислотности (E325 – E381); пено- и гелеобразователи, загустители, стабилизаторы консистенции, эмульгаторы, разрыхлители, ускорители технологических процессов, отбеливатели (E400 – E499); ароматизаторы, интенсификаторы вкуса и запаха (E620 – E650); подсластители (E950 – E968), а также ряд других функциональных классов [3].

При таком разнообразии различных добавок соответственно различно и их влияние на организм человека.

Положительное. Например, витамины. Наиболее часто добавляемые витамины - это антиоксиданты, защищающие от окисления пищу. И некоторые витамины могут в этом помочь. Также, некоторые витамины могут использоваться в качестве красителей. Кроме витаминов, некоторые незаменимые элементы, в частности, кальций или магний, входят в состав активно используемых пищевых добавок. Например, когда мы едим сыр, то кальций в нем может быть не только из молока, но также из хлорида кальция, используемого для «створаживания». Таким образом, около трети кальция в нашем ежедневном рационе может набираться из подобных пищевых добавок. Один из самых распространенных эмульгаторов — лецитин, E322. Он служит источником, одновременно, холина и, чаще всего, если лецитин соевый, то и незаменимых омега-6 и омега-3 жирных кислот. Также нередко вместе с ним в еду попадает и витамин E, который содержит растение, из которого лецитин выделяли (подсолнечник, соя). Лецитин позволяет получать устойчивые эмульсии в системах масло-вода. Поэтому он активно используется в кондитерской промышленности, например, при изготовлении шоколадной глазури, выпечки, макаронных изделий, вафель и пр. Лецитин не только добавляется в пищу с техническими целями, он иногда используется как БАД для улучшения работы печени, и под названием «лецитин», и под названием «Эссенциале», и др.

Отрицательные. Если верить данным Агентства Продовольственной Безопасности, опубликованным в Интернете, то консерванты E-230, E-231 и E-232 используемые при обработке фруктов, представляют собой фенол. Это вещество, попадая в наш организм в малых дозах, провоцирует рак, а в больших – является чистым ядом. Глутамат натрия может провоцировать бронхиальную астму, головную боль или крапивницу.

Вывод. Конечно, очень многое зависит от количества. Некоторые из добавок имеют как и полезную сторону, так и вредную. Также, стоит учитывать и индивидуальные особенности организма, так как чувствительность к определенным веществам может вызывать сильные аллергические реакции и знание кода этих добавок жизненно необходимо. Конечно, лучше всего не кушать еду, где есть добавки E, за экологически чистую еду многие люди платят очень большие деньги, но полностью отказаться от применения пищевых добавок к сожалению, невозможно.

Библиографический список

1. Пищевые добавки [Электронный ресурс] // Всемирная Организация Здравоохранения. – Режим доступа : <https://www.who.int/ru/newsroom/fact-sheets/detail/food-additives>.
2. ГОСТ Р 52499-2005. Добавки пищевые. Термины и определения (с Поправкой, с Изменением N 1). – Введ. 2007-01-01. - Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2005 г. N 539-ст.
3. Пищевые добавки [Электронный ресурс] // Энциклопедия «Википедия». – Режим доступа : <https://ru.wikipedia.org>.

Основные недостатки метрологического обеспечения нефтегазовой отрасли России

Березина К.О.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Повышение точности учёта нефти весьма актуально, так как здесь сталкиваются экономические интересы нефтяных компаний, компаний транспортирующих нефть и государства. При выполнении функций связанных с передачей нефтепродуктов поставщиками потребителям, возникает комплекс проблем, связанных с сокращением потерь в процессе их транспортирования, приема, выдачи и хранения. Потери нефтепродуктов складываются из прямых потерь (испарения, утечки, переливы, проливы, аварийные потери и т. д.) и из потерь, возникающих от погрешностей средств измерений.

При анализе основных проблем метрологического обеспечения учета количества и качества нефти и нефтепродуктов необходимо, прежде всего, отметить отсутствие современных средств контроля параметров технологических процессов при производстве нефти и нефтепродуктов и при продаже их за рубеж. Средства измерений советского производства, применяемые в отрасли, не отвечают современным техническим требованиям, приближаются к критическому уровню по степени износа и техническому состоянию. Это является одной из основных причин резкого снижения объемов переработки нефти. Сегодня коэффициент загрузки мощностей российских нефтеперегонных заводов (НПЗ) составляет около 60 %, а средняя глубина переработки нефти примерно 67 % (для сравнения в США около 90 %, на лучших НПЗ - до 98 %) [1].

Одной из главных причин более низкой, чем за рубежом, точности измерений количества нефти и нефтепродуктов является недостаточная точность поверки и калибровки расходомеров узлов учета магистральных трубопроводов. Поэтому создание нового поколения государственных и

рабочих эталонов для расходометрии является одной из наиболее актуальных задач метрологического обеспечения нефтяной отрасли.

Несоответствие отечественных МВИ требованиям международных стандартов является главным изъяном в этой области измерений. При коммерческом учете это приводит к двойному счету, тормозит развитие добычи нефти на основах раздела продукции. Поэтому между результатами измерений по российским и международным МВИ могут встречаться достаточно значительные расхождения, т.к. многие МВИ системы ГОСТ Р основаны на устаревших измерительных технологиях.

Основная проблема в области контроля качества нефти и нефтепродуктов заключается в необходимости гармонизации отечественной системы измерений с международной. Эта задача в настоящее время решается лишь частично [2]. Результаты анализа, проведенного департаментом государственной политики в области технического регулирования и обеспечения единства измерений Минпромторгом РФ, показали: низкая эффективность отечественного топливного комплекса (ТЭК) во многом обусловлена тем, что в России отсутствуют единые требования к точности измерений на стадиях от добычи нефти до розничной реализации продуктов нефтепереработки. Решить проблему должен технический регламент «О требованиях к средствам измерения показателей нефти и продуктов ее переработки», а так же разработка и реализация национальной программы стандартизации в ТЭК. Работы по созданию пакета национальных стандартов в сфере нефтегазохимического машиностроения ведутся весьма медленно. Это объясняется рядом причин. Нефтегазовые компании удовлетворены зарубежными и корпоративными стандартами, т.е. не заинтересованы в развитии отечественной системы стандартизации. Предприятия нефтегазового машиностроения заинтересованы в этом, но у них нет необходимых средств. К тому же существующее законодательство не стимулирует компании финансировать работы в области стандартизации.

В настоящее время в Российской Федерации существует ряд документов, регламентирующих измерения количества нефти, которое определяют по массе «нетто» нефти — массе нефти без вычета массы балласта.

В зарубежных нормативных документах предусмотрено измерение объема нефти, приведенного к стандартным условиям, «сухого» объема нефти — объема нефти за вычетом воды и осадка, а также измерение массы нефти и «сухой» массы нефти [3].

Основные принципиальные отличия методов измерения количества нефти, применяемых за рубежом и России:

1. Измерения количества нефти в единицах объема.
2. Отдельно масса балласта не определяется.
3. Работы ведутся без применения проверочных схем и специальных нормативных документов, а обосновываются ссылками на отдельные разделы ASTM и API.

Современные экономические условия заставляют уделить особое внимание оптимизации системы обеспечения единства измерений количества нефти.

При анализе основных проблем метрологического обеспечения учета количества и качества нефти и нефтепродуктов нужно отметить недостаток современных средств контроля параметров технологических процессов при производстве нефти и нефтепродуктов и при продаже их за рубеж.

Главным недостатком российской системы правил учета нефти является отличие ее от международной системы.

К главным последствиям вышеперечисленных недостатков можно отнести финансовую дестабилизацию.

Библиографический список

1. Шаповальянц, А. Большие проблемы большой нефти / А. Шаповальянц // Российская газета. – 2000. – № 52. – С. 11.
2. ГОСТ 16504 – 81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. – Взамен ГОСТ 16504-74; введ. 1982.01.01. – Москва : Изд-во стандартов, 1982. – 23 с.
3. Кириллов, А. Нефть, газ и метрология / А. Кириллов // Мир измерений. – 2010. – № 11. – С. 55.

Распространенность ISO 9001 в России и Европе

Богданов А.В., Крячко А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Система менеджмента качества (СМК) – является частью системы менеджмента организации, которая направлена на достижение результатов в соответствии с целями в области качества, для удовлетворения потребностей, ожиданий и требований заинтересованных сторон.[1]

СМК являются наиболее известными представителями систем менеджмента, требования к ним закреплены в международных стандартах ISO. Международные стандарты серии ISO 9000 определяют СМК, как систему менеджмента для руководства и управления организацией в области качества. Стандарт ISO 9001:2015 устанавливает критерии системы менеджмента качества и является единственным стандартом серии, по которому возможно осуществить сертификацию. Его может использовать любая организация или предприятие, вне зависимости от своей сферы дея-

тельности. На сегодняшний день существует более одного миллиона компаний и организаций в более чем 170 странах мира, сертифицированных согласно ISO 9001. Данный стандарт, включает в себя ряд основных принципов по менеджменту качества: Ориентация на потребителя, мотивация и вовлеченность выше стоящего руководства, процессный подход, а также постоянное усовершенствование.[2]

Соответствие стандарту ISO 9001 является доказательством грамотного управления предприятием и существенным преимуществом в конкурентной борьбе. Именно поэтому данный стандарт широко распространен по всему миру. Мировым лидером по количеству выданных сертификатов ISO 9001 является Китай. Однако, в Европе в настоящее время, стандарт ISO 9001 также является очень востребованным. В таблице 1, приведены данные по количеству выданных сертификатов в некоторых Европейских странах, в том числе и России за 2010 – 2017 года. Все данные из таблицы взяты с официального сайта Международной организации по стандартизации ISO. По данным таблицы, лидером по количеству полученных сертификатов в Европе является Италия. Что же касается России, на рисунке 1 мы можем наблюдать то что, с каждым последующим годом количество полученных сертификатов становится все меньше, если в 2010 году в России было выдано 62265 сертификатов соответствия ISO 9001, то в 2017 их количество стало в разы меньше и составляет всего лишь 3490 сертификатов. Скорее всего, причиной спада является то, что у Российских компаний с течением последних лет появилось понимание о том, что такое СМК и для чего они нужны, и многие компании не видят надобности в получении сертификата. Также, многие головные предприятия подразделяют принципы на все свои дочерние компании, филиалы и. т. д., поэтому нет особого смысла в их сертификации. Единственными существенными причинами получить сертификат соответствия ISO 9001 можно назвать:

1. Возможность зайти на международные рынки (так как наличие сертификата является для этого обязательным требованием).
2. Возможность работать в секторе, который регулируется законодательством.

Таблица 1

Количество выданных сертификатов с 2010 по 2017 год

ISO 9001 в Европе								
Год	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Россия	62265	13308	12488	11764	11213	9084	5083	3490
Англия	43293	41943	42304	42843	39982	40161	37901	37478
Италия	143305	142853	136547	135939	139416	132870	150143	97646
Германия	50583	49540	51701	56303	55344	52995	66233	64658
Франция	29713	29215	29198	29598	29112	27844	23403	21808
Греция	4322	4168	4796	7293	5445	6187	7303	7056
Сербия	1790	3228	2750	2366	2637	2512	3017	2213

Испания	59854	53057	59418	42644	35995	32730	34438	31984
Латвия	809	787	791	923	1000	1115	866	962
Чехия	16242	12697	10679	12679	13229	10648	10568	11180
Польша	12195	10984	10105	10527	9574	10681	12152	11846
Нидерланды	11213	11072	11417	11415	10429	10381	10326	9991
Швеция	5687	4901	4846	4613	4998	4316	4041	4093
Финляндия	2147	2265	2403	2838	2648	2596	2592	2644
Украина	2592	1207	1091	1275	1297	1052	1382	1303
Беларусь	151	171	170	130	2905	3657	175	3979
Норвегия	1882	1756	1589	2080	2377	2467	2002	2475
Швейцария	12110	10358	11542	12030	11205	12218	11212	10252
Бельгия	3715	3207	3915	3812	3661	3562	3634	3121
Болгария	6248	5001	6037	5378	5729	5441	5951	5397
Литва	1207	1168	1165	1110	1214	1238	1150	1289

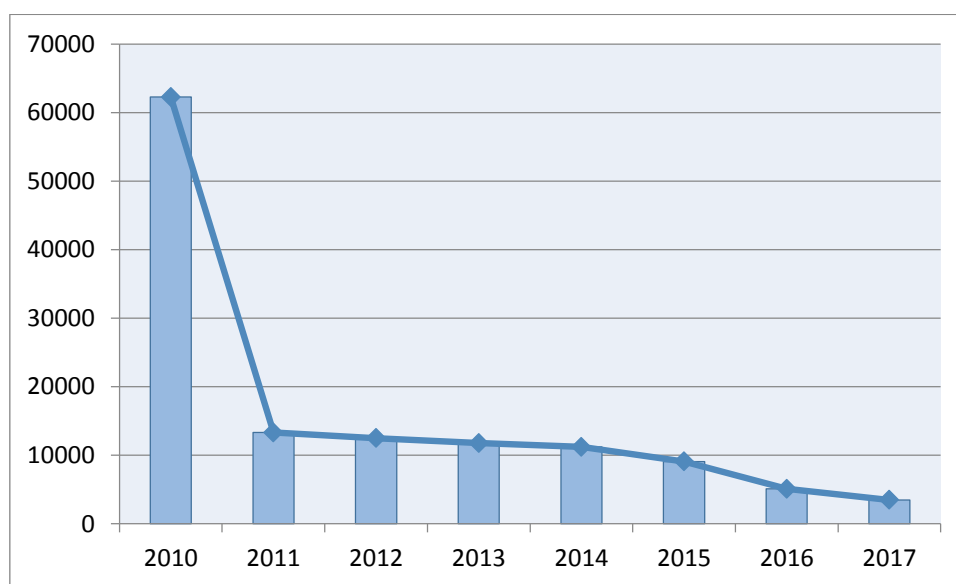


Рисунок 1. Диаграмма спада

Библиографический список

1. Система менеджмента качества [Электронный ресурс] // Википедия – свободная энциклопедия. – Режим доступа : https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_менеджмента_качества.

2. Гагарин, А. И. Управление качеством : учебное пособие / А. И. Гагарин, В. А. Журавлев. – Новосибирск : СГГА, 2012. – 221 с.

Научный руководитель: Тверяков А.М.

Современные проблемы работы с поставщиками в рамках СМК

Бочарникова А.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Любое коммерческое предприятие для изготовления своей продукции или оказания услуг использует какие-либо ресурсы, как правило, закупаемое у сторонних организаций – поставщиков. Закупаемое сырье и материалы занимают значительную долю в себестоимости продукции или услуг компаний. Процесс закупки сырья находится в ведении отдела материально-технического обеспечения (ОМТО). Повышение эффективности закупочного процесса обеспечивается путем снижения себестоимости изделий или услуг и повышения, тем самым, общей прибыли предприятия. Именно для этого специалистам ОМТО очень важно добиваться максимально выгодных цен и условий договора. Кроме того, для качественной работы с поставщиками важно следить за добросовестностью их работы, что также входит в список обязанностей ОМТО. В этом специалистам помогает система менеджмента качества (СМК) поставщиков. Этим обуславливается актуальность данной работы.

В последние годы работа с поставщиками приобретает не только текущий, но и стратегический характер. Стратегические цели работы с поставщиками охарактеризованы в таблице 1.

Таблица 1

Стратегические цели взаимодействия с поставщиками

Стратегические цели взаимодействия с поставщиками	
Стимулирование выгодных условий партнерства	Ограничение рыночной власти поставщиков
Стратегические задачи, критичные для достижения стратегических целей	
<ul style="list-style-type: none">– поставка с отсрочкой платежа;– переход на льготную цену постоянного клиента;– поставки «точно в срок»– поставки наиболее удобным экономически выгодным способом;– снижение издержек на ведение переговоров, измерение качества, комплектности, количества закупаемой продукции/услуг.	<ul style="list-style-type: none">– поиск товаров заменителей;– поиск альтернативных поставщиков и распределение закупок;– формирование зависимости поставщика;– уменьшение издержек переключения с одного поставщика на другого;– диверсификация способов доставки – автомобильные и железнодорожные перевозки, контейнеры.

Реализация показанных выше стратегических целей обеспечит компании стабильную прибыль, исполнение своих обязательств перед деловыми партнерами и сотрудниками, минимизирует потери от простоев производства, замораживания денежных средств в переплатах и завышенных партиях закупки.

Основные идеи ученых, развивающих СМК, несомненно, и сейчас лежат в основе современного подхода к менеджменту качества. Например, можно проследить заметное сходство между 12 принципами-заповедями

Деминга и принципами менеджмента качества, изложенных в ISO 9001 2015:

- направленность на конечного потребителя;
- лидерство руководства;
- вовлечение персонала предприятия в процесс внедрения и реформирования СМК;
- процессный подход;
- стремление к усовершенствованию СМК;
- принятие решений, подкрепленных фактами;
- Поддержание взаимовыгодных отношений с партнерами.

Все эти принципы взаимосвязаны, и отказ от одного из них влечет несоответствие стандарту ISO 9001 и ухудшает степень качества процессов.

Из всего того, что сказано выше, можно заключить, что отношения с поставщиками играют важную роль в работе предприятия и являются важной частью СМК компаний. Поэтому целесообразно рассматривать СМК поставщиков, как отдельный процесс, формирующий качество выпускаемой продукции и услуг компаний и работы предприятия в целом.

Вместе с тем, процесс работы с поставщиками не лишен ряда проблем, на которые нельзя не обращать внимания.

Во-первых, процедура тендера часто затягивает процесс закупки и заключения договора. Однако, тендер проводится в 95% случаях, как основной способ предварительной оценки поставщиков. Главные сложности в проведении тендера – это, конечно, непосредственно поиск потенциальных его участников, а также техническая поддержка участников на электронной торговой площадке (ЭТП), которые часто бывают довольно специфичны. Однако мало в каких компаниях такая поддержка реализуется на практике. Обычно, координацией потенциального поставщика на ЭТП занимается ответственный специалист ОМТО, что не всегда корректно ввиду некомпетентности этих специалистов в технических вопросах работы. Для этого необходимо вводить поддержку ЭТП для отлаженного процесса проведения тендера и полноценной координации участников.

Во-вторых, поставщики-монополисты, которые устанавливают свои правила в определенной отраслевой нише. Здесь, как правило, проблема состоит в том, что потребителю приходится принимать условия поставщика-монополиста, в ряде случаев посредством нарушения внутренних процедур компании-потребителя. Это значительно усложняет и удлиняет процесс переговоров и заключения договора. Кроме того нарушается принцип СМК о поддержании взаимовыгодных отношений.

В-третьих, муниципальные поставщики. Принципом своей работы они похожи на поставщиков-монополистов, однако муниципальные поставщики устанавливают стоимость на свои товары или услуги в соответствии с установленными тарифами. Если с поставщиками-монополистами

еще можно договориться о льготной цене (скидке), то в случае с муниципальными поставщиками это практически невозможно.

В-четвертых, работа на условиях предоплаты. Здесь роль играют не только внутренние факторы, но и внешние. При этом, если денежные средства не поступили на расчетный счет поставщика вовремя, вполне вероятно отключение услуг или задержки в поставке товара. Решить эту проблему можно закреплением оплат по таким договорам за ответственными лицами.

Принципы работы с поставщиками закреплены в ISO 9001, что определяет его как один из ключевых моментов СМК предприятий, требующего постоянного мониторинга и улучшения. Качество оказываемых компанией услуг или производимой продукции напрямую зависит от качества работы ОМТО с поставщиками. Для компании очень важно держать своих партнеров в курсе внутренних процессов предприятия, так как это усиливает доверие поставщика к компании-потребителю и побуждает его работать более эффективно. Для работы с поставщиками разработаны системы SRM, активно используемые на различных предприятиях. При отборе поставщиков оценить их помогает процедура тендера, а в процессе работы – показатели КРІ. Помимо этого, необходимо регулярно проводить статистический анализ работы поставщика для объективной оценки его работы.

Кроме того, для высокого уровня эффективности работы компании, необходимо проводить регулярный внутренний аудит на предмет «узких» мест в работе с поставщиками.

Важно понимать, что работа с поставщиками сейчас – это не просто необходимость в приобретении ресурсов; это стратегическая работа компании, требующая планирования и прогнозирования, постоянного анализа и контроля. Именно поэтому данной теме на данный момент уделяется столько внимания, а ключевые моменты этих процессов закреплены в методиках и стандартах.

Библиографический список

1. Осипов, К. А. Стратегия и тактика производственного менеджмента: управление развитием информационного обеспечения на предприятии : монография / К. А. Осипов, Н. М. Дегтярева, В. Г. Булов. – Тольятти : Двор печатный Автоваз, 2013. – 199 с.
2. Сергеева, С. С. Управление качеством в сфере закупок на основе статистического анализа / С. С. Сергеева. – Москва : Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, 2016 – 413 с.
3. ISO 9001 2015. Системы менеджмента качества – требования. Международный стандарт. – ISO 9001:15, введ. : 2015-09-15. – 2015. – 28 с.

Совершенствование деятельности университета на основе управления рисками

Воронова Н.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Актуальность темы заключается в том, что развитие Российских инновационных технологий и методов изменило условия жизнедеятельности рынка образовательных услуг. У организаций, связанных с рисками, могут возникнуть последствия, связанные с экономическими показателями и профессиональной репутацией, а также экологией, безопасностью и социальными результатами. Поэтому менеджмент рисков эффективно помогает организациям хорошо работать в условиях неопределенности[1].

Высшие учебные заведения, в настоящее время, сильно зависят от внешних, внутренних и пограничных факторов: конкуренции среди университетов, комплектации необходимого оборудования и наличие собственных лабораторий, квалифицированный персонал, уменьшение числа бюджетных мест и использования новых методик. Чтобы конкурировать на современном рынке образовательных услуг, ВУЗу необходимы новые методы и технологии, но каждая инновация позволяет университету выявлять новые возможности и риски. Раньше университету было достаточно иметь только современное ресурсное обеспечение, что обеспечивало ему защиту от неблагоприятных факторов, но в настоящее время ВУЗу необходим грамотный и конкурентоспособный менеджмент, который способен не только повысить конкурентоспособность, но и снизить влияние неблагоприятных факторов.

Принципы общего менеджмента помогают рассматривать высшее образование не только как благо, но и как услугу. Подтверждением данного принципа служит тот факт, что в высших учебных заведениях активно внедряются международные стандарты качества серии 9001:2015. Внедрения ряда стандартов позволяет ВУЗам поднять имидж в «глазах» всех заинтересованных сторон.

Поскольку риски существуют всегда, необходимо к их решению подходить структурированно. Оценка рисков является частью управленческого процесса, а также имеет фундаментальное значение для управления организацией на всех уровнях[2].

Изучая теорию по риск - менеджменту, нормативную документацию (международные стандарты управлением рисками, СМК университетов и группу серии ISO) можно распределить все виды рисков на три круга: внутренние, пограничные и внешние. Из-за того, что все группы рисков связаны между собой и вытекают друг из друга, они образуют «круг» взаимодействия.

Рассмотрим некоторые видов факторов, которые способны нанести вред университету.

К внутреннему кругу относят риски связанные с профессорско-преподавательским составом, инновационными технологиями и методами, с набором новых абитуриентов и выпускаемых специалистов, имиджем ВУЗа и многими другими. Более подробно расскажем о первых трех факторов.

Первый фактор из внутреннего круга это профессорско-преподавательский или кадровый риск. Именно от преподавательского состава зависит учебный процесс и качество подготовки студентов. Ведь если работники не способны реагировать на изменения в системе высшего образования, они просто не способны дать необходимые знания будущим выпускникам. Так же каждый работник должен быть замотивирован в качественном выполнении своих обязанностей, участвовать в конференциях, писать научные работы, которые будут влиять на дальнейшее развитие, как самого ВУЗа, так и определенной отрасли науки.

Вторым фактором из этого круга является использование инновационных технологий и методов. Риски, связанные с использованием инноваций сами по себе неопределенны, так как каждый университет использует в основном традиционные методы обучения. Если работники ВУЗа настроены против нововведений, то ни новые методы, ни технологии не уживутся в университете. Высшему руководству необходимо преподнести все изменения связанные с обучением студентов постепенно, предоставляя возможность преподавателям ознакомиться с ними, возможно даже обучить и провести анкетирование, чтобы узнать преподавательского состава мнение обо всех внедряемых инновациях.

Третьим, но не последним фактором в этой группе рисков является набор новых абитуриентов и выпускаемых специалистов. Рассматривая абитуриентов необходимо отметить то, что при низком балле ЕГЭ будущие студенты просто не способны усваивать необходимые профессиональные знания. Это приводит к тому, что появляется риск закрытия некоторых специальностей или профилей подготовки, что в свою очередь ведет к сокращению кафедр.

Пограничные факторы распределяют ответственность между заинтересованными сторонами: внешней и внутренне. В этой группе рассмотрим финансовые риски. Поскольку сейчас идет борьба между университетами за разные направления подготовки, а соответственно и за бюджетные места ВУЗу необходима финансовая поддержка государства. Что также оказывает влияние на увеличение оплаты за обучения и сокращение финансирования от предприятий – партнеров.

К внешнему кругу относятся все риски, которые исходят от окружающей среды университета: общества, государства, предприятия и организаций и другие.

Риски, связанные с предприятиями и организациями, основаны на спросе дипломированных специалистов определенного университета. Что-

бы определить, по каким направлениям необходимо подготавливать выпускников, ВУЗу необходимо взаимодействовать с предприятиями и организациями региона. Сотрудничество между предприятиями и университетом способно предоставить широкие возможности студентам так, как они, проходя практику, смогут зарекомендовать себя как хороших сепаратистов, а значит получить предложение по трудоустройству.

Риски государства в основном основываются не только на экономическом состоянии государства, но и на программах Минобороны науки РФ и профильных министерств. Так разные поколения стандартов ФГОС для высшего образования, увеличили работу профессорско-преподавательского состава в составлении планов, которые год от года менялись.

Учитывая все внешние и внутренние риски, высшие учебные заведения будут способны не только конкурировать на внутреннем рынке, но и смогут выходить на международный рынок образования.

Библиографический список

1. ISO 31000 – Менеджмент рисков [Электронный ресурс] // Международная организация по стандартизации. – Режим доступа : <https://www.iso.org/ru/iso-31000-risk-management.html>.

2. Новый стандарт ISO 31000 способствует упрощению системы менеджмента рисков [Электронный ресурс] // Международная организация по стандартизации. – Режим доступа : <https://www.iso.org/ru/news/ref2263.html>.

Научный руководитель: Остапенко М.С., кандидат технических наук

Настройка, калибровка и поверка автомобильных весов

Зернина Ю.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Согласно принципам экспериментальной проверки погрешности весов [1, 2] испытания по контролю погрешности весов необходимо проводить в условиях адекватного воспроизведения экстремальных нагрузок на элементы весов, являющиеся основными источниками погрешности.

Вполне естественно, воспроизвести весь “набор” экстремальных ситуаций, приведённый на рис 1, д. При этом необходимо:

- прикладывать нагрузку по колеям движения колёс автомобиля;
- нагружать места непосредственно над датчиками и в середине пролёта каждой секции платформы;
- нагрузку прикладывать максимально сосредоточенно, имитируя пятна касания колёс с платформой.

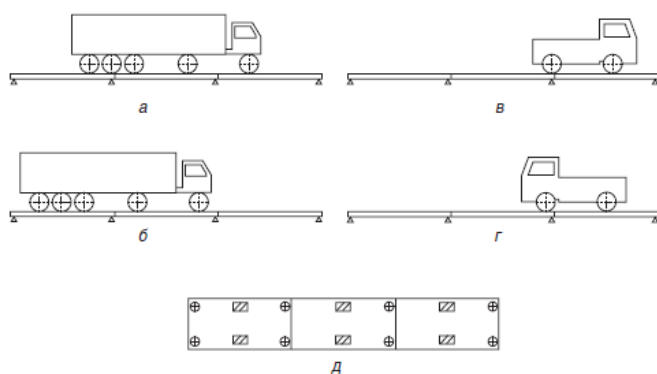


Рисунок 1. Различное расположение автомобилей и гирь на платформе весов

Величину нагрузки при контроле независимости показаний весов от положения груза на платформе (или при испытаниях на нецентральное положение нагрузки по проекту ГОСТа) действующий стандарт [3] и проект нового ГОСТа требуют определять как некоторую часть наибольшего предела взвешивания.

Более рациональным представляется подход, когда величину нагрузки при контроле независимости показаний весов от положения автомобиля на весах выбирают, исходя из допустимой осевой нагрузки автомобиля, которая регламентируется законодательно. В частности, действующая в России инструкция [4] для самых благоприятных дорожных условий ограничивает нагрузку на одиночную ось автотранспортного средства 10 т, а на трёх осную тележку – 16,5 т при расстоянии между её осями менее 2 м.

При неравномерной загрузке взвешиваемого автомобиля “по бортам”, что встречается довольно часто, показания весов при заезде автомобиля с разных сторон могут неприемлемо сильно различаться.

При работе на автомобильных весах удобнее использовать гири массой 1000 кг: значительно меньше трудоёмкость работ по установке и снятию гирь при настройке, поверке весов. Гири массой 1 т незаменимы и для работ с автомобильными весами для взвешивания в движении (рис. 2) более современной конструкции [5].

Специальные передвижные весоповерочные лаборатории (СПВЛ) служат средством доставки гирь к месту испытаний весов. В настоящее время в эксплуатацию поступают СПВЛ двух типов:

- контейнерные, в которых гири размещены в контейнере, установленном на автомобиле или полуприцепе, грузоподъёмные средства – один или два монорельса с подъёмниками;
- СПВЛ с гидравлическими крано-манипуляторными установками (КМУ).

СПВЛ контейнерного типа имеют существенные недостатки: значительная “высоко подвешенная” масса тельферов и рельс при движении по плохим дорогам приводит к перегрузке, к поломкам узлов крепления кон-

тейнера к шасси; большая высота контейнера не позволяет работать на весах под навесами; монорельсовые механизмы помогают укладывать гири только по оси весов или по колеям, а для настройки весов требуется уложить гири непосредственно над датчиками; в условиях жары, особенно при работе автономного электрогенератора, работать внутри контейнера практически невозможно; автомобиль СПВЛ не универсален, используется ограниченное время только для поверки весов (затраты на приобретение СПВЛ окупаются медленнее).

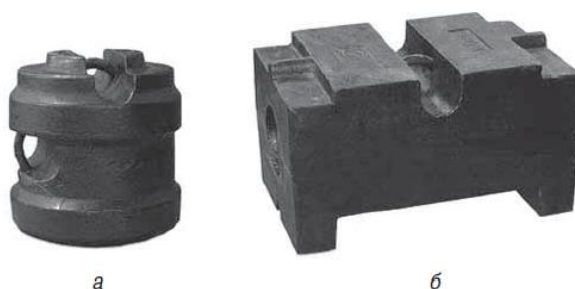


Рисунок 2. Эталонные гири: а-гиря ГО-П-500, б-гиря ГО-П-1000

СПВЛ с гидравлическими крано-манипуляторными установками (КМУ) могут быть выполнены в виде автомобиля с КМУ и прицепом или как тягач с КМУ и полуприцепом. Преимущества таких СПВЛ:

- Используются гири нового поколения массой 500 и 1000 кг;
- КМУ позволяет уложить гири в любое место весов, поставить их друг на друга непосредственно над датчиком;
- можно работать на весах под навесами;
- по техническим характеристикам автомобили КамАЗ, МАЗ с КМУ перевозят до 10 т гирь и прицеп до 10 т;
- в варианте СПВЛ на базе тягача с полуприцепом номинальная грузоподъёмность 20 т гирь;
- автомобиль или тягач с КМУ являются универсальным транспортным средством, и СПВЛ могут быть использованы круглогодично для разнообразных хозяйственных нужд;
- затраты на СПВЛ окупаются быстрее.

Выводы:

- При настройке, калибровке, поверке при нагружении весов эталонными гирями или замещающими грузами необходимо воспроизвести весь “набор” экстремальных ситуаций;
- Разумно, когда величину выбирают, исходя из допустимой осевой нагрузки автомобиля, которая регламентируется законодательно.
- Для настройки и поверки автомобильных весов стоит использовать эталонные гири массой 500 и 1000 кг.
- СПВЛ с гидравлическими крано-манипуляторными установками преимущественно лучше.

Библиографический список

1. Жуков, С. Л. Рациональный выбор эталонных гирь, средств их поверки и автотранспорта для передвижных весоповерочных лабораторий / С. Л. Жуков, А. Г. Кудрявцев // Главный метролог. – 2007. – № 3. – С. 40.
2. Кудрявцев, А. Г. Организационно-методические принципы обеспечения точности взвешивания при настройке и поверке большегрузных весов // А. Г. Кудрявцев, М. В. Сенянский // Законодательная и прикладная метрология. – 2007. – № 1. – С. 1.
3. ГОСТ 8.453-82. Весы для статического взвешивания. Методы и средства поверки. Взамен : ГОСТ 8.076-73 ГОСТ 8.077-73 ГОСТ 8.126-74 13592-68 ГОСТ 13604-68 ГОСТ 13734-68 ГОСТ 14018-68 ГОСТ 17155-71 ; введ. 1983-06-30. – Москва : Изд-во стандартов, 1982. – 9 с.
4. Инструкция по перевозке крупногабаритных и тяжеловесных грузов автомобильным транспортом по дорогам Российской Федерации (утв. Минтрансом РФ, МВД РФ и Федеральной автомобильно-дорожной службой РФ 27.05.1996 г., с изменениями от 22.01. 2004 г.) – С. 1.
5. Кудрявцев, А. Г. Новые гири для поверки большегрузных весов / А. Г. Кудрявцев // Мир измерений. – 2005. – № 1 – С. 1.

Научный руководитель: Самохвалов В.Д., канд. техн. наук, доцент.

Метрология как одна из составляющих нефтегазодобычи

Зырянова В.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Нефть – одно из важнейших полезных ископаемых, необходимых человечеству. Россия занимает шестое место в мире по количеству доказанных запасов. Доказанные запасы – запасы, которые можно добыть с помощью современных технологий. Метрология является одной из составляющих для получения успешного результата. По моему мнению, инвестирование в улучшение метрологического обеспечения нефтяного комплекса будет наиболее эффективным для нашей страны. Поэтому необходимо развивать метрологию конкретно в нефтяной отрасли.

После анализа метрологических проблем в нефтегазовой сфере хочется отметить, что имеется отсутствие современных средств для контроля параметров технологических процессов. Из чего следует снижение объемов переработки нефти, а также низкую среднерыночную цену нефтепродуктов. На данный момент в нормативной базе существует два закона, связывающих метрологию и нефтегазодобычу. Первый из них знаком каждому метрологу — это закон "Об обеспечении единства измерений". Вторым является закон Российской Федерации "Об энергосбережении". В данных законах рассмотрено примерно 25 государственных стандартов, а также различных рекомендаций в сфере метрологии [1]. Помимо этого, представ-

лены различные инструкции, которые регламентируют вопросы, связанные с нефтегазодобычей. Но проблема в том, что все эти законы сложились еще в XX веке и требуют обновления и создания новых эталонов.

Методики выполнения измерений (МВИ) в нашей стране не всегда соответствуют требованиям международных стандартов. Из-за чего возникает затруднение в развитии добычи нефти. Это связано с тем, что многие МВИ основаны на устаревших измерительных технологиях.

Неизменным спросом и востребованностью пользуются системы измерения количества и показателей качества нефти товарной (СИКН) [2], необходимые для отбора нефти с целью переработки или продажи. Все это было бы невозможно без ГОСТов, которые регламентируют данный процесс.

- ГОСТ Р 8.615-2005 (применяется для систем измерений, отвечающих за количество параметров сырой нефти)
- ГОСТ Р 8.595-2004 (отвечает за показатели качества товарной нефти)
- ГОСТ Р 8.596

А также другие ГОСТы и стандарты, без которых уже нельзя представить нефтяную отрасль.

Однако хотелось бы отметить, что по состоянию на 2018 год в нашей стране введено 38 нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ), а еще 46 относятся к строящимся или реконструируемым. Одним из таких является Антипинский НПЗ, который расположен в промышленной зоне города Тюмени. Согласно рейтингу Forbes 2016 года предприятие заняло 43 место по размеру выручки среди 200 крупнейших частных компаний России [3]. Развитие собственного НПЗ в нашей области является крайне важным. Ведь там применяются новые технологии и стандарты.

Нефтегазовый комплекс в наши дни является важной составляющей топливно-энергетической базы. Поэтому проблему увеличения добычи нефти и нефтепродуктов нужно решать не увеличением площадей добычи, а улучшением уже имеющихся нефтегазовых комплексов путем модернизации технической составляющей. Ведь только так Россия сможет преодолеть свое отставание от Европы по технологическим уровням. А благодаря метрологическому обеспечению и единым методикам выполнения измерения, возможно, даже выйти на лидирующие позиции.

Библиографический список

1. Горюнова, С. М. Проблемы метрологического обеспечения нефтяного комплекса России / С. М. Горюнова, Л. В. Петухова, Н. Г. Николаева // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. - № 11. – С. 263-266.
2. Брюханов, В. А. Особенности “испытаний” измерительных систем для целей утверждения типа (на примере систем измерений количества и

показателей качества нефти) / В. А. Брюханов // Метрологическое обеспечение измерительных систем : сб. докладов межд. науч.-технич. конф. (2-7 октября 2007 г.) / под ред. А. А. Данилова. – Пенза, 2005. – 269 с.

3. Антипинский нефтеперерабатывающий завод [Электронный ресурс] // [ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org/wiki/Антипинский_нефтеперерабатывающий_завод) URL : [wiki/Антипинский_нефтеперерабатывающий_завод](http://ru.wikipedia.org/wiki/Антипинский_нефтеперерабатывающий_завод) (Дата обращения: 21.03.2019).

Научный руководитель: Д.С. Василега, канд. техн. наук

Деловая игра как инструмент повышения качества образовательного процесса

Зырянова А.Л.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Ведущим фактором социального и экономического прогресса, развития общества и личности является образование. Данный факт был принят и осознан еще во времена создания первых учебных заведений - в эпоху древнейших цивилизаций. В настоящее время существует острая необходимость в человеке, способном к обучению, освоению новых знаний, готовом к принятию нестандартных решений. Инструментом, удовлетворяющим эту потребность, несомненно, выступает высшее образование. Рассмотрим основные функции высшего образования:

1. Образовательная функция. В нее входит:

- подготовка специалистов различного уровня, способных обеспечить научно-технический прогресс [1];
- развитие личностного капитала.

С развитием образования, повышением качества обучения растет и крепнет экономика страны в целом. Самыми важными единицами экономики, несомненно, являются ее субъекты – организации, предприятия, компании. И образовательная функция готовит кадры именно для этих экономических субъектов, которые в последствие и будут развивать их деятельность. В Российской Федерации, в наше время, обеспечивается стабильное наличие устойчивого корпоративного спроса на образовательные услуги. Ориентация высших учебных заведений на предприятия стала тенденцией. Рейтинг «ТОП 100 ВУЗов России» показывает, что большинство университетов находится во взаимодействии с предприятиями, что значительно облегчает трудоустройство выпускников.

Помимо вышесказанного, человек всегда стремится удовлетворить свои потребности в новых знаниях, сведениях, а также эстетические потребности. Приобретение профессии, активной жизненной позиции, расширение кругозора, повышение социального статуса – движимые силы образовательной функции для многих людей.

2. Социальная функция. Включает в себя:

- подготовку студентов к профессиональной и социальной роли интеллигенции современного общества.

Данная функция помогает формировать творческую активность и стремление личности к постоянному обучению, получению разнообразного знания, создает предпосылки к формированию мировоззрения обучающихся высших учебных заведений.

России нужны сильные кадры. Люди, заинтересованные в улучшении существующей системы, одновременно с этим, способные к принятию нестандартных решений, самодостаточные, мыслящие творчески и самостоятельные в принятии предпринимательских решений. Люди, отдающие отчет своим поступкам и действиям, рациональные.

3. Научная функция. В нее входит:

- развитие наук, искусств, создание новых знаний.

Таким образом, мы определили для чего необходимо высшее образование.

В основе государственной политики Российской Федерации в области образования в настоящее время лежат государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования, созданные для большинства специальностей ВУЗов, в которых используются следующие концепции:

- описание системы общекультурных и профессиональных компетенций выпускника;
- система профессиональных задач, которые он должен уметь решать;
- перечень рекомендуемых государственными стандартами учебных дисциплин и перечень проектируемых результатов их усвоения (знаний, умений и навыков) [2].

Описание системы компетенций и содержание профессиональных задач не перекрываются рекомендуемыми в стандартах учебными дисциплинами, и, как следствие, создаются широкие возможности для вариативности учебных планов и содержания подготовки, а разные преподаватели, реализующие государственные стандарты, будут демонстрировать разный уровень своей собственной компетенции в соответствующем учебном предмете в зависимости от понимания ими целей подготовки будущих специалистов [3].

Под влиянием внешних факторов, новой информации, полученной по механизму обратной связи от подразделений ВУЗа, динамичность среды образования обнаруживает потребность в изменении некоторых аспектов высшего образования, проблемы претерпевают постоянные изменения, пополняется список актуальных вопросов, требующих сознательного решения.

Одним из решений проблем, связанных с повышением качества и организацией форм образовательного процесса, можно назвать такое новов-

ведение, как игра. Игра – самый известный способ усвоения человеком знаний и умений. В некоторых ВУЗах игра как метод проведения занятий приобретает следующие формы:

- Ролевые игры (открытые обсуждения);
- Деловые игры (решение определенной ситуации);
- Имитационные упражнения;
- Контрольно-закрепляющие игры.

Наиболее подробно рассмотрим форму деловой игры.

Деловая игра – активная форма образовательного процесса. Данный вид наиболее полно активизирует мышление обучающегося, учит самостоятельности принятия решений. Такой способ обучения как нельзя лучше подходит для освоения материала, формирования профессиональных компетенций студента. Целостность образовательного процесса заключается в возможности совмещения научных знаний с практическими действиями.

Структура деловой игры:

- цель (для чего проводится описываемый метод, кто принимает в ней участие, какие роли присутствуют, какие результаты ожидаются);
- предмет игры (предмет деятельности участников игры);
- сценарий базовый элемент);
- правила (роли, их функции, условия).

Метод деловой игры универсален, хорошо вписывается в стандарты современного обучения, а также повышает интерес студентов к образовательному процессу.

Следовательно, игра как форма организации образовательного процесса может помочь раскрыть потенциал обучающегося, научить формировать и отстаивать собственную точку зрения.

Внедрение различных методов обучения, различных технологий и нововведения в образовательный процесс сформировали еще одну тенденцию высшего профессионального образования.

При условии, что субъектная позиция студента в отношении к среде обеспечена, активно преобразуется отношение к профессиональному обучению и реализуются методы поддержки и сопровождения профессионально-личностного развития обучающихся, можно считать, что профессионально-личностное развитие студентов благодаря актуализации средовых факторов эффективно.

Библиографический список

1. Минько, Э. В. Качество и востребованность образовательных услуг / Э. В. Минько, А. Э. Минько. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2017. – 1225 с.
2. Куренная, А. Ф. Актуальные проблемы высшего профессионального образования в России / А. Ф. Куренная // Известия Саратовского ун-та. Новая сер. Сер. Акмеология образования. Психология развития. - 2013. - Т.2, вып. 1(5). - С. 115-117.

3. Румянцева, Н. Л. Человек развивающийся. Путь к единой культуре: системно-диалектический подход / Н. Л. Румянцева. – Москва : Либликом, 2009. – С. 224.

Научный руководитель: Василега Д.С., канд. техн. наук, доцент

Исследование процесса обратного осмоса

Катаранчук А.В

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Обратный осмос – это процесс, в которой при помощи давления вода проходя через полупроницаемую мембрану, переходит из более концентрированного в менее концентрированный раствор.

Первые системы обратного осмоса начали появляться на рынках водоочистительного оборудования, примерно 45 лет назад. Первоначально, разработчики систем обратного осмоса позиционировали свои инновационные достижения, как системы опреснения морской воды. Именно поэтому такие установки, изначально, не получили широкого распространения, а использовались лишь как альтернативный метод очистки.

В дальнейшем системы обратного осмоса были оценены. Ряд крупных компаний, которые занимались разработкой и поставками водоочистного оборудования, наладили выпуск систем обратного осмоса для бытовых нужд.

Рассмотрим процесс обратного осмоса на примере установки RO-14000. Установка обратного осмоса RO-14000 предназначена для работы в автоматическом режиме и не требует постоянного присутствия оператора. Разбор воды осуществляется автоматически или операторами, работающими в точках потребления воды.

Система предназначена для получения очищенной воды. Вода поступающая на установку обратного осмоса, не должна содержать никаких оксидантов (хлор, озон и пр.). Количество железа и марганца в воде не должно превышать 0,1 мг/л каждого. Максимальная концентрация свободной углекислоты не должна превышать 20 мг/л. Индекс плотности отложений не должен превышать 3.

Исходная вода, предварительно пройдя переподготовку, поступает на вход установки обратного осмоса, где в поступающую воду дозируется раствор антискаланта. Далее вода, проходя через насос высокого давления, подается на вход первой ступени обратного осмоса. Обычно используется многоступенчатый или роторный насосы, так как вследствие взаимодействия на воду электромагнитного поля носит отрицательный характер для структуры воды. Дальнейшим шагом является то, что часть концентрата, образовавшегося после первой ступени обратного осмоса, поступает на вход насоса, а другая часть сбрасывается в дренаж.

Между первой и второй ступенью обратного осмоса дозируется раствор NaOH для удаления CO₂.

Пермеат после первой ступени обратного осмоса поступает через повышающий давление насос на вход второй ступени обратного осмоса. Если пермеат после второй ступени обратного осмоса надлежащего качества, то он подается в емкость хранения воды очищенной, если же нет, то пермеат сбрасывается в дренаж. Установка имеет ротаметры для контроля потока воды на всех стадиях, а на выходе из установки установлен расходомер.

Для контроля качества воды после первой и после второй ступени обратного осмоса установлены кондуктометры.

Основным преимуществом системы обратного осмоса, то, что на выходе с установки получается чистейшая вода, которая может быть использована, например, для производства лекарственных препаратов. На сегодняшний день не существует более прогрессивных устройств для обеспечения такого качества воды. Еще одним преимуществом системы обратного осмоса является возможность подбора оборудования в зависимости от:

1. Выделенного бюджета;
2. Интенсивности фильтрации;
3. Производительности.

Помимо этого система обратного осмоса характеризуется простотой обслуживания. Не стоит забывать о затратах на получение очищенной воды, следует заметить, что суммы затрат получается в разы меньше, чем при её покупке на разлив.

Помимо достоинств, у данного метода очищения воды присутствуют и недостатки:

1. неспособность очищения воды от летучих веществ органического происхождения;
2. необходимость переподготовки воды перед очисткой, т.е. перед подачей на мембрану, вода должна пройти предварительную очистку.

Таким образом, можно сделать вывод, что несмотря на перечисленные недостатки, обратный осмос был и остается одним из наиболее качественных, а как следствие, востребованным способом очистки воды. Главное преимущество – это высокая степень очистки. Это преимущество покрывает все недостатки.

Библиографический список

1. Аюкаев, Р. И. Производство и применение фильтрующих материалов для очистки воды : учебно-методическое пособие / Р. И. Аюкаев, В. З. Мельцер. – Ленинград : Стройиздат, 1985. – 120 с.

2. Алексеев, Л. С. Контроль качества воды : учебник для студентов вузов / Л. С. Алексеев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2004. – 154 с.

Научный руководитель: Музипов Х.Н., канд. техн. наук, доцент.

Современные стандарты управления качеством для конкурентоспособной деятельности компании нефтегазовой отрасли

Логинов И.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время до четверти ВВП России образует топливно-энергетический комплекс(ТЭК), так же являясь немалой частью бюджета и производственных мощностей страны.

В следствии больших объемов производимой продукции, в частности продукции из углеводородов, возникает вопрос о эффективной, идущей в ногу со временем системой управления качеством, которая берет под контроль обеспечение стабильности, надежности и качества продукции для непрерывной и эффективной деятельности компании нефтегазовой отрасли.

Большинство российских нефтегазовых компаний занимают позицию «последователя» в «матрице лидерства» из этого следует, что верным решением в области управления качеством будет, последовательное заимствование и интеграция систем и моделей лидеров нефтегазового мирового рынка [1].

Одним из международных стандартов управления качеством, который необходимо внедрять в компании нефтегазовой отрасли является «ISO серии 9001-2015 «Системы менеджмента качества».

В данном стандарте построение системы ориентируется на ожиданиях всех заинтересованных сторон и учета всех интересов [1].

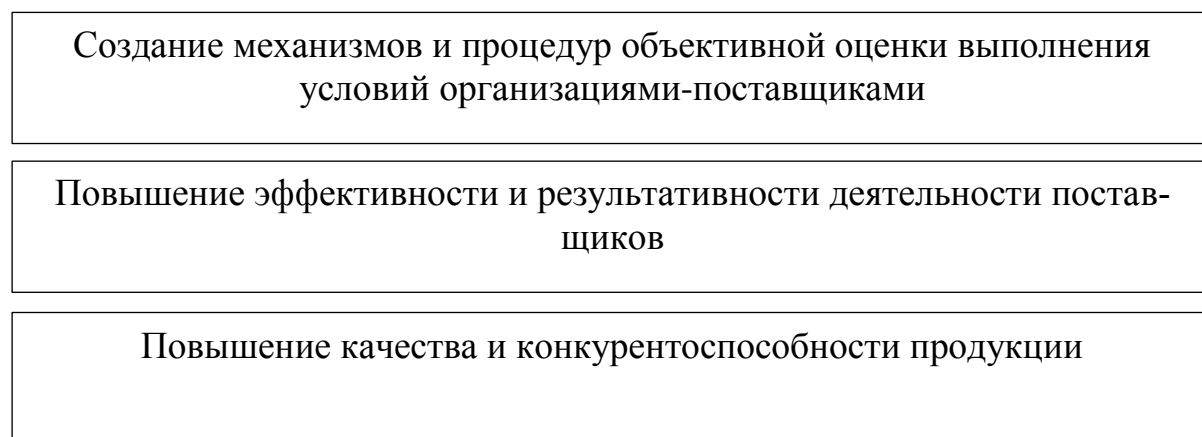


Рисунок 1. Цели стандартов управления качества
При эффективном внедрении и использовании современных стандартов качества компания получает [2].:

- Эффективное управление качеством в целом;
- Повышение надежности, эффективности и безопасности функционирования производства;
- Сокращение количества брака на производстве;

- Снижение себестоимости;
- Повышение ответственности персонала за счет грамотного менеджмента;
- Оптимизация процесса закупок.

Библиографический список

1. Горбашко, Е. А. Современные аспекты управления качеством в компаниях нефтегазовой отрасли / Е. А. Горбашко // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2017. – Т. 10, №. 5. – С. 97-100.

2. Хачатурян, А. А. Вопросы управления качеством и особенности сертификации систем менеджмента качества на предприятиях нефтегазовой промышленности / А. А. Хачатурян // Транспортное дело России. – 2016. – Т. 1, №. 10. – С. 132-135.

Научный руководитель: Руденок О.В., доцент, к.э.н.

Стандартизация характеристик режущего инструмента относительно потребностей потребителя

Логинова Е.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Токарные станки зачастую являются основными производственными мощностями на любом машиностроительном производстве. Операции, выполняемые на них включают в себя как разнообразие обрабатываемых заготовок и деталей, так и разнообразие видов обработки, включая зенкерование, центрование, алмазное выглаживание, шлифование и т.д. Такая универсальность станка объясняется наличием различных видов резцов, имеющих свои конструкционные особенности. Все они прописаны в нормативно-технической документации, с учетом особенностей конструкции головки и вида обработки. При анализе характеристик возник вопрос о том, все ли они могут соответствовать требованиям современного потребителя.

Для решения этого вопроса, для начала, были проанализированы все ГОСТы содержащие информацию о подрезных, проходных, расточных и резьбовых токарных режущих инструментах. В результате был получен список всех характеристик резца, которые упоминались в стандартах. Также дополнительно был рассмотрен международный стандарт ISO 13399 содержащий перечень параметров режущего инструмента. В результате все характеристики, полученные из стандартов, были просмотрены на наличие повторов и сформированы в один список, содержащий характеристики, только при черновой обработке. Всего в списке получился 61 пункт.

Далее в целях определения желаний потребителя была разработана закрытая анкета по особенностям режущего инструмента при черновой обработке. Анкета содержала характеристики, ранее выявленные в результате опроса одного эксперта. После проведения опроса и анализа данных получены результаты, представленные в таблице 1, которые были проранжированы по значимости

Таблица 1

Потребительские характеристики режущего токарного инструмента

Потребительские характеристики токарного резца при черновой обработке	
1. Быстрая смена пластины	13.Максимальное количество режущих граней
2. Универсальность инструмента по различным видам операций	14.Дробление стружки
3. Максимальная производительность	15.Универсальность державки
4. Максимальная стойкость	16.Создание уступов инструментом
5. Надёжное крепление инструмента на станке.(в резцедержателе)	17. Низкая стоимость
6. Идентификация резца на корпусе или тубусе для хранения	18.Универсальность инструмента при обработке различных групп материалов
7. Быстрая смена резца	19.Использование двухсторонней пластины
8. Быстрое снятие/установка резца на станок	20.Индикация износа
9. Закрепление пластины без использования доп. инструментов	21.Инструмент обеспечивает срез минимум толщиной 4мм
10. Инструмент обеспечивает фаску 45°	22.Система хранения в виде тубуса или бокса
11. Инструмент обрабатывает поверхности высокой твёрдости	23.Износ конструктивных элементов стружкой
12. Большие подачи	24.Антикоррозионное покрытие на корпусе инструмента

На основании полученных данных была построена схема, представленная на рисунке 1.Которая показывает зависимость между выявленными потребительскими характеристиками и характеристиками из стандартов.

В правом столбце данные из таблицы 1, а в левом основные параметры токарного режущего инструмента, которые имеют связь с желаниями потребителя. Без связи остались 5 параметров, из которых 1 экономиче-

ский (низкая стоимость), 1 зависит от самого станка (большие подачи), они выделены желтым цветом. В результате три характеристики остались без связи с техническими параметрами. Это индикация износа, закрепление пластины без использования дополнительных инструментов и система хранения в виде тубуса или бокса.

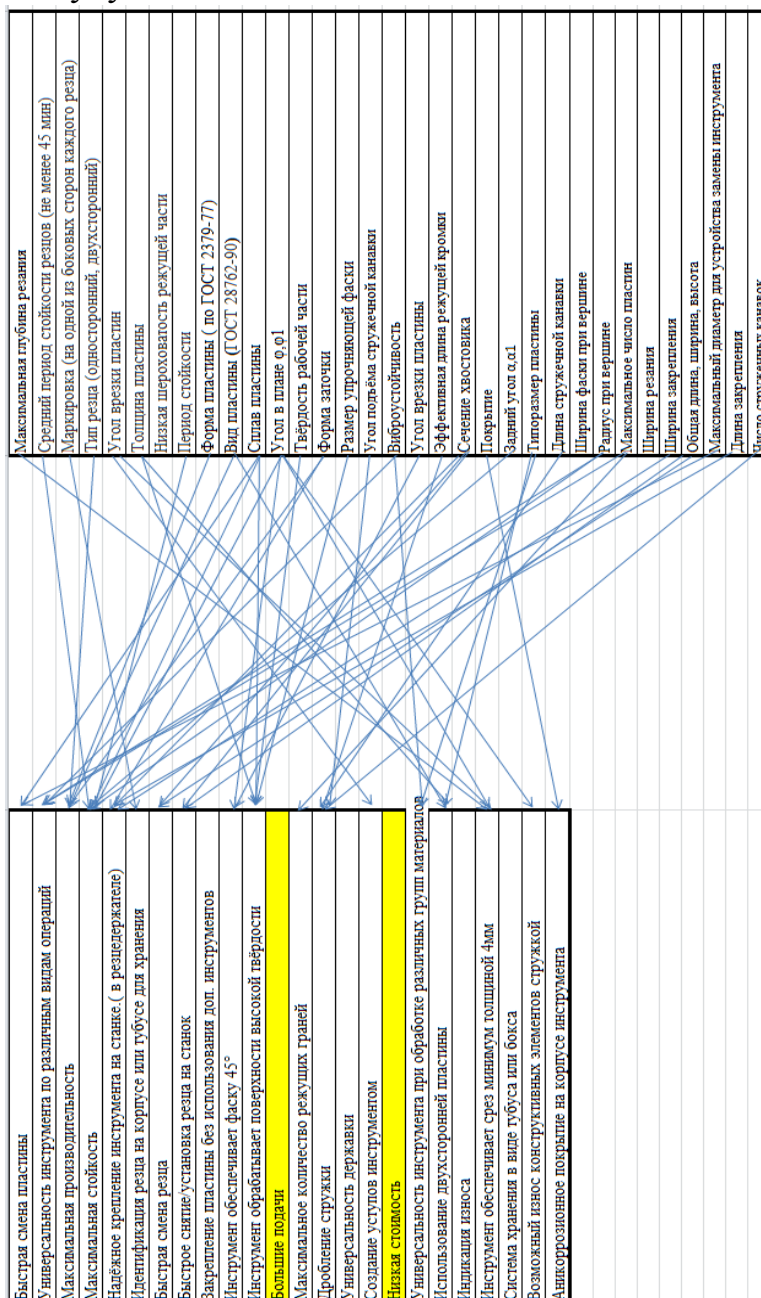


Рисунок 1. Соотношение технических параметров режущего инструмента и потребительских характеристик.

В результате можно сделать вывод, что конструкционные и другие определенные нормативно-технической документацией параметры требуют периодического пересмотра, на основании требований потребителя. С целью постоянного совершенствования и создания инструмента полностью соответствующего желаниям потребителя.

Высшее руководство университета, его значимость в системе менеджмента качества

Медведева А.Р., Остапенко М.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В наше время в каждой второй организации внедрена система менеджмента качества. Образовательные организации, такие как, например, университеты, не являются исключением. В данной статье будут рассмотрены понятия системы менеджмента качества в организации и его принципы, такие как ориентация на потребителя, лидерстваб что поможет выявить значимость высшего руководства в системе менеджмента качества университета.

Система менеджмента качества (СМК) — это система, которая обеспечивает эффективность работы предприятия, и в первую очередь затрагивает область управления качеством продукции, выпускаемой предприятием. Если говорить о системе менеджмента качества высшего учебного заведения, то под этим понимается система менеджмента для руководства и управления организацией применительно к качеству, т.е. совокупность организационной структуры ВУЗа, документации (внутренних положений, порядков, документированных процедур, методических указаний, рабочих инструкций), процессов и ресурсов, необходимых для осуществления общего руководства качеством.

В стандартах серии ИСО 9000 описаны семь принципов СМК. Первым и важным принципом является ориентация на потребителя. Грамотный руководитель должен понимать, что любая организация будет иметь успех в том случае, если услуги, которые оказывает данная организация, будут удовлетворять потребности потребителя. В образовательной организации главными внешними потребителями являются студенты. Для удовлетворения их потребностей высшее руководство университета должно обеспечивать проведение различных мероприятий с непосредственным участием потребителей. Примером может послужить информирование на территории университета. Также руководство должно анализировать результаты данной деятельности с целью выявления степени их удовлетворенности. В качестве примера может быть организация анкетирования в присутствии студентов в аудиториях. Акцент на моменте личного общения сделан по той причине, что в наше время актуально передавать информацию и общаться с потребителями-студентами через социальные сети, что не совсем эффективно. Необходимо проводить личные беседы, что позволяет наладить обратную связь. Как минимум, важная информация не всегда своевременно доходит до нужного количества студентов, а это значит, что высшее руководство не отслеживает проведение подобных мероприятий, что является существенным пробелом в сфере управления. Однако существуют проблемы, которые связаны и с внутренними потребителями,

то есть с теми, кто прямо или косвенно воздействует на оказание услуги, в данном случае образовательной. Это преподаватели, заведующие кафедрами, директора структурных подразделений, которые в целом находятся в подчинении у одного руководителя. Они как потребители предыдущих процессов должны быть удовлетворены, так как от этого зависит качество последующих процессов (их удовлетворенность работой является фактором успеха в целом деятельности университета). Их удовлетворенность также зависит от высшего руководства.

Вторым не менее важным принципом является лидерство руководства. Образовательная организация, как и любая другая, работает по принципам управления. Во-первых, если принцип лидерства руководства не соблюдается, то организация не является конкурентоспособной. Во-вторых, если руководитель не доказывает своими действиями важность качества для решения каких-то проблем в области образования, существующих в университете, то и остальные члены коллектива не будут считать вопросы качества одним из важных критериев. Тогда внимание к качеству оказания услуги будет минимизировано. Следовательно, стратегические цели организации, в том числе образовательной, будут достигнуты только при непосредственном участии высшего руководства в их достижении. Стоит отметить, что достигнуть высоких результатов можно в том случае, если коллектив работает слажено, то есть структурные подразделения университета взаимодействуют друг с другом. Высшее руководство должно обеспечить согласованность и взаимосвязь между всеми элементами управления организацией для выполнения поставленных задач и, как следствие, достижения стратегических целей организации.

Нельзя упускать еще один важный аспект в управлении: обеспечение у всех исполнителей желания и готовности эффективно выполнять свои обязанности. Речь идет о мотивации персонала. Грамотный руководитель всегда будет стимулировать своих сотрудников, мотивировать, побуждать к рабочей деятельности. Это и есть эффективное управление - понимание мотивов и потребностей человека и правильного использования стимулов к труду. Ориентация работников на достижение целей организации, соединение интересов каждого работника и организации в целом - главная задача управления персоналом.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод: высшее руководство в системе менеджмента качества университета, как и любой другой организации, имеет огромное значение. Опираясь на такие принципы СМК, как ориентация на потребителя и лидерство, мы выявили, что руководитель - лицо организации, коллектива, пример для подчинённых. Ответственность, внимательность, заинтересованность в своей сфере деятельности, умение решать проблемы, связанные с качеством, умение мотивировать свой коллектив и настраивать на совместную работу — это важные качества истинного руководителя.

А вообще, как говорил Ф. Хесселбайн, «лидерство начинается с личных качеств людей». Человек, который занимает должность руководителя, лидера организации, должен прежде всего работать над собой и над своими качествами, а уже потом их восполнять со своими подчиненными, чтобы достичь высокого качества услуг организации.

Библиографический список

1. Остапенко, М. С. Введение в управление качеством : учебное пособие / М. С. Остапенко, А. М. Тверяков, Д. С. Василега. – Тюмень : ТИУ, 2017. – 213 с.

2. Сфера услуг: экономика, менеджмент, маркетинг / под ред. Т. Д. Бурменко. – Москва : КНОРУС, 2016. - 422 с.

3. Крюков, Д. О. Система менеджмента качества образования: понятие, актуальность, основные модели и мировые тенденции / Д. О. Крюков // Вестник Санкт-Петербургского университета. – 2009. – Вып. 2, часть 1. – С. 107-114.

4. Савина, Н. В. Развитие лидерской компетенции будущих менеджеров в образовательной среде вуза [Электронный ресурс] // Современные научные исследования. – Вып. 2 - Концепт. – 2014. – URL : <http://e-koncept.ru/2014/54856.htm> - Гос. рег. Эл № ФС 77- 49965. - ISSN 2304-120X.

Научный руководитель: Остапенко М.С., канд. техн. наук, доцент.

Управление качеством лекарственных средств на различных стадиях производства

Назарова В.Ю.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Развитие фармакологической промышленности привело к повышению конкуренции между фармацевтическими предприятиями. Для поддержания конкурентоспособности предприятия необходимо следить за уровнем качества производимой продукции. Низкое качество лекарственных средств снижает лечебные свойства препаратов, что может привести к угрозе здоровья и жизни граждан. В связи с этим государственное регулирование и контроль качества играет большую роль на рынке лекарственных средств.

Для организации порядка производственного процесса лекарственных средств и проведения контроля их качества был разработан стандарт GMP. Стандарт GMP (Good Manufacturing Practice, Надлежащая производственная практика) — система норм, правил и указаний в отношении производства лекарственных средств, медицинских устройств, изделий диагностического назначения, продуктов питания, пищевых добавок и актив-

ных ингредиентов [1]. В мире данный стандарт является основополагающим документом, основываясь на который производится сертификация фармацевтических производств.

Правила производства лекарственных препаратов в СССР значительно отличались от международных. В 2004 году был подготовлен первый вариант российского стандарта GMP и в этом же году постановлением Госстандарта России был утвержден как ГОСТ Р 52249-2004 «Правила производства и контроля качества лекарственных средств». В настоящее время в нашей стране действует ГОСТ Р 52249-2009 «Национальный стандарт Российской Федерации. Правила производства и контроля качества лекарственных средств», который является официальным адаптированным переводом международного стандарта GMP. Производство лекарственных средств осуществляется в соответствии с требованиями данного стандарта.

Для того, чтобы получить качественный продукт лекарственные средства на производстве должны пройти определенные технологические стадии. Технологические стадии имеют свои параметры и режимы, которые указываются в технологическом регламенте. Несоблюдение этих параметров приводит к определенному изменению лекарственных веществ во время обработки, поскольку все виды механического, лучевого, теплового, звукового и других воздействий вызывают деструкцию (механокрекинг) молекул [2].

Прежде всего необходимо получить лицензию на производство лекарственных средств. Получение лицензии означает одобрение производства препарата в промышленном масштабе и его дальнейшей реализации [3].

Непосредственно производство лекарственных средств начинается с получения сырья. Закупка исходных материалов является ответственной стадией. Исходные материалы следует закупать только у проверенных поставщиков или непосредственно у производителей этих материалов.

Производственный процесс и его контроль должны осуществляться квалифицированным персоналом, все операции при этом выполняются в соответствии с инструкциями, если необходимо, то протоколируются.

В соответствии со стандартом отдел контроля качества должен быть на каждом предприятии и не зависеть от других подразделений. Так же к данному отделу должна относиться одна или несколько контрольных лабораторий.

Производство должно осуществляться в «чистых помещениях». В них поддерживается постоянный микроклимат с заданными параметрами температуры и влажности, а воздух поступает туда только после многоступенчатой очистки. Таким образом, в этой зоне создаются условия, при которых продукт не может быть загрязнен [4].

При упаковке продукции риск загрязнения, перепутывания или подмены должен быть сведен к минимуму. Лекарственные средства различ-

ных видов нельзя упаковывать вблизи друг от друга без физического разделения зон.

Тщательное составление, согласование и контролирование выполнения контрактов на производство продукции и проведения анализов предотвращает ухудшение качества продукции или выполнение работ.

Все рекламации и информация, касающиеся процесса производства продукции с предполагаемыми возможными нарушениями качества, должны быть тщательно проанализированы в соответствии с инструкциями [5].

Если было обнаружено несоответствие качества какой-либо серии продукции, то необходимо принять меры для отзыва с рынка данной продукции и проверки аналогичных серий.

На предприятии должен быть организован процесс внутреннего аудита с целью проверки выполнения предприятием требований ГОСТ 52249-2009 и принятия необходимых мер по устранению недостатков. Целью внутреннего аудита является оценка производителем соответствия его фармацевтического производства всем принципам стандарта. План проведения аудита должен быть поставлен таким образом, чтобы выявить любые несоответствия в выполнении правил и советовать мероприятия, необходимые для их устранения.

Процесс внутреннего аудита должен проводиться независимо и скрупулезно специально назначенным лицом из штата предприятия. Рекомендуется также проводить независимый аудит экспертами сторонних организаций. Протоколы, составленные по результатам проведения аудита, как внутреннего, так и внешнего, должны включать в себя всю полученную информацию и, при необходимости, необходимые корректирующие действия.

В целом стандарт ГОСТ Р 52249-2009 направлен на обеспечение высокого уровня качества и безопасности лекарственных средств и является гарантией того, что лекарственное средство изготовлено в соответствии с заявленной технологией и отвечает всем требованиям качества и безопасности. В данном стандарте установлены требования к обеспечению качества лекарственных средств, а именно переход от контроля качества готовой продукции к обеспечению ее качества во время процесса производства. Объектом контроля в первую очередь является сам процесс производства и производственные факторы. Поэтому только соблюдение принципов, требований и норм правил стандарта ГОСТ Р 52249-2009 на фармацевтических предприятиях гарантирует выпуск эффективных и безопасных лекарственных средств надлежащего качества.

Библиографический список

1. Стандарт GMP – надлежащая производственная практика [Электронный ресурс] // Новости GMP URL. – Режим доступа : <https://gmpnews.ru/terminologiya/gmp/>.

2. Биоформация / А. И. Тихонов [и др.]. – Харьков : Золотые страницы, 2003. – 240 с.
3. Жизненный цикл лекарств и основные требования GMP [Электронный ресурс] // Новости GMP URL. – Режим доступа : <https://gmpnews.ru/2012/12/zhiznennyj-cikl-lekarstv-i-osnovnye-trebovaniya-gmp/>.
4. Николаев, А. Большой путь маленькой таблетки / А. Николаев // NewTone. – 2017. – № 27. – С. 22-25.
5. ГОСТ Р 52249-2009. Правила –производства и контроля качества лекарственных средств. – Взамен ГОСТ Р 52249-2004; введ. 2010-01-01. – Москва: Изд-во стандартов, 2010. – 132 с.

Научный руководитель: Остапенко М.С., канд. техн. наук.

Роль стандартизации в Российской Федерации

Николаева Н.Е., Рудных Е.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На сегодняшний день одним из наиболее интенсивно развивающихся направлений является область стандартизации. Стоит отметить, что подобное развитие отмечается как в внутри хозяйственной деятельности Российской Федерации, так и в рамках ее экономического сотрудничества с международным сообществом. Важным фактом, который подтверждает особую актуальность темы стандартизации, является то, что приоритет и темпы роста направления не были снижены ни в результате негативных тенденций в экономической политике России, ни в результате санкционных мер от международных политических партнеров.

Долгосрочная стратегия развития страны включает укрепления стандартизации во всех сферах экономики в целях [1]:

- расширения внешнего торгового пространства путем интеграции с рынком международного сообщества;
- улучшения социально-экономического состояния страны;
- укрепления безопасности государства;
- повышения качества жизни граждан государства;
- укрепления научно-технических, экономических и промышленных связей с международным союзом;
- повышения качества отечественной продукции;
- увеличение конкурентоспособности отечественной продукции на мировом рынке.

Далее подробнее рассмотрим понятие «стандартизации» и ее правовой базы в Российской Федерации. Итак, под стандартизацией понимается непрерывный процесс улучшений, направленный на создание и укрепле-

ние в хозяйственной деятельности субъектов рынка свода правил и характеристик как для самого процесса производства (деятельности) субъекта рынка, так и для поставляемого субъектом на рынок продукта [2].

Разработанные и внедренные национальные стандарты закреплены федеральными нормативно-правовыми актами для исполнения.

Основой правовой базы стандартизации в Российской Федерации, являются следующие документы [3, 4, 5]:

- «О техническом регулировании» (ФЗ №184; от 27.12.2002 года);
- Концепция развития национальной системы стандартизации Российской Федерации на период до 2020 года (распоряжение Правительства РФ № 1762-р; от 24.09.2012 года)
- «О стандартизации в Российской Федерации» (ФЗ №162; от 29.06.2015 года);

Ниже рассмотрим тот перечень документов, что согласно нормативно-правовым актам в области стандартизации относится к стандартам деятельности субъектов рынка [5, 6]:

- документация национальной системы стандартизации;
- документация системы стандартизации субъектов рынка;
- своды правил в рамках системы стандартизации.

Разработанные и внедренные стандарты нового поколения созданы с учетом мировой практики стандартизации и отражают самые актуальные требования и характеристики к оценке показателей и методам управления. Однако применение аспектов из мировой практики стандартизации не ограничивается лишь созданием новых стандартов. Так в рамках международного сотрудничества и решения задачи формирования единой базы стандартизации пересматриваются и актуализируются уже внедренные стандарты. Стоит отметить, что для стандартизации в целом характерно постоянное и непрерывное улучшение – как в рамках новой деятельности, так и уже сформированной базы.

Учитывая вышеизложенное, особо актуальным является процесс так называемой мировой синхронизации стандартов, то есть приведения уже сформированной национальной базы стандартизации к мировым нормам. На сегодняшний день процесс синхронизации находится в активной стадии. Это сигнализирует о том, что почти половина отечественных стандартов (около 47%) соответствует мировым нормам [7, 8]. Если остановиться на этом вопросе подробнее, то стоит ответить, что наибольшая «синхронизация» наблюдается в таких областях как электротехника, информационные технологии и подъемно-транспортное оборудование. Так уровень соответствия данной отечественной документации международным стандартам колеблется от 69 до 83%. Учитывая, что все из перечисленных отраслей являются приоритетными как в России, так и в мире, то данные показатели свидетельствуют о готовности отечественного рынка экспортировать продукцию данных отраслей в достойном качестве [6, 9, 10].

Необходимо подчеркнуть, что за последние два десятилетия в России сложилась достаточно четкая структура взаимодействия с международными органами в сфере стандартизации. Российская Федерация является членом ИСО и принимает участие в более чем 610 комитетах и подкомитетах в статусе активного (полноправного) члена, а также в более чем 83 комитетах и подкомитетах в качестве наблюдателя.

В завершение следует отметить, что данные проведенного российскими специалистами опроса показывают, что улучшению качества продукции и общих экономических показателей способствует вклад стандартизации. Немаловажную роль в этом играет и тенденция создания и внедрения новых стандартов, направленных на оценку и управление нематериальными активами. Это свидетельствует о новом осмыслении качества жизни российских граждан.

Таким образом, можно сделать вывод, что, учитывая международные тенденции в области стандартизации, требуется вести активную работу в рамках национальной стандартизации, а также создать условия для усиления доли субъектов рынка в формировании национальных стандартов международного уровня.

Библиографический список

1. Бабкин, А. В. Анализ применения методологических подходов к управлению экономическими системами / А. В. Бабкин // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. – 2008. – № 1. – С. 18-22.
2. Номура, Дж. Стандарты - универсальный международный язык / Дж. Номура, Ч. Сяоган, Х. Чжао // Стандарты и качество. – 2015. – № 10. – С. 2.
3. О стандартизации в Российской Федерации [Электронный ресурс] : проект Федерального закона // Справочно-поисковая система КонсультантПлюс. – Режим доступа : <http://goo.gl/WQh3mM>.
4. О техническом регулировании [Электронный ресурс] : Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ // Справочно-поисковая система КонсультантПлюс. – Режим доступа : <http://goo.gl/0AL2h1>.
5. Росстандарт [Электронный ресурс] // Официальный сайт. – Режим доступа: <http://www.gost.ru/wps/portal/>
6. Кузьмина, С. Н. Реализация механизма устойчивого развития сообществ на основе инструментов экономики качества / С. Н. Кузьмина // Вестник Российской академии естественных наук. – 2015. – № 19. – С. 43-45.
7. Арутюнян, С. Ю. Качество российской продукции как один из факторов развития экономики / С. Ю. Арутюнян, В. В. Родина, Р. С. Сильва // Стандарты и качество. – 2015. – № 11. – С. 50-53.

8. Версан, В. Г. Что даст закон о стандартизации российскому бизнесу? / В. Г. Версан, И. З. Аронов // Стандарты и качество. – 2015. – № 5. – С. 16-20.

9. Аронов, И. З. Оценка эффективности национальной стандартизации / И. З. Аронов, Е. В. Ильина, А. В. Зажигалкин // Стандарты и качество. – 2014. – № 3. – С. 24-28.

10. Окрепилов, В. В. Обеспечение общества информацией о влиянии стандартизации на качество жизни / В. В. Окрепилов // Проблемы развития территории. – 2012. – № 6. – С. 128-132.

Научный руководитель: Василега Д.С., кандидат технических наук, доцент.

Совершенствование системы менеджмента на предприятии ООО «КСА ДОЙТАГ»

Новоселова Ю.И.^{1,2}

¹ООО «КСА ДОЙТАГ»,

²Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

КСА ДОЙТАГ является ведущим международным буровым подрядчиком и инжиниринговым разработчиком на рынке наземного бурения в России.

Сегодня в парке компании КСА ДОЙТАГ находится 16 наземных буровых установок в четырех разных регионах необъятной территории России. В компании работает более 1400 человек, среди которых 97% российского персонала и 3% иностранных сотрудников, которые работают как вахтовым методом, так и постоянно базируются в России на проектах. Главная производственная база КСАД в России находится в г. Тюмени, которая включает в себя головной офис, логистический центр и Тюменский Учебный Центр.

КСА Дойтаг – международная компания, в ней есть различные организации охраны труда, экологической безопасности, СМК. Основные принципы распространяются на подразделения. В Тюменском подразделении имеется сертификат, подтверждающий, что компания отвечает требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 9001:2015. Принципы охраны труда и экологического менеджмента выполняются. Внутренняя нормативная документация подразумевает их выполнение и выполнение требований безопасности и требований по экологии и системе качества, но подтверждена сертификатом соответствия только одна система.

Чтобы следить за выполнением требований по безопасности, экологии и качеству на предприятии проводятся внутренние и внешние аудиты.

Далее, в таблице 1 представлен результат анализа аудита буровой установки 322 регион Коми.

Разделение несоответствий по стандартам

Стандарты	Несоответствия	Количество несоответствий
OHSAS 18001:2007	Фонари разных цветов для H ₂ S и CH ₄ ; Выбор маршрутов эвакуации и станций сбора в соответствии с (основным) направлением ветра, минимум 2 пути эвакуации в разных направлениях (с каждой рабочей станции); Запасные части для 1.6 (минимальные/максимальные уровни)	3
ГОСТ Р ИСО 9001 - 2015	Перед въездом в промышленную зону цементовоз должен быть готов на месте; Отклонение от требования использовать оборудование отделки H ₂ S возможно с одобрения клиента; также стандартное оборудование может использоваться в некоторых случаях с H ₂ S <10%; Карты с правилами безопасности сайта с информацией о H ₂ S, проблемах (тревоги и т. Д.)	3

В данной таблице представлены несоответствия, которые распределены по стандартам.

Далее по данным таблицы 1. построена диаграмма 1.

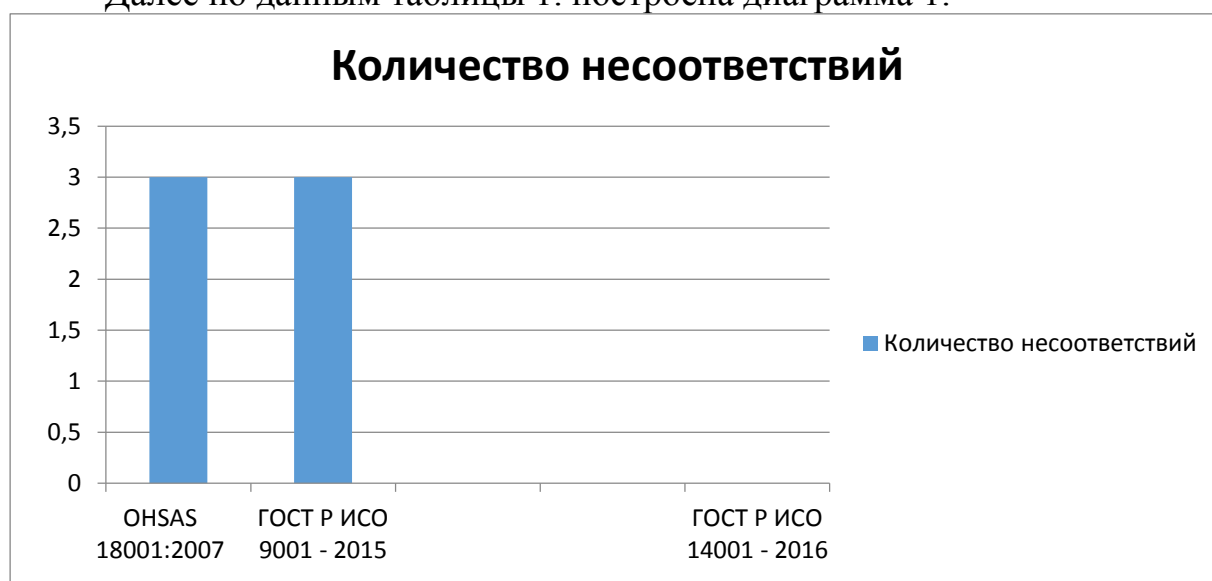


Диаграмма 1. Количество несоответствий

Проведя анализ существующего руководства по качеству КСА ДОЙТАГ можно сделать вывод:

Руководство СМК соответствует ГОСТ Р ИСО 9001-2015, но так как функционируют еще два стандарта: ГОСТ Р ИСО 14001-2016 и OHSAS 18001:2007, для совершенствования системы менеджмента целесообразней было бы разработать единое руководство интегрированной системы менеджмента, которая будет включать требования трех стандартов: ГОСТ Р ИСО 9001-2015, ГОСТ Р ИСО 14001-2016 и ISO 45001:2018.

То есть целесообразней будет актуализировать систему менеджмента ОЗБТ, заменив OHSAS 18001:2007 на ISO 45001:2018.

Данное руководство по интегрированной системе позволит сотрудникам лучше понимать, как нужно вести себя на рабочем месте, сократит объем информации, который нужно усвоить сотрудникам, устранил повторы в содержании.

В рамках ВКР будет разработано руководство по интегрированной системе для предприятия ООО «КСА ДОЙТАГ».

Таким образом были выявлены несоответствия на предприятии КСА ДОЙТАГ, которых можно избежать полностью или частично, разработав руководство по интегрированной системе для этого предприятия.

Библиографический список:

1. Учебный центр КСА ДОЙТАГ Раша [Электронный ресурс] // Учебный центр. – Режим доступа : <http://www.ttc-kcadeutag.ru>;
2. КСА Deutag History [Электронный ресурс] // КСА Deutag. – Режим доступа : <http://www.kcadeutag.ru>;
3. Аудиты [Электронный ресурс] // Система KOMS. – Режим доступа : <http://kompass.kcadeutag.com>.

Научный руководитель: Тверяков А.М. к.т.н., доцент.

Опыт внедрения концепции «Бережливое производство» на примере ПАО «Научно-производственное объединение Сатурн» и ПАО «Камаз»

Решетникова Е.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Словосочетание «Бережливое производство» плотно вошло в нашу жизнь. Внедрение концепции Бережливое производство (далее – БП) является не только погоней за современными методологиями, но и принятием целой философии, а также готовностью к изменениям.

Большинство компаний начинают внедрение БП с обучения руководства и специалистов таким распространенным методам как: 5S (система организации рабочего места), стандартизированная работа, SMED (быстрая переналадка), ТРМ(всеобщий уход за оборудованием).

Рассмотрим опыт внедрения БП в следующих компаниях: Публичное акционерное общество «Научно-производственное объединение Сатурн», публичное акционерное общество «КАМАЗ».

ПАО «Научно-производственное объединение Сатурн» является членом Общероссийской общественной организации «Союз машиностроителей России» [1]. Внедрение БП началось с адаптации методологии 5S к производственной системе. Проект был реализован на различных пилотных участках, на каждом из которых образовалась своя рабочая группа. Члены рабочих групп были обучены методологии 5S и её специфике. Для проверки выполнения планов мероприятий, анализа результатов деятельности рабочей группы начали проводиться совещания, где подводились итоги.

На каждом этапе 5S рабочая группа представляла презентации, проводился анализ с целью определения и устранения «слабых мест». Для мотивации персонала было принято решение о проведении конкурса на лучшее рабочее место [1].

Результатом проекта стал рост культуры производства и рост заинтересованности персонала в улучшении состояния рабочих мест. Проект направлен на курс продолжения и совершенствования.

ПАО «КАМАЗ» одна из крупнейших машиностроительных компаний России. Внедрение концепции БП началось в 2006 году. В первые два года персонал компании знакомился с базовыми инструментами БП: 5S, кайдзен, TPM. После окончания обучения было реализовано 54 проекта. В 2008 году была создана производственная система (PSK) под управлением Координационного совета. К этому времени было реализовано 1100 проектов. В 2009 году началось изучение производственной системы основного партнера, что привело к новому уровню сотрудничества и внедрению стандартов для оптимизации завода. Уже при реализации 5S были получены результаты, говорящие об экономической эффективности мероприятий [2].

Результат проекта – это 100% обученный персонал принципам и методам БП, тысячи реализованных проектов, применение и постоянное улучшение по методологиям 5S, SMED, TPM и экономический эффект на 2016 год в 35 млрд.руб [2].

Сейчас ПАО «Камаз» проводит обучение и ознакомительные семинары с целью обмена опытом, организывает научно-практические конференции, а также выпускает собственный журнал «Бережливое производство».

БП способствует постоянному улучшению процессов, повышению удовлетворенности потребителя (клиента), снижению затрат, прибыльность и рост общественного имиджа. Для успешной реализации и достижения цели важна не только заинтересованность, но и активное участие в реализации проекта [3].

Библиографический список

1. Паутов, И. Ю. Изменение производственной культуры в НПО «Сатурн» как результат внедрения 5S / И. Ю. Паутов // Управление производством. – 2016. – № 3. – С. 30-42.
2. Соколова Е. А. Исследование внедрения бережливого производства на ПАО «КАМАЗ» / Е. А. Соколова // Аллея науки. – 2018. - № 2. – С. 13-25.
3. Качалов, В. А. Бережливое производство. Опыт внедрения / В. А. Качалов // Методы менеджмента качества. – 2016. – № 3. – С. 19-23.

Научный руководитель: Остапенко М.С. канд. техн. наук, доцент.

Исследование работы динамических характеристик терморезистивного преобразователя

Сенатов Р.А., Чусовитин А.А., Золотарёва И.А.

Тюменский лесотехнический техникум, г. Тюмень

Интенсификация современного производства положило старт развитию приборов, позволяющих не только точно измерять необходимые динамические показания, но и в автоматическом режиме фиксировать их значение и производить обработку [1]. Это привело к необходимости исследования различных динамических процессов и выявления характеристик, характеризующих их.

Одним из направлений такого развития является совершенствование приборов изменения температуры. Особое внимание уделяется датчикам, основанным на терморезистивных преобразователях, поскольку они приобрели широкую область применения в различных сферах деятельности. Терморезистивные преобразователи используются в медицине, мобильных телефонах (для управления защитой от перегрева), кондиционерах, лампах освещения и так далее. [2].

Данный тип датчиков, как правило, изготавливаются из металлов, а зависимость сопротивления металлов от температуры не является линейной, к тому же точность измерения зависит от температуры, которая измеряется и среды, в которой размещён датчик [3]. Можно сказать, что актуальность исследований продиктована тенденциями развития современного приборостроения.

Исходя из требований современного производства, перед проведением данной работы было сформировано несколько основных целей исследований:

- изучение зависимости показаний терморезистивного преобразователя от времени пребывания в среде, температура которой измеряется;
- определение влияния среды на время установления показаний терморезистивного преобразователя;

- изучение способов автоматизации сбора и обработки экспериментальных данных.
- Сформированные цели позволили сформировать ряд конкретных задач, которые были решены в ходе лабораторных исследований:
 - определение области использования терморезисторов;
 - исследование метода измерения температуры с использованием терморезисторов;
 - определение погрешности измерений терморезисторов;
 - определение наилучшего способа обработки полученных данных.

Терморезистивный преобразователь (терморезистор) – это устройство, у которого от температуры изменяется активное сопротивление [2]. Благодаря чувствительности к температуре терморезисторы используются для измерения температуры и построения систем управления температурой не только на производствах и в лабораториях, но и в бытовых приборах [3]. При этом данный тип датчиков может измерять разные среды, в разных диапазонах рабочих температур.

Рассмотрим ситуацию (рисунок 1), когда терморезистивный преобразователь (поз.1) погружают в среду (поз.2), находящуюся в адиабатической оболочке (поз.3).

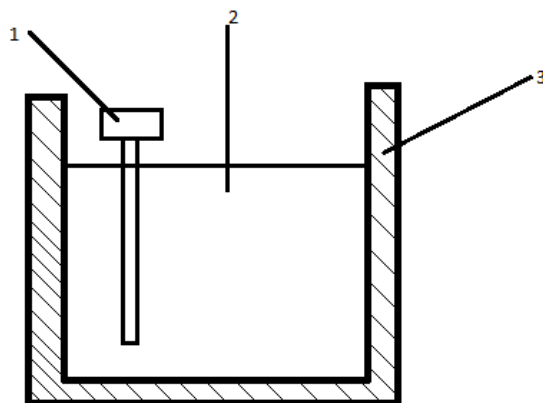


Рисунок 1. Схема измерения

Анализируя результаты полученных исследований можно заметить, что температура преобразователя, а, следовательно, и его показания, далеко не всегда равны измеряемой температуре среды. При этом, чем больше начальная разность температур и/или теплоемкости преобразователя, тем большее время нужно для достижения заданной точности измерения температуры; чем выше коэффициент теплопередачи, тем меньшее время нужно для достижения заданной точности измерения температуры.

Библиографический список

1. Терморезисторы. [Электронный ресурс] // Виды и устройство. Работа и параметры. – Режим доступа : <https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/oborudovanie/termorezistory/>.

2. Терморезистор [Электронный ресурс] // Терморезистивный эффект. – Режим доступа : <https://studfiles.net/preview/2652747/page:31/>.

3. Терморезисторы [Электронный ресурс] // Применение термопреобразователей в биологии и медицине. – Режим доступа : <https://studfiles.net/preview/5997624/page:5/>.

Научный руководитель: Золотарёва И.А., преподаватель

Эталоны и их совершенствование

Чащин С.О., Барбышев Б.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Современное положение человеческого общества требует единства физических единиц и мер их воспроизводящих, точного их определения. Без этого качественное развитие науки, в особенности техники, других сфер деятельности было бы затруднительно или вовсе невозможно. Уже в 1875 году была подписана метрическая конвенция, которая обеспечила единство метрологических стандартов стран-участниц. Благодаря ей были учреждены такие организации, как Международное бюро мер и весов, Международный комитет мер и весов, создана Международная системы единиц SI(СИ), были введены единые эталоны – точные образцы установленной физической единицы. Эталоны хранятся, как высшие государственные ценности, так как их принимают за абсолют. Особенно важны они для производства, так как постоянно нужно отлеживать качество продукции, её соответствие стандартам. Любая неточность при воспроизведении эталона будет многократно повторяться, что является неприемлемым в некоторых случаях. Кроме этого, сравнивая копии эталона с самим первоисточником, нельзя быть полностью уверенным в полученном результате, так как главный эталон ни с чем не сравнить. Именно поэтому с середины 20 века ведётся работа по отказу от использования материальных эталонов ввиду их ненадёжности.

В 1960-х годах ученые отказались от физического эталона метра, изготовленного в 1883 году. Сейчас метр определяется с помощью постоянной Планка: это расстояние, которое проходит свет в вакууме за $1/299\,792\,458$ секунды [1].

В 2005 году исследователи определились в выборе еще трех констант, чтобы изменить определения других единиц. Постоянная Планка ($h = 6.626069934 \times 10^{-34}$ кг·м²/с [2, 3]) была выбрана как основа для определения единицы массы, килограмма, элементарный электрический заряд (заряд электрона) – единицы силы тока, а постоянная Больцмана – термодинамической температуры [1, 2].

Процесс реформирования системы SI(СИ) завершился в период с 13 – 16 ноября 2018. Участники 26-й Генеральной конференции по мерам и

весам в Париже приняли историческое решение об изменении определений четырех из семи основных единиц Международной системы единиц (СИ) – ампера, кельвина, моля, а главное килограмма [4].

До ноября 2018 года эталон килограмма был привязан к материальному объекту – цилиндру из сплава иридия и платины (90% платины и 10% иридия), высотой и диаметром в 39,17 мм. Сейчас артефакт хранится в городе Севр, Франция [5].

Новое определение килограмма, важнейшего эталона, основано на постоянной Планка. Установка, с помощью которой можно реализовать новый эталон массы, называется весами Киббла. В таких весах эталоном выступает груз, который уравнивает силу отталкивания между постоянным магнитом и катушкой, по которой течёт ток. Таким образом, массу объекта можно найти за счет равенства электрической и механической сил. Постоянная Планка находится в физических законах, описывающих работу электрической части установки, и без ее фиксирования переопределить килограмм было невозможно. Ранее эта установка использовалась для уточнения константы Планка, но тогда использовался другой режим работы [1, 2, 3].

Конференция также установила новое определение ампера. Прежнее определение, утвержденное в 1948 году, было основано на измерении силы, действующей на параллельные проводники с током. Сейчас ученые решили зафиксировать не только численное значение постоянной Планка для килограмма, но и численное значение элементарного электрического заряда для нового определения ампера. Она определена путём фиксации численного значения заряда электрона $e_0 = -1,6021766208(98) \cdot 10^{-19}$ Кл [5].

Единицей температуры является кельвин, что до ноября 2018 определялась как $1/273,16$ термодинамической температуры тройной точки воды (это жёстко зафиксированные значения давления и температуры, при которых вода может равновесно и одновременно прибывать в твердом, жидком и газообразном состояниях) [1].

Соблюдать такие условия было не просто, поскольку в воде всегда имеются примеси тяжелых изотопов водорода и кислорода, которые могут сильно изменить положение тройной точки. Из-за этого метрологи создали отдельный стандарт – Венский стандарт усредненной океанской воды. Новое определение кельвина основано на постоянной Больцмана. Постоянная Больцмана k в точности равна $1,380\ 649 \cdot 10^{-23}$ Дж/К [1].

Раньше моль зависел от количества атомов в 0,012 килограмма стабильного углерода-12, то есть высчитывался через массу. В новой версии системы СИ он будет определен через постоянную Авогадро. Число Авогадро $N_A = 6,022\ 140\ 76 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹ [7].

Проект реформы был одобрен, но она вступит в силу во Всемирный день метрологии, то есть 20 мая 2019 года [4].

Таким образом, эталоны должны совершенствоваться и совершенствуются, чтобы удовлетворять постоянно растущие требования науки и

промышленности к качеству измерений. Выражение эталона через фундаментальные физические константы позволяют точно воспроизводить меры физических единиц где угодно. Это, в свою очередь, способствует развитию науки, так как способствует более точному восприятию тех или иных процессов во вселенной. Кроме этого, развивается и техника, играющая если не большую, чем наука, то равную ей роль для человечества. Ведь во многом прогресс стал возможен благодаря созданию каких-либо устройств, механизмов, приспособлений и т.д. С течением времени они должны становиться всё более продвинутыми, технологичными, эффективными, а качество уже выпускаемой продукции не изменяться в худшую сторону. Именно поэтому ввод более совершенных эталонов является одним из важнейших событий 21 века.

Библиографический список

1. Понятов, А. А. Последним сдался килограмм / А. А. Понятов // Наука и жизнь. – 2019. – № 3. – С. 3-7.
2. New Measurement Will Help Redefine International Unit of Mass [Электронный ресурс] // National Institute of Standards and Technology. – Режим доступа : <https://www.nist.gov/news-events/news/2017/06/new-measurement-will-help-redefine-international-unit-mass>.
3. Kilogram: Mass and Planck's Constant [Электронный ресурс] // National Institute of Standards and Technology. – Режим доступа : <https://www.nist.gov/si-redefinition/kilogram-mass-and-plancks-constant>.
4. International System of Units (SI) [Электронный ресурс] // The Bureau International Poids et Mesures. – Режим доступа : <https://www.bipm.org/en/the-si/>
5. A Brief history of the unit of mass: continuity of successive definitions of the kilogram / R. S. Davis [и др.] // Metrologia. – 2016. – Vol. 53. – P. 12-18.
6. Томилин, К. А. Фундаментальные физические постоянные в историческом и методологическом аспектах / К. А. Томилин. – Москва : Физматлит, 2006. – 368 с.
7. Авогадро постоянная. Физическая энциклопедия / гл. ред. А. М. Прохоров. – Москва : Советская энциклопедия, 1988. – Т. 1. – 704 с.

Научный руководитель: Барбышев Б.В., канд. техн. наук, доцент.

Научное издание

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – НЕФТЕГАЗОВОМУ РЕГИОНУ

Том II

Строительные материалы и изделия

Промышленное, гражданское и дорожное строительство

Метрология, стандартизация и управление качеством

Составитель А. В. Куликов

Подписано в печать 27.09.2019. Формат 60x90 1/16. Усл. печ. л. 17,43.

Тираж 500 экз. Заказ № 1631.

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.