

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 IV

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

Строительные материалы и изделия

Архитектура и строительство

Инженерные системы и сооружения

Тюмень
ТИУ
2018

УДК 622.32
ББК 72
Н 76

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

Редакционная коллегия:
Д. В. Пяльченков (зам. ответственного редактора),
М. А. Александров, Э. Н. Хафизова, В. Ф. Бай, К. Н. Илюхин

Новые технологии – нефтегазовому региону: материалы
Н 76 Международной научно-практической конференции / отв. ред.
П. В. Евтин. – Тюмень: ТИУ, 2018.

Том IV. – 343 с.
ISBN 978-5-9961-1717-8 (*т. 4*)
ISBN 978-5-9961-1713-0 (*общ.*)

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

В состав четвертого тома вошли материалы работы секций: «Проектирование, сооружение и эксплуатация систем транспорта и хранения нефти и газа», «Строительные материалы и изделия», «Архитектура и строительство», «Инженерные системы и сооружения».

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

УДК 622.32
ББК 72

ISBN 978-5-9961-1717-8 (*т. 4*)
ISBN 978-5-9961-1713-0 (*общ.*)

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тюменский индустриальный
университет», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| СЕКЦИЯ «Проектирование, сооружение и эксплуатация систем транспорта и хранения нефти и газа» | 12 |
| Конечно-элементный анализ деформативности труб большого диаметра в процессе их транспортировки..... | 12 |
| <i>Волков А.В., Абдулкеримов З.Н., Андриенко Г.В.</i> Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень. | |
| Контроль давлений и режимов при последовательной перекачке нефтепродуктов | 15 |
| <i>Куликов А.С.</i> Омский государственный технический университет, г. Омск | |
| СЕКЦИЯ «Строительные материалы и изделия» | 17 |
| Влияние выгорающих добавок на свойства керамических материалов | 17 |
| <i>Алексеев В.С., Бурдукова А.А., Солонина В.А.</i> Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Вторичное использование пластиковых отходов в строительстве..... | 19 |
| <i>Алиев З.А., Забоев И.А.</i> Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень. | |
| Исследование влияния добавки базальтового волокна на свойства сероасфальтобетона | 22 |
| <i>Амирханова Л.С.</i> Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Исследование свойств полимерно-битумного вяжущего | 24 |
| <i>Антипина А.А.</i> Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Альтернативное использование имитационного моделирования как средство для решения строительно-экономических задач. | 26 |
| <i>Аржиловская А.А., Возженникова А.Е.</i> Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Влияние механоактивированного кремнеземистого компонента на формирование структуры ячеистого бетона | 29 |
| <i>Баянов Д.С., Шарко П.В., Солонина В.А.</i> Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Исследование влияния дисперсно-армирующих компонентов на механические свойства тяжелого бетона..... | 32 |
| <i>Бочкарева О.С., Жукова В.В.</i> Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Физико-технические основы цветности в технологии строительной керамики | 35 |
| <i>Букаринова Т.В., Панченко Д.А.</i> Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Рециклинг – как способ переработки железобетонных изделий, для их вторичного применения..... | 37 |
| <i>Булашов А.О., Пенежина Е.А.</i> Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Перспективность применения металлургического шлака в производстве строительных материалов..... | 40 |
| <i>Бурдукова А.А., Алексеев В.С., Солонина В.А.</i> Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |

| | |
|--|-----------|
| Эффективное гипсовое вяжущее..... | 43 |
| <i>Вахрушев Д.А., Иозефатова А.И., Солонина В.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Применение углеволокна в строительстве | 45 |
| <i>Гизатулин Р.Р.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Анализ огнестойкости ОСП плиты | 48 |
| <i>Долейко А.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Применение микронаполнителя из шлакового щебня в жёстких бетонных смесях | 51 |
| <i>Зайцева В.А., Каспер Е.И.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Перспективы производства термодревесины в Тюменской области | 54 |
| <i>Закирова Р.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Шлаковые заполнители в составе тяжелых бетонов..... | 56 |
| <i>Илясова С.В., Хафизова Э.Н., Долгий П.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Влияние минеральных добавок на свойства композиционных вяжущих..... | 59 |
| <i>Иозефатова А.И., Вахрушев Д.А., Солонина В.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Исследование влияния пластифицирующих добавок на свойства сухих строительных смесей | 62 |
| <i>Корюкина А.И.</i> | |
| ООО «Технологическая Компания Шлюмберже», г. Тюмень. | |
| Перспективы использования графена в строительной отрасли | 65 |
| <i>Кузнецов А.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Обзор возможностей применения золошлаковых отходов в строительной индустрии..... | 67 |
| <i>Курманова Л.Д.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Эксплуатационно-технические характеристики деревянных конструкций, изготовленных по технологии МНМ (Massiv-Holz-Mauer)..... | 70 |
| <i>Леконцева Ю.Е.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Использование жидкого гранита в строительстве | 73 |
| <i>Летуновская С.Н.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Дефектность железобетонных изделий и конструкций | 75 |
| <i>Матвеева М.А., Солонина В.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Применение нефтешламов в дорожном строительстве..... | 78 |
| <i>Метликин З.П.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Использование облицовочного кирпича StoneCycling в Тюменской области | 81 |
| <i>Новосёлова А.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |

| | |
|--|------------|
| Анализ факторов огнестойкости соединений на МЗП..... | 83 |
| <i>Овчаров А.О.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Сравнительный анализ теплоизоляционных материалов для трубопроводов в Тюменском и Уральском регионах | 86 |
| <i>Павлова М.Н.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Вибросмеситель для приготовления дисперсно-армированных бетонных смесей | 88 |
| <i>Панов В.И., Красиков А.А, Невкина Ю.М.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Применение органоминеральной добавки «Arena ViMix» в производстве керамзитобетонных блоков..... | 90 |
| <i>Реутова К.В., Каспер Е.И., Тарасов Р.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет | |
| Исследование влияния техногенного сырья на свойства силикатных изделий | 92 |
| <i>Рюпина Е.А., Хафизова Э.Н.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Известняковый наполнитель в составе вяжущего низкой водопотребности | 94 |
| <i>Суровцев И.А., Солонина В.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Проблемы долговечности цементогрунта в дорожных конструкциях в суровых условиях Сибири | 97 |
| <i>Тверяков С.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Современное состояние и перспективы использования в строительстве шламов химической водоочистки на ТЭЦ | 100 |
| <i>Тюлькина А.В., Янушевская Я.Д.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Исследование влияния пластифицирующих добавок на физико-механические свойства бетона..... | 102 |
| <i>Фуфарова А.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Гибкий бетон | 104 |
| <i>Хамова А.С.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Физико-механические свойства бетонов идентичного номинального состава на модифицированном вяжущем | 107 |
| <i>Шабанова Ю.Н.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Гранулирование шламов химводоочистки ТЭЦ | 110 |
| <i>Шарапов С.О.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Влияние химико-минералогического состава кремнеземистого компонента на формирование структуры и свойств газобетона..... | 111 |
| <i>Шарко П.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| СЕКЦИЯ «Архитектура и строительство» | 115 |
| Усиление объектов историко-культурного назначения фундаментом-оболочкой | 115 |
| <i>Абдирова А.Н., Етифанцева Л.Р.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень. | |

| | |
|--|------------|
| Оценка эффективности строительства подземной двухуровневой парковки в Тюмени | 118 |
| <i>Акчинов А.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Анализ собственного веса стальных большепролетных балочных систем..... | 121 |
| <i>Алексеева А.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Моделирование панельного здания с креном в ПК Лира-САПР | 124 |
| <i>Андоверова У.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Исследование работы древесины в соединении «Ласточкин хвост» с применением прибора ТЕРЕМ 4.1..... | 126 |
| <i>Антипин А.С., Балдин Д.Ю., Суханова Д.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Особенности строительства жилых объектов в Республике Мали..... | 130 |
| <i>Ба Демба, Койта Бубакар</i> | |
| Тюменское высшее военно-инженерное командное училище имени маршала инженерных войск А.И. Прошлякова, г. Тюмень | |
| Анализ причин разрушения автомобильных дорог на территориях многолетней мерзлоты Ямало-Ненецкого автономного округа | 132 |
| <i>Белкин В.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Технология деревянного панельного строительства Massiv Holz Mauer, свойства панелей и методы расчета. | 135 |
| <i>Бодрылов И.С.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Анализ конструктивных систем и элементов жесткости высотных зданий..... | 137 |
| <i>Волощук Д.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Определения давления образования гидравлических разрывов и радиуса их распространения..... | 140 |
| <i>Гейдт А.В., Гейдт Л.В., Самохвалов М.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Результаты теоретических исследований образования гидроразрывов в пылевато-глинистых грунтах..... | 144 |
| <i>Гейдт А.В., Паронко А.А., Самохвалов М.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Анализ факторов, влияющих на скорость возведения и качество ленточно-оболочечных фундаментов | 147 |
| <i>Гиматова А.Р., Усольцева Д.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Обзор исследований по вопросу учёта стеснённых условий при комплексной застройке на слабых грунтах | 149 |
| <i>Гирко Е.Д., Епифанцева Л.Р.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, Тюмень. | |
| Применение вант при монтаже большепролетных конструкций | 152 |
| <i>Глухих Д.И., Клыков Р.Ф.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |

| | |
|--|------------|
| Оценка влияния транспортно-эксплуатационного состояния дорожного покрытия на социально-экономические затраты пользователей дорог (на примере автомобильной дороги Р-404 Тюмень – Тобольск – Ханты-Мансийск) | 155 |
| <i>Гостев Д.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Реконструкция фундаментов инфраструктурных объектов нефтяной и газовой отраслей..... | 158 |
| <i>Грузин В.В.¹, Грузин А.В.², Щербанёв В.В.²</i> | |
| ¹ Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Астана | |
| ² Омский государственный технический университет, г. Омск | |
| Обследование жилого дома в городе Тюмень..... | 160 |
| <i>Давлатов Д.Н., Марзбоншохи Сайдахмад</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Каркасная панель перекрытия с продольными ребрами из деревоклееной двутавровой балки из LVL и OSB..... | 163 |
| <i>Долейко А.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Динамический метод контроля качества уплотнения щебёночных оснований ... | 166 |
| <i>Долматов Е.В., Дениченко Я.С., Шматок В.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Исследование работы узловых соединений на лобовой врубке с одним зубом | 169 |
| <i>Еренчинов С.А., Моздор А.С., Устинова Ю.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Графическое решение задачи зон видимости на аэродромных объектах в Autodesk Revit..... | 173 |
| <i>Есипов А.В., Каренгин Г.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Особенности BIM. Опыт применения BIM в России. | 175 |
| <i>Жахина У.А., Епифанцева Л.Р.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Создание параметрических элементов в среде AutoCAD..... | 177 |
| <i>Закирова Р.В., Тарханова О.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Анализ работы буроинъекционных анкерных свай при строительстве подземного паркинга в г. Тюмень | 181 |
| <i>Иванова К. Е., Гейдт Л.В., Самохвалов М. А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Испытание нагельного соединения. Сопоставление результатов ручного расчета соединения с расчетом в программном комплексе | 184 |
| <i>Изосимова Е.К., Калимуллина К.П., Ефремов Н.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Определение усилий в стержнях сетчатого покрытия | 186 |
| <i>Ильин В.И., Токарев А.Е., Самохвалов М.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Опыт применения манжетной технологии закрепления слабых пылевато-глинистых грунтов основания при возникновении неравномерных осадок..... | 188 |
| <i>Кайгородов М.Д.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |

| | |
|--|------------|
| Результаты лабораторных исследований по определению растекаемости инъекционных растворов | 191 |
| <i>Карпова И.А., Турнаева Е.А., Самохвалов М.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Применение перфорированной балки в строительстве | 194 |
| <i>Кирпищиков А.И.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| К вопросу о возможностях строительства в стесненных условиях..... | 196 |
| <i>Колкунова Я.М.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| О необходимости разработки экспресс-метода оценки максимальной плотности и оптимальной влажности глинистых грунтов..... | 199 |
| <i>Корсакова А.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Реорганизация парковочного пространства на территории города Тюмень | 202 |
| <i>Косинцева А.Н.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Влияние армирования основания на степень пучинистости грунтов..... | 205 |
| <i>Краев Ан.Н., Жайсамбаев Е.А., Балдин Д.Ю.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Экспериментальная модель установки для исследования сил морозного пучения в лабораторных условиях | 208 |
| <i>Краев Ан.Н., Тихонова А.А., Кутузова М.И.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Проектирование состава асфальтобетонной смеси по методу «Superpave» для условий юга Тюменской | 210 |
| <i>Куделина О.Н., Замятин А.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Применение грунтовых армированных свай в сложных условиях..... | 213 |
| <i>Кумышев Л.Э.¹, Райшев Д.В.²</i> | |
| ¹ Тюменское высшее военно-инженерное командное училище, г. Тюмень | |
| ² Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Перспектива перехода из жилищного строительства в жилищное производство | 215 |
| <i>Кунгуров Д.А., Новгородцев Н.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Светопрозрачные фасады как конструктивное решение для строительства | 218 |
| <i>Кунгурцев А.А., Хлопенков И.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Деревянные стеновые панели по технологии МНМ (Massiv-Holz-Mauer) | 220 |
| <i>Леконцева Ю.Е.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Инновации в конструкции опоры ЛЭП и технологии ее возведения | 223 |
| <i>Лобастова Е.Ю.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Учет поэтапности строительства многоэтажных зданий при определении внутренних усилий в несущих конструкциях | 225 |
| <i>Лотов А.А., Кукарский С.Н.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Модернизация конструкции пакера для выполнения инъекционных работ | 227 |
| <i>Маккавеев Д.В., Паронко А.А., Самохвалов М.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |

| | |
|---|------------|
| Применение синтетических материалов при строительстве грунтовых насыпей на слабых основаниях..... | 230 |
| <i>Малышкина А.В., Замятин А.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Усиленная армогрунтовая обойма, как конструктивный слой земляного полотна на болотах | 233 |
| <i>Маслов Д.В., Замятин Е.В., Кубасов Д.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Применение комплексных вяжущих при стабилизации торфа..... | 236 |
| <i>Москалёв В.А., Замятин А.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Расчетные воздействия на высотные здания | 239 |
| <i>Московец О.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Геотехнические соревнования GeoPractice | 242 |
| <i>Моторин В.Г., Мельников Р.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Определение параметров модели Soft Soil Creep по результатам лабораторных испытаний | 244 |
| <i>Набокина Ю.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Сущность расчета однопоясных звездчатых купольных конструкций..... | 247 |
| <i>Назаров Н.Н., Самохвалов М.А., Такарев А.Е.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Учет осадок фундаментов при расчете строительных конструкций..... | 250 |
| <i>Невьянцева О.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Возможность применения «PlasticRoads» на автомобильных дорогах | 253 |
| <i>Некрасов П.С.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Построение модели и геометрический расчет геодезического купола..... | 256 |
| <i>Немятов С.А., Демин В.А., Токарев А.Е.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Обзор сложных инженерно-геологических условий г. Тюмени..... | 258 |
| <i>Нурпеисова А.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Процесс подтопления территорий. Причины и последствия подтопления | 261 |
| <i>Нурпеисова А.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Исследование работы деревянной балки с соединениями на металлизированных пластинах МЗП..... | 264 |
| <i>Овчаров А.О.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Обоснование перспективности пространственной структуры типа «РАЗСТРУК» | 266 |
| <i>Павлов Н.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Расчет способов заделки выбоин на асфальтобетонном покрытии в холодное время года по суммарным приведенным затратам на межремонтный срок службы покрытий дорог | 269 |
| <i>Панова Е.А., Андронов Р.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |

| | |
|--|------------|
| Обоснование величин начальных геометрических несовершенств элементов из ЛСТК | 271 |
| <i>Простакишина Д.А., Хайретдинова И.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Новые строительно – технические решения по фундаментам малоэтажных зданий | 274 |
| <i>Рабиев К.Р.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Фундаменты малоэтажных зданий в виде системы песчаных подушек с контурным армированием | 277 |
| <i>Рабиев К.Р.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Обустройства месторождений в условиях Крайнего Севера..... | 280 |
| <i>Сафарян В.С.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень. | |
| Применение лежневой опорной обоймы при строительстве нефтепромысловых автомобильных дорог | 283 |
| <i>Стешенцева Е.В., Баева П.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Основы проектирования в Autodesk Revit – шаг к BIM моделированию | 286 |
| <i>Тарханова О.В., Алиев З.А., Забоев И.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Выбор оптимальной функциональной зависимости для определения взаимосвязи между интенсивностью движения и плотностью транспортного потока..... | 289 |
| <i>Тимоховец В.Д., Микеладзе Т.Г.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень. | |
| О возможности создания транспортного пересечения улиц Гилевская Роцца и Дамбовская в г. Тюмени | 292 |
| <i>Тимоховец В.Д., Слепокуров К.И.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Сравнительный анализ моделей уплотнения городов в контексте развития транспортной инфраструктуры | 295 |
| <i>Тимоховец В.Д., Кузук А.Ю.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Инновационные подходы в строительной отрасли..... | 298 |
| <i>Тюппе Д.Г., Баянов Д.С.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Применение композиционных конструкций в строительстве..... | 300 |
| <i>Фатхлисламов А.Р.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| О возможности применения фрагментированных цементогрунтовых оснований при строительстве автомобильных дорог | 303 |
| <i>Харина М.С., Кубасов Д.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Особенности применения сезонно-охлаждающих устройств (СОУ)..... | 306 |
| <i>Хлопенков И.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Технологические схемы производства работ при устройстве цилиндрических фундаментов | 309 |
| <i>Хлопенков И.В.¹, Цыганкова М.А.²</i> | |
| ¹ Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| ² Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург | |

| | |
|--|------------|
| Новые требования к геотехническому мониторингу объектов капитального строительства..... | 312 |
| <i>Чернова А.Ю.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Авторский надзор за строительством как инструмент управления качеством строительства..... | 315 |
| <i>Шекляев С.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Влияние степени уплотнения на физические характеристики грунта | 317 |
| <i>Шматок В.В., Дениченко Я.С., Жигайлов А.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Архитектура как метафора современности: постановка проблемы..... | 321 |
| <i>Шулер Р.М.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| СЕКЦИЯ «Инженерные системы и сооружения» | 323 |
| Текстильные воздуховоды | 323 |
| <i>Бойко Т.А., Фомина А.В., Юсько С.Е.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Методика снижения теплотерь при канальной прокладке трубопроводов..... | 325 |
| <i>Камотина Е.В.</i> | |
| Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург | |
| О выборе водоподготовительного оборудования | 328 |
| <i>Лаврушенко Е.А., Германова Т.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Расчетные объемы поверхностных сточных вод с площадок резервуарных парков | 330 |
| <i>Мальшикина Е.С., Фугаева А.М., Воронов А.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Обоснование применения снегоплавильных установок для города Тюмени..... | 333 |
| <i>Набоков И.А.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |
| Особенности работы различных видов рекуператоров для северных климатических условий..... | 336 |
| <i>Сыроватка Е.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень. | |
| Анализ состояния сети ливневой канализации города Тюмени | 339 |
| <i>Янкин Г.Д., Заровнятных И.С., Замятин А.В.</i> | |
| Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень | |

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

Конечно-элементный анализ деформативности труб большого диаметра в процессе их транспортировки

Волков А.В., Абдулкеримов З.Н., Андриенко Г.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.

Для транспортировки труб большого диаметра используют трубово-зы (рис. 1а), на которых при неизолированной компоновке трубы плотно прижимают друг к другу в каждом ряду с использованием трос-стяжки (рисунок 1б) [1].

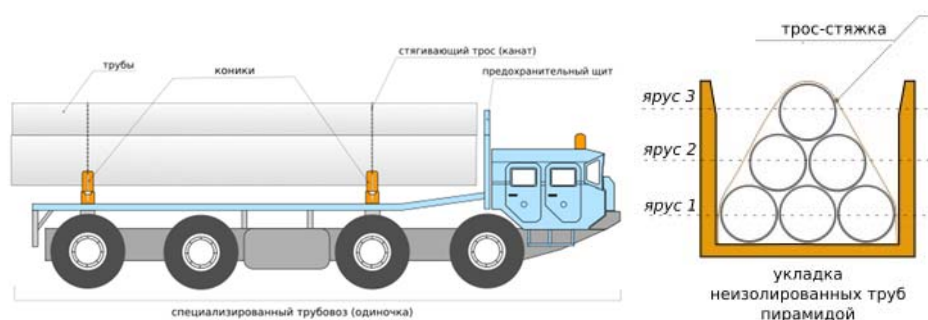


Рисунок 1а, 1б

В процессе натяжения троса между ним и транспортируемой трубой возникает контактное давление, которое совместно с микроперемещениями троса в процессе движения трубовоза могут приводить к фреттинг коррозии трубы, а также к деформации ее формы.

Целью данной работы является изучение характера распределения напряжений и перемещений в материале трубы с помощью решения контактной задачи в пакете конечно-элементного анализа ANSYS [2].

В качестве примера была выбрана труба диаметром 1020 мм, толщина стенки 18 мм, диаметр троса 9 мм, материал – сталь.

Основные этапы решения задачи

1. Геометрическая модель строится снизу-вверх в препроцессоре ANSYS. Строятся точки, затем линии, далее поверхности, и, наконец, – объемы, с помощью операции выдавливания (команда vdrag) [3]. Между трубой и тросом указан небольшой зазор.

2. Разбивка на конечные элементы осуществлялась трехмерным квадратичным элементом SOLID92. Размеры элементов были установлены командой esize [4], причем в областях, прилегающих к контактным, задан меньший размер элемента

3. Приложение граничных условий.

Дальний конец трубы модели жестко заделан. К торцевым плоскостям троса приложены вертикальные перемещения, равные 36 мм, модели-

рующие крепеж трубы, перемещения по другим осям данных поверхностей запрещены.

4. Решение задачи.

Для решения описанной задачи был выбран прямой решатель (SPARSE SOLVER), именно он используется в ANSYS по умолчанию. Задача решалась в несколько (порядка тридцати) шагов, чтобы исключить откаты решателя вследствие отсутствия сходимости нелинейного процесса решения контактной задачи.

5. Обработка результатов.

Общий вид деформированной конструкции и радиальные перемещения представлены на рисунке 2.

По следующей формуле выполняем оценку качества сетки, результат не превышает 10%, следовательно, конечно-элементную сетку можно считать удовлетворительной [5]:

$$\frac{\sigma_{EL} - \sigma_{NOD}}{\sigma_{EL}} = \frac{11.2821 - 11.009}{11.2821} = 0.0242 = 2.4\% < 10\%.$$

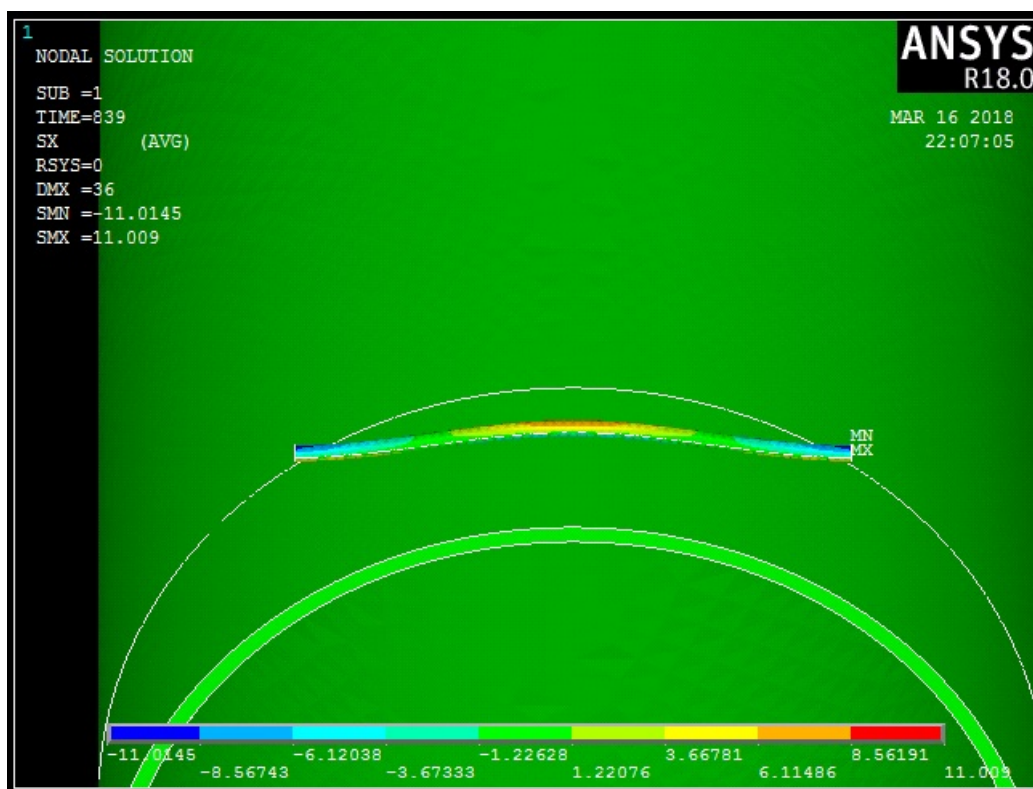


Рисунок 2. Общий вид

Картина распределения эквивалентных по Мизесу напряжения по узлам, представлена на рисунке 3. На рисунке 4 хорошо видно, что труба из-за контакта с тросом теряет свою круглую форму (деформация модели преувеличена в 30 раз для наглядности).

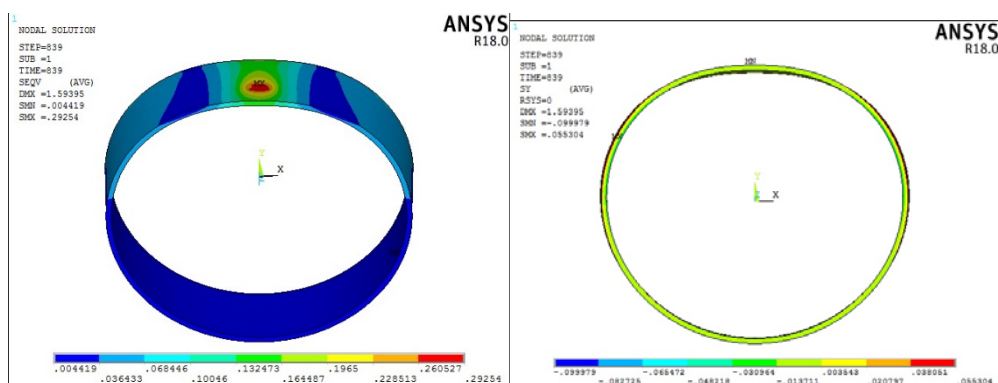


Рисунок 3. Эквивалентные напряжения Рисунок 4. Деформация

ВЫВОД

В ходе компьютерного моделирования был установлен характер распределения напряжений и перемещений в месте соединения трубы и троса при натяжении, а также показана геометрическая форма трубы, измененная под действием нагрузки от троса в ходе транспортировки.

Подготовленный в процессе моделирования Log-файл на языке программирования APDL позволяет провести расчет перемещений при любых размерах трубы и троса, поскольку модель расчета описана при помощи параметров.

Библиографический список

1. Афанасьев, Л. Л. Единая транспортная система и автомобильные перевозки: Учебник для студентов вузов / Л. Л. Афанасьев, Н. Б. Островский, С. М. Цукерберг. — 2-е изд., перераб. и доп.—М.: Транспорт, 1984. — 333 с.
2. Морозов, Е. М. ANSYS в руках инженера: Механика разрушения / Е. М. Морозов, А. Ю. Муйземнек, А. С. Шадский. – М.: ЛЕНАНД, 2008. – 456 с.
3. Волков, А. В. Конечно-элементный анализ усадки грунта под опорами трубопровода в пакете ANSYS / А. В. Волков // Новые информационные технологии в нефтегазовой отрасли и образовании. – 2017. – с. 32-35.
4. Сызранцева, К. В. Восстановление нагруженности деталей и металлоконструкций с применением датчиков деформаций интегрального типа / К. В. Сызранцева // Вестник Тюменского государственного университета. – 2008. – №6. – С. 4-9.
5. Syzrantsev, V. N. The stress-strain condition estimation of detail in crack tip by integral strain gauges / V. N. Syzrantsev, K. V. Syzrantseva // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2016. – Vol. 127. – 012051. DOI: 10.1088/1757-899X/127/1/012051.

Научный руководитель: Сызранцев В.Н., д-р техн. наук, профессор.

Контроль давлений и режимов при последовательной перекачке нефтепродуктов

Куликов А.С.

Омский государственный технический университет, г. Омск

В ситуации, когда давление доходит до критического значения, диспетчер вынужден остановить перекачку нефти, что сопровождается большими финансовыми потерями.

Целью данной работы является контроль давлений и режимов при последовательной перекачке нефтепродуктов с разными физическими свойствами.

Задачами, решаемыми в работе, являются:

- построение линии гидроуклона на участке с партиями нефтепродуктов, имеющими разные физические свойства;
- определение средних действующих значений плотности и вязкости;
- определение поправок напоров и давлений с учетом движения партий нефтепродуктов с разными свойствами.

Контроль давлений и режимов при транспортировке нефтепродуктов с разными свойствами осуществляется путем определения поправок давлений, при учете которых можно снизить количество внеплановых остановок нефтепровода, связанных с избыточным давлением.

Расчет поправок давлений производится с помощью следующих параметров: рельеф участка, производительность, физические свойства нефти (плотность, вязкость), геометрические характеристики трубопроводов, технические характеристики насосного оборудования.

Для определения поправок напоров и давлений определяются средние действующие значения плотности и вязкости такого нефтепродукта, в сравнении с которым при транспортировке нефтепродуктов с разными физическими свойствами определяются и устраняются отклонения давлений [1][2].

Физические свойства существенно влияют на перекачку нефти и нефтепродуктов с разными свойствами, поэтому необходимо учитывать поправки давлений. В данной работе был получен инструмент, позволяющий осуществлять:

- контроль давлений на участке нефтепровода с учетом движения партий нефти и изменением взливов резервуаров;
- прогнозировать изменение давлений на линейной части;
- прогнозировать изменение расхода и энергопотребления НПС по мере движения партий нефти и нефтепродуктов[3].

Библиографический список

1. Гольянов, А. И. Эксплуатация магистральных трубопроводов: Раздаточный материал / А. И. Гольянов – Уфа: ИДПО УГНТУ, 2008. – 43 с.
2. Тугунов, П. И. Типовые расчёты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов. Учебное пособие для вузов / П. И. Тугу-

нов, В. Ф. Новосёлов, А. А. Коршак, А. Н. Шаммазов – УФА: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2002. – 658 с.

3. Мызников, М. О. Сравнительный анализ удельных показателей транспортировки нефти на технологических участках / М. О. Мызников, Е. В. Исакова, А. С. Куликов // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2013. – № 4. – С. 36-41.

Научный руководитель: Мызников М.О., канд. техн. наук, доцент.

СЕКЦИЯ «Строительные материалы и изделия»

Влияние выгорающих добавок на свойства керамических материалов

Алексеев В.С., Бурдукова А.А., Солонина В.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На рынке стройиндустрии, керамические стеновые материалы занимают лидирующие позиции. Выбор в пользу данного материала, обусловлен экологичностью, высокими показателями долговечности и архитектурной выразительностью.

В связи с тем, что значительно повышаются требования к термическому сопротивлению ограждающих конструкций, появляется необходимость повышения теплофизических свойств керамических материалов [1]. Основным технологическим приемом получения высокоэффективной керамики является создание черепка с высокопористой структурой.

Высокая пористость керамического стенового материала возможна за счет введения в глиняную массу выгорающих добавок. Помимо повышения пористости черепка выгорающие добавки способствуют равномерному спеканию, регулируют температуру обжига.

Широкое применение в получении пористой керамики получили древесные опилки. Однако, использование опила в составе керамической шихты сопряжено с технологическими трудностями. При введении в глиняную массу опилки впитывают влагу и набухают, а в процессе сушки происходит неравномерная усадка сырца и образование трещин. Так же возникают трудности в равномерном распределении добавок данного вида в керамическую шихту. Форма частиц опила не позволяет получить равномерно распределенную мелкую пористость [2].

Наиболее оптимальной выгорающей добавкой для получения пористой керамики является древесная мука. За счёт тонкой дисперсности частиц, мука распределяется по всему объему керамической массы, что позволяет получить более однородную мелкопористую структуру [3].

В данной работе в качестве глинистого сырья использовалась глина Кыштырлинского месторождения, которая характеризуется высоким числом пластичности. Для снижения числа пластичности глины, в качестве отошующей добавки применялся кварцевый песок. При получении высокопористой структуры черепка, в качестве выгорающей добавки, использовалась древесная мука хвойных пород древесины, с размером частиц менее 0,9 мм.

Из составов сырьевой шихты, представленных в таблице 1, формовались образцы-цилиндры. После сушки в течение 48 часов при температуре 45⁰С образцы подвергались обжигу в лабораторной печи, до различной максимальной температуры.

Составы керамических масс

| Сырьевые компоненты, % | 1 состав | 2 состав | 3 состав | 4 состав |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Глина | 70 | 68 | 66 | 64 |
| Кварцевый песок | 30 | 29 | 28 | 27 |
| Древесная мука | - | 3 | 6 | 9 |

Теплопроводность керамических материалов (рисунок 1) получена расчетным методом по формуле В.П. Некрасова (1) в зависимости от их плотности

$$\lambda = 1,16 \sqrt{0,0196 + 0,22d^2} - 0,16 \quad (1)$$

где λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·°С);
 d – относительная плотность материала

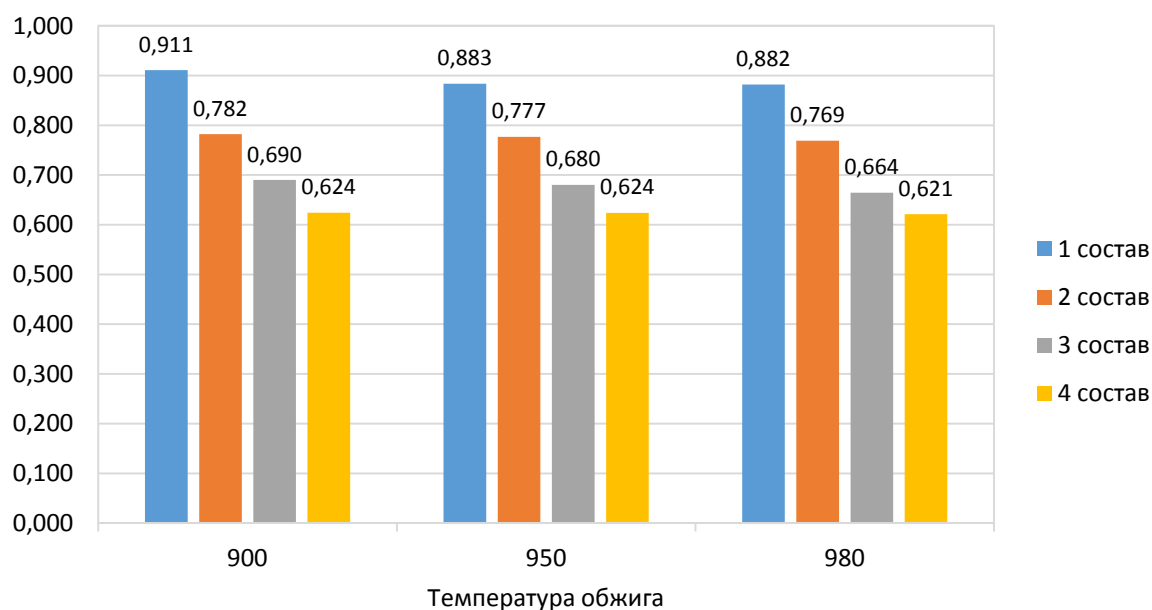


Рисунок 1. Теплопроводность

Испытания на прочность при сжатии образцов выполнены в соответствии с ГОСТ 8462-85 [4], результаты представлены на рисунке 2.

Из результатов видно, что древесная мука в процессе обжига выгорает, образуя поры. За счёт увеличения количества пор, снижается средняя плотность и, соответственно, коэффициент теплопроводности керамики [4]. Но, при положительных теплофизических свойствах ухудшается прочность черепка, что требует дальнейших исследований.

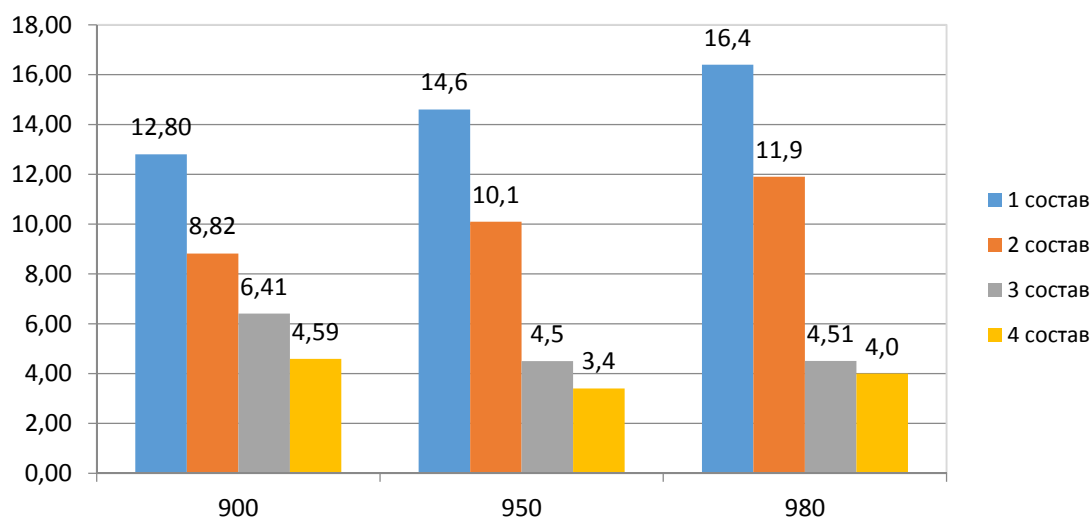


Рисунок 2. Прочность при сжатии образцов-цилиндров

Библиографический список

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 – М.: Минрегион России, 2012. – 116 с.
2. Анциферов, В. Н. Повышение пористости керамических изделий. / В. Н. Анциферов, В. И. Овчинников // Стекло и керамика. – 2001. – №6. – С. 17-18.
3. Мороз, Б. И. Пористая керамика на основе отходов промышленности / Б. И. Мороз, П. Н. Хорьков // Строительные материалы. – 1992. – №4 – С. 16-18.
4. ГОСТ 8462-85 Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности при сжатии и изгибе. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 7 с.
5. Шелковкина, Н. В. Высокотемпературные теплоизоляционные изделия на основе отходов производства кварцевой керамики: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Шелковкина Наталия Викторовна – М., 2002. – 174 с.

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

Вторичное использование пластиковых отходов в строительстве.

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]

Проблема – утилизация промышленных отходов и получение из них дешёвых строительных материалов.

Ежегодно в России для бытовых нужд и в строительстве используется очень много пенопласта, полиэтилена, полиэтилентерефталата (ПЭТФ). С точки зрения утилизации они очень проблематичны. Они не взаимодействуют с водой, не подлежат биологическому разложению, их нельзя сжигать, что способствует их быстрому скоплению на свалках. Выходом служит переработка и вторичное использование в строительстве. В настоящее время проводится много исследований по использованию пластиковых отходов в производстве строительных материалов, таких как:

Измельченный в дробильной установке пенопласт до размеров 3-10 мм имеет те же характеристики, что и вспененные гранулы полистирола, но при этом стоит дешевле. Сферы применения: теплоизоляция труб, дешевый и качественный утеплитель, наполнитель в производстве пенополистиролбетона и т.д. [2] Пенополистиролбетон имеет высокую морозостойкость благодаря низкому коэффициенту водопоглощения. Морозостойкость полистиролбетона плотностью D1000, прочностью на сжатие 8,5 МПа составила F100 без видимых внешних разрушений и потери массы, что позволяет использовать его в условиях Тюменской области для возведения жилых зданий высотой до 5 этажей. [3]

Полиэтилен является хорошим материалом для вторичной переработки, потому что он сохраняет свои характеристики после данного процесса, но стоимость продукции из вторичного материала будет значительно дешевле. В качестве примера продукта из вторично переработанного полиэтилена можно привести строительную пленку. Она имеет широкое применение в строительстве начиная от упаковки заканчивая гидроизоляцией. [4]

В статье [5] было проведено исследование на образцах цилиндрической формы высотой и диаметром 50 мм.. В качестве объектов исследования были выбраны глинистое сырье Ой-Бесского месторождения РС (Якутия), отходы полиэтиленовой пленки, отходы ПЭТФ-тары. Добавки измельченных ПЭТФ-тары и полиэтилена выступали в качестве заполнителей. Были исследованы различные смеси с целью определения оптимальных составов, а также влияние содержания смесей полимеров в композите на прочность при сжатии.

В ходе эксперимента установлено, что увеличение содержания смесей полиэтилена и ПЭТФ ведет к уменьшению прочности на сжатие с 12,5 МПа до 7,9 МПа (Рис.1) МПа. Но даже самое наименьшее значение прочности на сжатие (7,9 МПа) соответствует керамическому камню с маркой 75 и может быть использован для возведения различных стен жилых и производственных помещений.

Использование данного композиционного материала выгодно с экономической точки зрения, а также добавления смесей отходов ПЭ и ПЭТФ уменьшает коэффициент теплопроводности, что благоприятно для строительства в Тюменском регионе (Таблица 1).

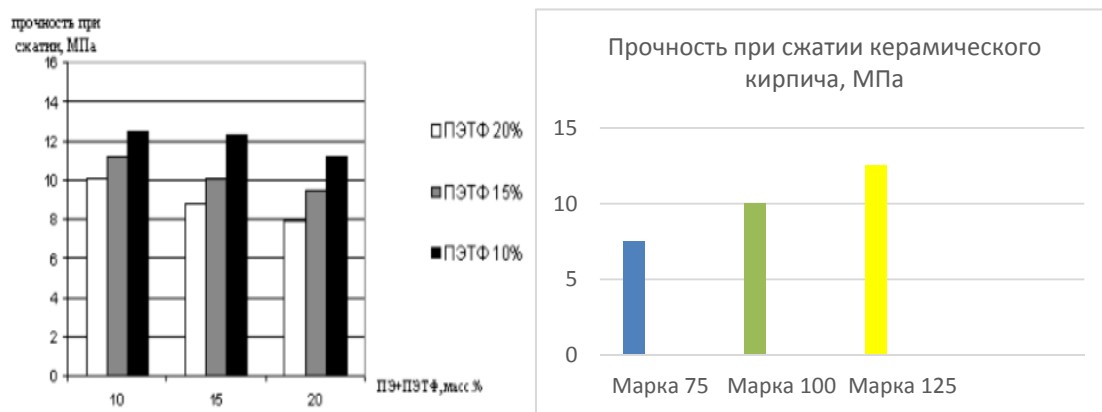


Рисунок 1. Зависимость прочности при сжатии образцов от содержания смеси отходов ПЭ и сравнение с керамическим кирпичом

Таблица 1

Физико-механические свойства материалов

| Свойства | ρ , кг/м ³ | $R_{сж}$, МПа | W, % | λ , Вт/м*К |
|---|----------------------------|----------------|------------|--------------------|
| Кирпич керамический рядовой | 1150-1200 | 5,00-15,00 | 8-14 | 0,42 |
| Композит из глинистого сырья и отходов ПЭ (40 мас.%) | 1046 | 15,57 | 8,43 | 0,27 |
| Композит из глинистого сырья и смесей отходов ПЭ и ПЭТФ (10-20 мас.%) | 860-1080 | 7,90-12,47 | 9,20-12,00 | 0,21-0,3 |

Проанализировав результаты, был сделан вывод, что использование пластиковых отходов является перспективным, ведь решать проблему с загрязнением окружающей среды придется в любом случае, а данный подход является наиболее эффективным и выгодным.

Библиографический список

1. Официальный сайт правительства Тюменской области [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://admtumen.ru/ogv_ru/finance/programs/program.htm?id=1108@egTargetGrant – Постановление Тюменской области от 2014г. «Основные направления охраны окружающей среды». – (Дата обращения: 23.03.2018).
2. Пенополистирол дробленый [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://qps.ru/5f9Cq> – Применение дробленого пенополистирола. – (Дата обращения: 23.03.2018).
3. Конструкции из полистиролбетона для строительства жилых зданий, сочетающие несущую и теплоизоляционную функции. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.uralnias.ru/100000922.html> – Свойства полистиролбетона. – (Дата обращения: 23.03.2018).

4. Пленка строительная [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://qps.ru/w4XKY> – Применение строительной пленки. – (Дата обращения: 23.03.2018).

5. Даваасенгэ, С. С. Технология переработки полимерных отходов строительные материалы/ С. С. Даваасенгэ, О. Н. Буренина // Известия Самсарского научного центра Российской академии наук – 2009 – т. 11– №5(2) – С. 276-278.

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

Исследование влияния добавки базальтового волокна на свойства сероасфальтобетона

Амирханова Л.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Растущая интенсивность движения на дорогах, большое количество автомобилей, потребность в грузовом транспорте, изменяющиеся климатические условия, агрессивная среда - все это предпосылки создания новых подходов в производстве асфальтобетона с повышенными физико-механическими свойствами, которые способны противостоять и выдержать натиск перед такими условиями [4].

Целью данного исследования являлась оценка физико-механических свойств армированного базальтовым волокном сероасфальтобетона и определение наиболее стойкого к испытаниям образца.

В предыдущей статье было выявлено, что оптимальное количество серы в асфальтобетоне 30% по массе битума [3]. За контрольный состав был взят именно он.

Для того, чтобы определить оптимальное количество волокна было приготовлена сероасфальтобетонная смесь с 0,3, 0,4, 0,5% по массе минеральной части базальтового волокна типа А, I марки.

Из полученных смесей были заформованы образцы для определения физико-механических свойств асфальтобетона. Результаты испытаний приведены в таблице 1.

Таблица 1

Свойства сероасфальтобетона с добавлением базальтового волокна

| № состава | Содержание компонентов, % | | Водонасыщение, % | Прочность при сжатии при 20 °С, МПа | Прочность при сжатии при 50 °С, МПа | Водостойкость |
|-----------|---------------------------|-----|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|---------------|
| 1 | 30 | - | 2,6 | 4,1 | 1,7 | 0,94 |
| 2 | 30 | 0,3 | 6,0 | 3,8 | 1,5 | 0,94 |
| 3 | 30 | 0,4 | 7,1 | 4 | 1,5 | 0,93 |
| 4 | 30 | 0,5 | 2,4 | 4,2 | 1,7 | 1,00 |

На рисунках представлены образцы, испытанные на прочность при сжатии. 1 - при 20С°, 2 - при 50С°

Можно увидеть, как волокна сдерживают связи между заполнителями и не дают распасться образцу.



Рисунок 1. Образец после испытания на прочность при 20С°



Рисунок 2. Образец после испытания на прочность при 50С°

В настоящее время можно сделать выводы, о том, что: Базальтовое волокно однозначно имеет влияние на физико-механические свойства сероасфальтобетона. Прочностные характеристики увеличиваются по срав-

нению с контрольным составом, так же увеличивается коэффициент водостойкости.

Для более полного изучения влияния базальтового волокна на сероасфальтобетон, необходимо провести еще несколько контрольных испытаний по определению Прочности на растяжение при расколе и сдвигоустойчивость, результаты которых будут изложены в следующей статье.

Библиографический список

1. Гладких, В. А. Техничко-экономическая эффективность применения сероасфальтобетонов / В. А. Гладких, Е. В. Королев // Вестник МГСУ. – 2013. – №4. – С. 76-83.
2. Алехина, М. Н. Сероасфальтобетонные смеси / М. Н. Алехина, Ю. Э. Васильев, Н. В. Мотин, И. Ю. Сарычев // Строительные материалы. – 2011. – № 10. – С. 12-13.
3. Мухаметова, Л. С. Исследование влияния добавки серы на свойства битума и асфальтобетона / Л. С. Мухаметова, В. А. Юмина, Д. А. Ястремский // Новые технологии – нефтегазовому региону: материалы международной научно-практической конференции – Тюмень : ТИУ, 2017. – Т. 4. – С. 134-136.
4. Рыбьев, И. А. Асфальтовые бетоны: Учеб. пособие для строит. и автомоб.-дор. вузов / И. А. Рыбьев. – М.: Высш. школа, 1969. – 398 с.

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

Исследование свойств полимерно-битумного вяжущего

Антипина А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Асфальтобетонные покрытия являются преобладающим типом для капитальных дорожных покрытий. Для некоторых видов смесей могут применяться альтернативные виды органических вяжущих - смолы, гудроны, тяжелые нефти и т.д. Органоминеральные смеси (ОМС), являющиеся основой дорожных бетонов формируют основные физико-механические и структурные характеристики и достаточно широко распространены в дорожном строительстве в России. Дорожные покрытия из ОМС имеют ряд неоспоримых технологических и эксплуатационных преимуществ, такие как ровность, возможность обеспечения требуемой шероховатости поверхности, короткие сроки проведения ремонтных и восстановительных работ, высокая эксплуатационная надежность, возможность использования местных материалов, технологичность. Поскольку в дорожной отрасли применяется большое количество материалов, является важным улучше-

ние их качества. Поэтому совершенствование состава органоминеральных смесей приобретает большую актуальность.

Цель работы – получение органоминеральных композиционных материалов с эффективными эксплуатационными свойствами.

Одним из эффективных методов повышения качества дорожных битумов является регулирование их свойств путем применения различных модифицирующих добавок (полимеров, резиновой крошки, серы, адгезионных добавок и др.). В качестве Применения полимеров для модификации битумов является одной из наиболее активно внедряющихся технологий строительства и ремонта покрытий автомобильных дорог [1, 2, 3].

Чаще всего применяют полимерно-битумные вяжущие (ПБВ) на основе блоксополимеров стирол-бутадиен-стирол. Увеличение объемов потребления полимеров данного типа обусловлено тем, что они способны:

- повышать прочность битума;
- придавать ПБВ эластичность;
- обеспечивать быстрое снятие напряжений, возникающих в дорожных покрытиях под воздействием движущегося транспорта [1, 2, 3].

В данной работе использовался дивинил-стирольный линейной структуры с массовой долей связанного стирола $30,0 \pm 1,5\%$ (ДСТ Л 30) и дивинил-стирольные разветвленной структуры с массовой долей связанного стирола $30,0 \pm 1,5\%$ (ДСТ Р 30).

Битум в количестве 100 г. марки БНД 60/90 на песчаной бане нагревали до температуры 180-190 °С, после чего добавляли полимер 1%, 1,5%, 2% (от массы битума) и перемешивали в течение 15 минут. Затем определяли физико-механические свойства: глубину проникания иглы, растяжимость, температуру размягчения. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты испытаний

| Физико-механические свойства | Контрольный образец | ДСТ Л 30, г | | |
|------------------------------------|---------------------|-------------|-----|------|
| | | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| Температура размягчения битума, °С | 44 | 45 | 46 | 45 |
| Глубина проникновения иглы, °С | 65 | 60 | 51 | 27 |
| Растяжимость, см | 38,5 | 17,5 | 16 | 26,5 |

Испытания показали, что при введении полимера ДСТ Л 30 в битум деформативные свойства ПБВ увеличились, при определении растяжимости установили, что пластичность и однородность уменьшились, также исходя из результатов работы, можно сказать, что верхняя граница температурного интервала работоспособности ПБВ увеличилась.

ПБВ на основе ДСТ Л 30 отличается от битума высокой прочностью и одновременно эластичностью, что обеспечивает:

- высокую деформационную устойчивость асфальтобетона в широком диапазоне эксплуатационных температур;
- повышение долговечности дорожных покрытий, особенно в условиях с резко континентальным климатом, на объектах с высоким уровнем воздействия транспортных нагрузок.

Библиографический список

1. Гохман, Л. М. Комплексные органические вяжущие материалы на основе блоксополимеров типа СБС: учеб. пособие / Л. М. Гохман. – М.: ЗАО «ЭКОН-ИНФОРМ», 2004. – 584 с.
2. Гохман, Л. М. Полимерно-битумные вяжущие на основе СБС для дорожного строительства / Л. М. Гохман и др.– М., 2002. – 112 с. (Автомобильные дороги: Обзорная информация / Информавтодор. – Вып. 4).
3. Рекомендации по использованию полимерно-битумных вяжущих материалов на основе блоксополимеров типа СБС при строительстве и реконструкции автомобильных дорог. – М.: Росавтодор, 2007. – 120 с.

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

Альтернативное использование имитационного моделирования как средство для решения строительно-экономических задач.

Аржиловская А.А., Возженникова А.Е.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Решением Думы города Ханты-Мансийска было утверждено распоряжение: «Стратегия социально-экономического развития города Ханты-Мансийска до 2020 года и на период до 2030 года». В документе обозначено, что «... в целях повышения доступности жилья объектом муниципального регулирования станут следующие узловые моменты: Использование строительных материалов...экономичных по стоимости...». [1].

В связи с этим, при изучении строительной промышленности нужно сделать акцент на проблемные области ее развития. Таковыми можно считать районы дальнего севера Тюменской области. Таким образом, основная проблема состоит в поставке строительных материалов в эти районы из-за их удаленности от мест производства.

Важным аспектом является расчёт оптимального количества необходимых ресурсов для обеспечения непрерывного процесса строительства, а также экономическая составляющая данного вопроса. Одним из инструментов, помогающих в достижении поставленной задачи, является метод имитационного моделирования.

Имитационное моделирование - метод исследования, при котором изучаемая система заменяется моделью, с достаточной точностью, описывающей реальную систему. [2]. При использовании данного метода можно наглядно показать процесс обеспечения ресурсами областей строительства, а также определить время, необходимое для выполнения поставленной цели.

Для решения установленной задачи была выбрана компьютерная программа AnyLogic 8.1.0. Данная программа позволяет построить имитационную модель, а также провести ряд экспериментов на ее основе.

В программе разработана модель, связывающая строительный объект в г.Ханты-Мансийск и три завода по производству портландцемента, расположенных в городах Сухой Лог, Новотроицк, Цзинань (Китай). С помощью ГИС-карты построен маршрут между данными объектами.

Первым был рассмотрен маршрут «Ханты-Мансийск - Сухой Лог», отображенный на рисунке 1.

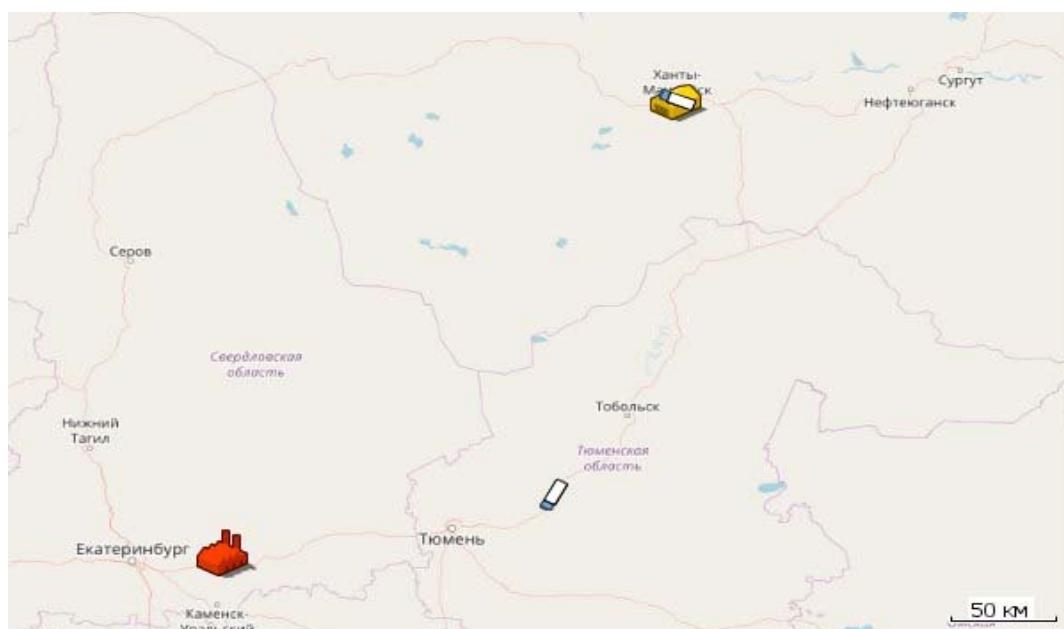


Рисунок 1. Построенный маршрут с помощью ГИС-карты

Начальное количество грузовиков, необходимых для перевозки материала произвольно было выбрано 10, с учетом поставки сырья 4 раза в неделю. На основе полученных данных был построен график, отражающий процесс оптимизации в зависимости от функциональных значений, как показано на рисунке 2.

Из графика видно, что оптимальное количество грузовиков – 2 с загруженностью машин 81%. Аналогично, проведены исследования по маршрутам «Ханты-Мансийск - Новотроицк» с оптимальным количеством грузовиков – 2 с загруженностью машин 97 %; «Ханты-Мансийск - Цзинань» с оптимальным количеством грузовиков – 4 с загруженностью машин 73 %.

Model4 : Optimization

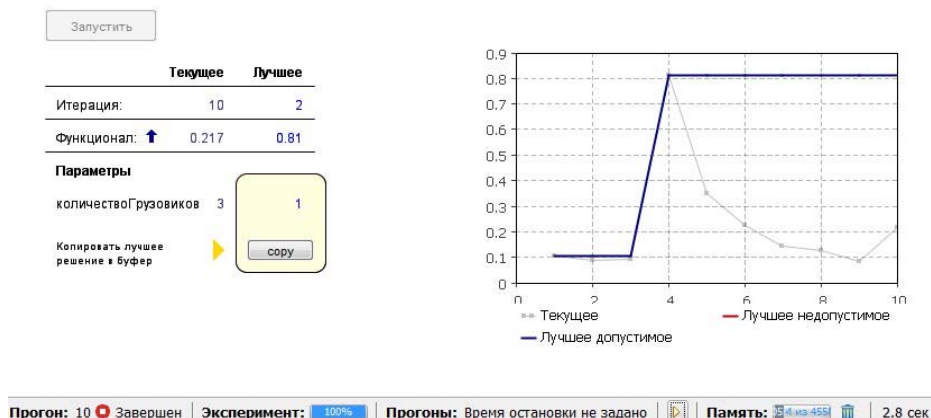


Рисунок 2. Процесс оптимизации с учетом заданных параметров

На основе полученных данных были рассчитаны средства, затраченные на закупку и поставку портландцемента маркировки (ЦЕМ II/A-Ш 42,5 Н/ ПЦ 400) из рассмотренных заводов в городах Сухой Лог, Новотроицк, Цзинань (Китай). Общая сумма указана с учетом того, что перевозка осуществлялась грузовиками вместимостью равной 20 тонн (средняя вместимость грузовых машин), как показано в таблице 1.

Таблица 1
Расчет средств, необходимых для закупки и транспортировки портландцемента.

| Завод (город) | Стоимость цемента за 1 тонну, руб. | Расстояние в обе стороны, км. | Количество грузовиков, шт. | Расход топлива за 1 км пути, л. | Стоимость за 1 л топлива, руб. | Количество поездок 1 грузовика за неделю, раз. | Общая сумма расходов, руб. |
|---------------|------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--|----------------------------|
| Сухой Лог | 4475 | 1844 | 2 | 0,3 | 41,5 | 2 | 449831,2 |
| Новотроицк | 4400 | 3784 | 2 | 0,3 | 41,5 | 2 | 540443,2 |
| Цзинань | 2565 | 11600 | 4 | 0,3 | 41,5 | 1 | 782880 |

Используя возможности программы AnyLogic, позволяющие представить реальную картину в миниатюре, а также способности этой программы по расчету оптимального количества необходимого транспорта для перевозки портландцемента, можно, прибегая к математическим расчетам, судить о рациональном выборе того или иного варианта. В итоге появляется возможность избежать огромного количества переделок и пе-

репроектирования, сэкономить время, существенно сократить расходы строительства и дальнейшей эксплуатации объектов. [3]. В данном случае, для обеспечения непрерывного процесса строительства наиболее экономически выгодна транспортировка портландцемента в г. Ханты-Мансийск с завода, находящегося в г. Сухой Лог.

Библиографический список

1. Приложение к Решению Думы города Ханты-Мансийска от 30.03.2015 № 633-V РД «Стратегия социально-экономического развития города Ханты-Мансийска до 2020 года и на период до 2030 года». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://admhmansy.ru/rule/admhmansy/adm/department-of-economic-development-and-investments/activiti/predpri/folder/>
2. Имитационное моделирование - метод исследования. [Электронный ресурс] // Wikipedia. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Имитационное_моделирование.
3. Бухарова, О. Время – деньги. BIM – технологии в строительстве позволят сократить и сроки ввода объекта, и его стоимость / О. Бухарова // Российская газета – 2016.– Спецвыпуск №6952 (84).
Научный руководитель: Зелиг М.П., старший преподаватель.

Влияние механоактивированного кремнеземистого компонента на формирование структуры ячеистого бетона

Баянов Д.С., Шарко П.В., Солонина В.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На сегодняшний день для получения высокоэффективных ячеистых бетонов строительное материаловедение предопределяет использование широкой сырьевой базы. Каждый тщательно подобранный компонент, обладая определенными физико-химическими свойствами, играет свою роль в формировании структуры композита.

Варьирование вещественным составом, дисперсностью и активностью кремнеземистого компонента позволяет управлять структурой и фазовым составом продуктов гидросиликатного твердения с целью получения ячеистого бетона заданной структуры и свойств [1].

При изготовлении ячеистого массива для снижения макроструктурных дефектов в виде сообщающихся пор, прорывов массы очень важно обеспечить согласованность процесса газообразования и роста пластической прочности твердеющей системы. При этом выделение газа должно как можно полнее закончиться к началу схватывания системы «цемент-вода».

Авторами статьи была поставлена цель – выявить влияние механоактивированного кремнеземистого компонента на кинетику формирования пластической прочности ячеистого бетона.

Основу кремнеземистого компонента составлял кварцевый песок без примесей глины. Для изменения вещественного состава дополнительно в составы вариативно вводилась известь и зола. Отдельные составы измельчались в присутствии триэтаноламина (ТЭА). Составы кремнеземистой смеси представлены в таблице 1.

Таблица 1

Составы смеси кремнеземистого компонента

| № состава | Сырьевые компоненты, % | | | |
|-----------|------------------------|-------------------|------|------|
| | Кварцевый песок | Известь негашеная | Зола | ТЭА |
| 1 | 100 | - | - | - |
| 2 | 100 | 8 | - | - |
| 3 | 100 | 8 | - | 0,02 |
| 4 | 82 | - | 18 | - |
| 5 | 82 | 8 | 18 | - |
| 6 | 82 | 8 | 18 | 0,02 |

Помол компонентов осуществлялся в лабораторной мельнице до удельной поверхности 280-320 м²/г.

При изготовлении бетонных смесей варьировался только вид кремнеземистый компонента. Все технологические параметры в ходе получения ячеистобетонной смеси оставались неизменными.

После заливки фиксировались показатели времени, изменения объема при вспучивании и пластическая прочность сырца (рисунок 1).

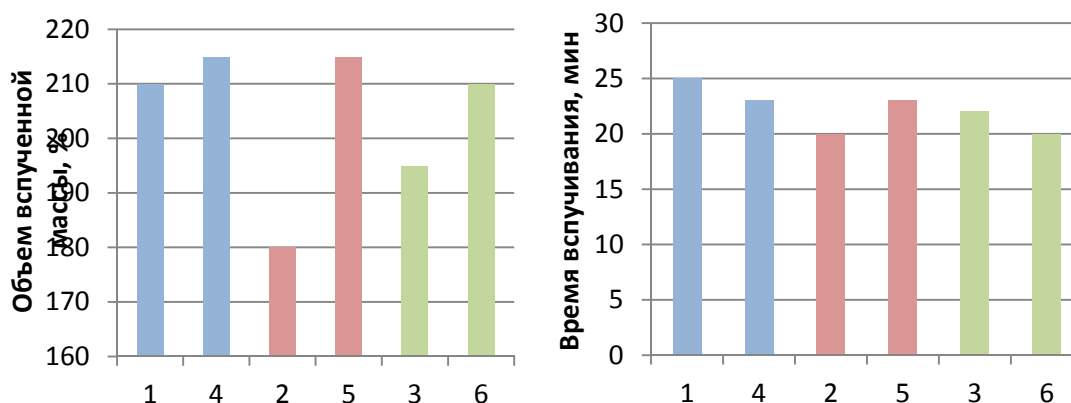


Рисунок 1. Газообразование ячеистобетонной смеси с кремнеземистым компонентом различного состава

При механоактивации кремнеземистого компонента в присутствии извести объем вспученной массы во всех сериях составов увеличивается. С замещением части кварцевого песка золой процесс газообразования интенсифицируется.

Для определения пластической прочности использовали пластометр Ребиндера, основанный на методике погружения конического идентора в

смесь. Результаты испытаний на пластическую прочность представлены на рисунках 2-4.

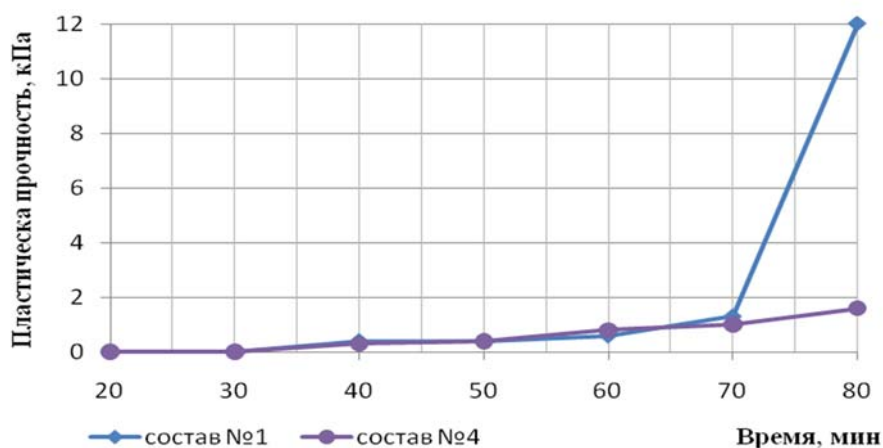


Рисунок 2. Скорость набора пластической прочности составов №1, №4

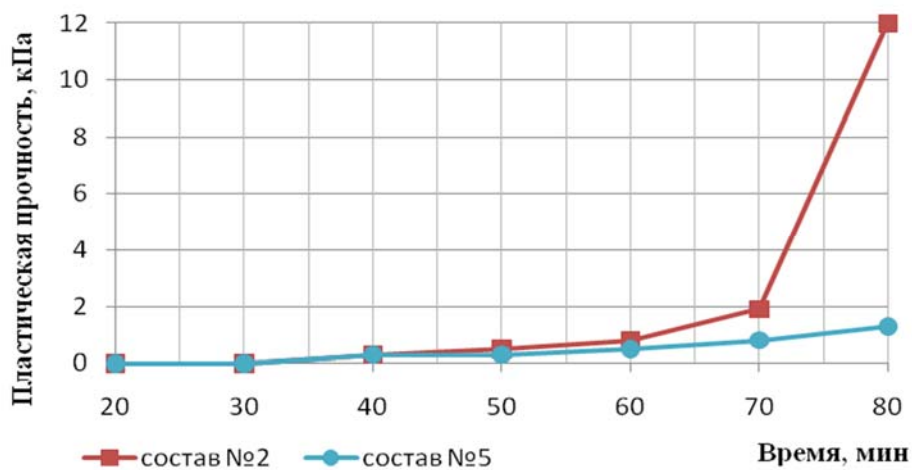


Рисунок 3. Скорость набора пластической прочности составов №2, №5

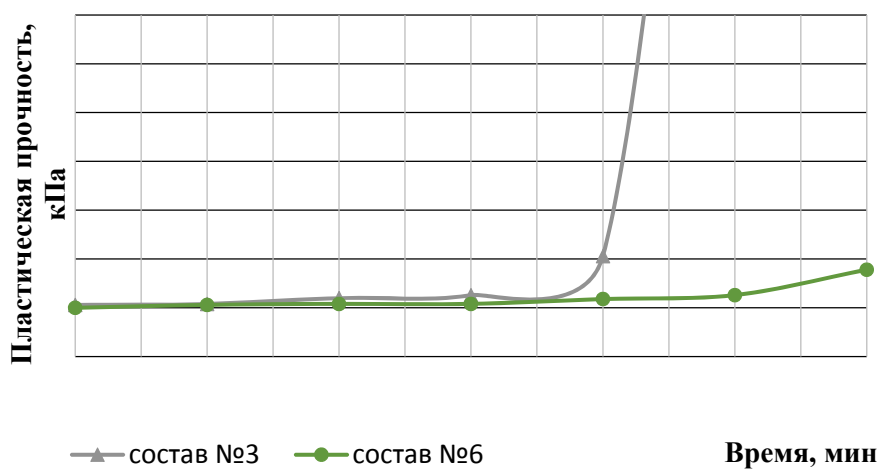


Рисунок 4. Скорость набора пластической прочности составов №3, №6

Анализируя графики, выявлена зависимость следующего характера: в составах, где долей кремнеземистого компонента является зола значения пластической прочности во временном интервале до 80 минут в разы ниже.

На активированной тонкоизмельченной золе при взаимодействии с водой затвердения образуются сольватные оболочки, оттягивающие индукционный период и препятствующие упрочнению каркаса системы [2].

Библиографический список:

1. Барановская, Е. И. Технология высокопрочного ячеистого бетона / Е. И. Барановская, А. А. Мечай // *Весь бетон*. – 2011. – №3. – С. 26-30.
2. Вишневский, А. А. Производство автоклавного газозолобетона пониженной плотности / А. А. Вишневский, И. А. Бовыкин // *Технологии бетонов*. – 2013. – № 11. – С. 48-50.

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

Исследование влияния дисперсно-армирующих компонентов на механические свойства тяжелого бетона

Бочкарева О.С., Жукова В.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Одним из способов обеспечения качества бетонных конструкций является применение такого эффективного строительного материала как дисперсно-армированный бетон (фибробетон), представляющий собой матрицу с равномерно распределенными по ее объему дисперсно-армирующими компонентами – фибрами.

Усиление волокнами, как и в случае традиционного армирования основано на передаче нагрузки через матрицу к дисперсно-армирующему компоненту при сдвиговой деформации в контактной зоне волокна и матрицы. При этом передача нагрузки обуславливается различием физических характеристик матрицы и армирующих волокон, прежде всего между значениями их модулей упругости. Если модуль упругости дисперсно-армирующего компонента выше модуля упругости матрицы, то большую часть приложенных напряжений воспринимают волокна. Различия геометрических и механических характеристик матрицы и волокон определяют различные механизмы разрушения композитов. [1]

В рамках проведенных исследований было изучено влияние дисперсно-армирующих компонентов на механические свойства крупнозернистого тяжелого бетона с установленными оптимальными дозировками микрокремнезема и добавки суперпластификатора Muraplast FK 48.

Испытанию подвергались следующие составы:

- 1 – контрольный, с заменой 10% цемента на микрокремнезем;
- 2 – с добавкой Muraplast FK 48 в оптимальной дозировке 1% от вяжущего;
- 3 – с полимерной фиброй Ruredil X Fiber 54 ($\mu_{fv}=0,5\%$) и добавкой Muraplast FK 48;
- 4 – с полипропиленовой фиброй ВСМ ($\mu_{fv}=0,1\%$) и добавкой Muraplast FK 48;
- 5 – со стальной фиброй, фрезерованной из стального листа «Челябинка» ($\mu_{fv}=0,9\%$), и добавкой Muraplast FK 48;
- 6 – со стальной фиброй, фрезерованной из слябов ($\mu_{fv}=0,9\%$), и добавкой Muraplast FK 48.

Результаты испытаний образцов по определению прочности на сжатие, прочности на растяжение при изгибе и трещиностойкости представлены на рисунках 2 и 3.

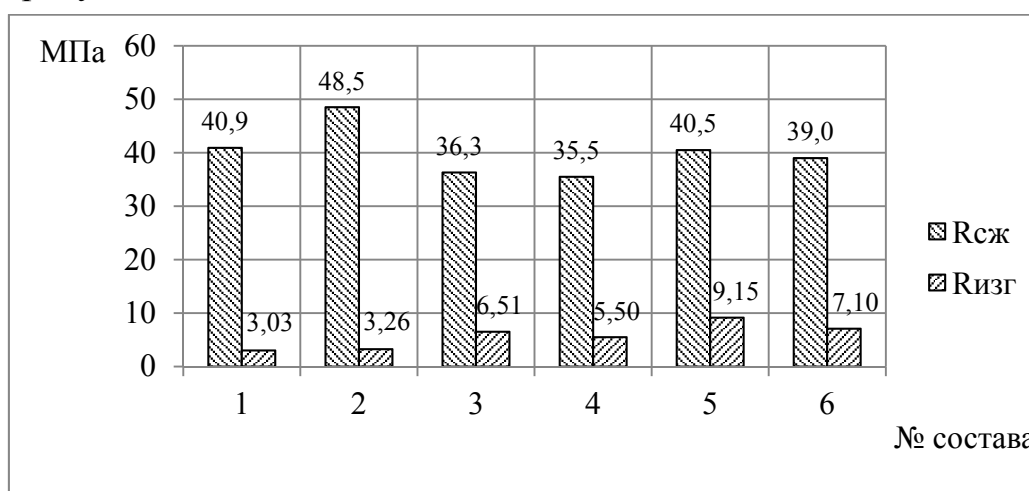


Рисунок 1. Диаграмма прочностных показателей

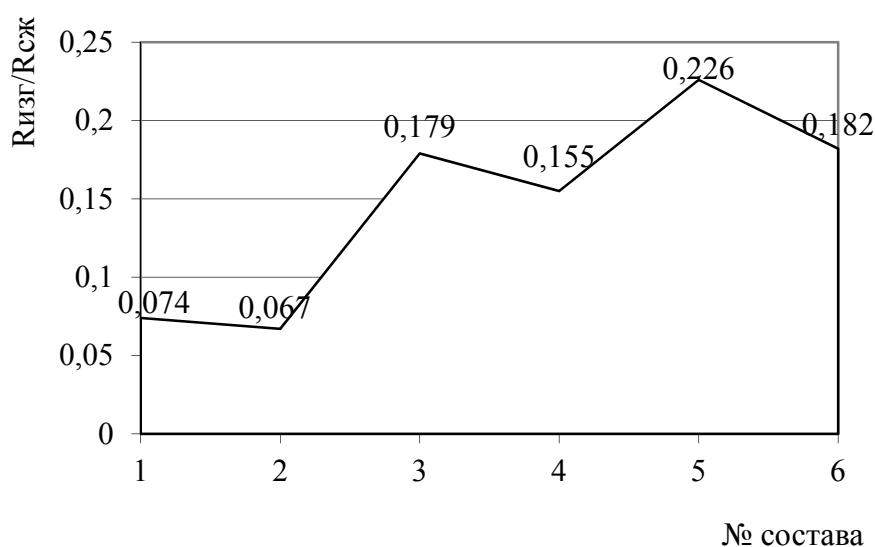


Рисунок 2. Трещиностойкость

По результатам испытания, представленным на рисунке 1, при введении добавки Muraplast FK 48 наблюдалось увеличение прочности на сжатие на 18,6% по сравнению с контрольным образцом, что объясняется снижением В/Ц и, как следствие, уменьшением пористости цементного камня. Введение фибры приводит к снижению прочности на 16,5 - 26,8% в зависимости от вида применяемых волокон. Снижение прочности связано с повышением расхода воды (В/Ц) на физическое покрытие фибры для сохранения удобоукладываемости. Применение полимерных волокон в большей степени приводит к сбросу прочности на сжатие, так как они обладают большей удельной поверхностью, чем стальные фибры.

Прочность на растяжение при изгибе при введении добавки Muraplast FK 48 возросла на 7,6% по сравнению с контрольным образцом и составила 3,26 МПа. Этого недостаточно для обеспечения трещиностойкости, поэтому было выполнено дополнительное армирование цементного камня дисперсно-армирующими компонентами. Наибольший прирост прочности в 3 раза был диагностирован для состава со стальной фиброй «Челябинка», фрезерованной из стального листа. При сравнении полимерных волокон больший прирост прочности был выявлен для состава с полимерной фиброй Ruredil X Fiber 54.

Трещиностойкость, представленная на рисунке 2, была получена расчетным способом - делением $R_{изг}$ на $R_{сж}$, для образца с добавкой незначительно снизилась. Для образца со стальной фиброй «Челябинка», фрезерованной из стального листа, увеличилась в 3,05 раза по сравнению с контрольным образцом и составила 0,226. Разрушение бетона, армированного дисперсными волокнами, происходит не сразу, а постепенно. Вначале в бетоне образуются микротрещины, число которых постепенно увеличивается. Образование сплошной трещины происходит при более значительной величине деформаций, чем в обычном бетоне. Фибра как бы поддерживает бетон, помогает ему сопротивляться растягивающим напряжениям. [2, 3]

Таким образом, применение модифицированных химическими добавками и реакционно-активными минеральными компонентами дисперсно-армированных бетонных композитов является эффективным средством повышения прочности на растяжение и качественного изменения процесса трещинообразования на всех уровнях структуры, что способствует повышению трещиностойкости и долговечности материала.

Библиографический список

1. Рабинович, Ф. Н. Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции: монография/ Ф. Н. Рабинович. – М.: Изд-во АСВ, 2004. – 560 с.
2. Мещерин, В. Н. Предупреждение трещинообразования в бетоне с помощью фиброармирования // Бетон и железобетон. – 2012. – №1 (6). – С. 50-57.

3. Каприелов, С. С. Исследование физико-механических и реологических свойств высокопрочного сталефибробетона / Н. И. Карпенко, В. И. Травуш, А. В. Мишина, А. А. Андрианов, И. М. Безгодков, С. С. Каприелов // Academia. Архитектура и строительство. – 2013. – №1. – С. 106-113.

Научный руководитель: Каспер Е.А., доцент кафедры строительных материалов.

Физико-технические основы цветности в технологии строительной керамики

Букаринова Т.В., Панченко Д.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Строительная керамика представлена обширным спектром изделий, обладающие разнообразными физическими, химическими и декоративными свойствами. В данной статье речь пойдет о придании эстетических характеристик керамическим изделиям, а также о зависимости оттенка окрашивания строительной керамики от ее химического состава.

Все красители имеют главную способность поглощать и преобразовывать световую энергию в определенном электромагнитном спектре. Человеческий глаз воспринимает свет только определенной области спектра, называемой видимой. Другие световые лучи, с большими длинами волн, не входят в данную область и являются невидимыми для человеческого глаза. Однако восприятие монохроматических лучей проходит избирательно. Это обусловлено дополнительными цветами спектра, которые при взаимодействии на сетчатку вызывают ощущение спектрального ряда.

Красящие вещества в керамической отрасли представлены соединениями переходных или редкоземельных элементов периодической таблицы Д.И.Менделеева. В результате участия металлов в окислительно-восстановительных реакциях, а также при самопроизвольном переходе электронов внутри ионов, они приобретают характерный цвет. Рассмотрим основные зависимости, которые влияют на изменения цвета.

Во-первых, это переход электронов на d-d орбиталь, для которой характерно непостоянство состава. Это происходит вследствие того, что, для них характерно незаполненность ряда, а световые лучи, в свою очередь, пытаются заполнить пробелы. С одной стороны, незавершенность дает зависимость: чем ниже степень окисления, тем ярче будет данных элемент. Примером могут служить соединения с титаном: $TiCl_4$ бесцветный (степень окисления титана – 4), $TiCl_2$ – черный (степень окисления титана – 2), $ZrCl_3$ – коричневый (степень окисления циркония – 3). Существует и об-

ратное: высшая степень окисления представлена бесцветным спектром PbCl_2 (степень окисления – 2), PbCl_4 – желтый цвет (степень окисления – 4). Что обусловлено очень высокими силами сцепления [1].

Во-вторых, кристаллический скелет соединений имеет свои пустотности – дефекты вычитания по Шоттки. Или перемещение катионов в ионных кристаллах – дефекты смещения по Френкелю. Это создает возможность образования новых оттенков для зрительного аппарата. Ведь, если энергия перехода заполняет пробелы в решетке анионами с длиной волны видимого спектра, то вещество меняет свою цветовую способность.

В-третьих, чем выше полярность аниона, тем темнее окраска. Например, анион йода характеризуется более темным оттенком, чем анион хлора или фтора. Например, при катионе Ni , анион F (степень окисления – -1) – желтоватый, а анион S (степень окисления – -2) – черный.

В-четвертых, изменение цвета происходит при нагревании соединений. Например, TiI_4 , имеющий при нормальных условиях желтый окрас, при достижении температуры перехода равной 168°C , становится красным. Или SbI_3 из красного переходит в желтый при 114°C .

Качество красителя характеризуется доминирующей длиной волны, координатами яркости и цветности. В их основе лежит трехцветная система МКО, принятая в 1931г. Она представлена тремя цветами: красным, зеленым и синим в трехмерной модели X, Y, Z . Координаты цветов равны отношению каждой координаты к их сумме. Внутри тетраэдра лежат множество кривых, каждой, из которой соответствует определенный цвет. По данной системе находят соответствие между эталоном и стандартом, а также подбор нужного оттенка.

Существует много тонкостей подбора правильного химического состава соединения для нужного оттенка готового изделия. Искажения могут давать примеси в сырье, при преломлении лучей света получается отблеск, например, структура горных пород: гранит, сиенит, опал.

Хромофоры – это ненасыщенные вещества, которые способны поглощать электромагнитную энергию вне зависимости от окраски. Минералы, которые имеются в их составе, называют монохроматическими. Взаимодействие происходит на d -орбитали с кристаллической решеткой. Определение их количества возможно по составлению кривой отражения.

Если же атом окружен ионами другого элемента, то они образуют комплексные соединения лигандов, для которых характерна ковалентная и ионная связи. Основной эффект их влияния на ион – это расщепление орбиталей.

В производстве керамических пигментов из них используют неодим (Nd), европий (Eu), церий (Ce). Для образования связей они используют незаполненные пятый и шестой уровни. Изменение окраски редкоземельных элементов имеет V -образную зависимость. То есть в зависимости от порядкового номера и конфигурации $4-f$ слоя, происходит изменения цвета.

Чем больше заполнение электронной орбитали 4-f, тем темнее оттенок. Например, неодим с заполнением $4f^3$ и $4f^{11}$ представлен красно-фиолетовым, а европий с $4f^6$ и $4f^8$ бледно-розовым.

Согласно правилу квантовой химии, сформулированное Фредрихом Хундом в 1925 году, суммарное значение спинового квантового числа электронов данного подслоя должно быть максимальным. Оно определяет порядок заполнения орбиталей. Это означает, что в каждом подслое заполняется сначала один электрон, а только после исчерпания незаполненных орбиталей на эту орбиталь добавляется второй электрон. При этом на одной орбитали находятся два электрона с полуцелыми спинами противоположного знака, которые спариваются и, в результате, суммарный спин орбитали становится равным нулю.

Существует зависимость изменения цвета ионов переходных металлов (от титана до цинка) от количества неспаренных электронов (1-10). Из которой заметно изменения насыщенности, причем, когда уровень завершается, ион становится бесцветен.

Для керамической промышленности разнообразие палитры цветов является одной из главных задач. Для потребителей в 21 веке весомую значимость имеет эстетическая часть изделий. Расширение линейки продукции возможно при исследовании пигментов переходных и редкоземельных металлов. Поэтому более широкое применение красящих веществ на их основе является целесообразным и перспективным направлением развития отрасли.

Библиографический список

1. Масленников, Г. Н. Керамические пигменты / Г. Н. Масленников, И. В. Пищ. – М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2009. – 224 с.

Научный руководитель: Панченко Д.А., ассистент.

Рециклинг – как способ переработки железобетонных изделий для их вторичного применения

Булашов А.О., Пенежина Е.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В данной статье рассматривается проблема переработки железобетонных изделий с учетом их вторичного использования.

В настоящее время эта проблема очень актуальна в нашей стране, поэтому правительством Российской Федерации утверждена «Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года», которая

направлена на формирование и перспективное развитие новой отрасли промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию твердых строительных отходов [1].

Именно сейчас мы остро нуждаемся в утилизации и переработке железобетонных изделий, так как в Тюмени пришли в негодность более семисот тысяч квадратных метров жилого фонда. Начало строительства первых панельных домов из железобетонных конструкций пришлось конец 1950- начало 1980 гг. На сегодняшний день многие из этих домов находятся в аварийном состоянии и подлежат сносу, поэтому необходимо рационально подойти к вопросу использования данного типа сырья, с учетом его дальнейшего применения.

Отходами железобетонных изделий называют крупные куски армированных бетонных конструкций, полученные в результате сноса зданий или сооружений. Их вторичная переработка получила название рециклинг [2].

Технологические процессы при переработке бетонного боя:

1. демонтаж железобетонных конструкций;
2. разлом крупных кусков и разрезание проволоки гидромолотом с гидрорезами;
3. измельчение подготовленных фрагментов в мобильной дробилке до размера 200 мм;
4. удаление из бетона арматуры и дальнейшая ее переплавка;
5. последующие измельчение бетонных кусков, с разделением на фракции при помощи грохота, чтобы отделить песок;
6. получение бетонного щебня [2].

Рассмотрим технические характеристики бетонного щебня:

1. существует четыре фракции бетонного щебня: 5-20 мм, 20-40 мм, 40-70 мм, 40-100 мм;
2. Др 300-600;
3. одним из существенных минусов бетонного щебня является его низкая морозостойкость – в пределах F15-150;
4. насыпная плотность от 1170 до 1370 кг/м³;
5. содержание посторонних частиц в большинстве своем зависит от качества сепарации и находится в пределах от 1,9 до 3,0%.

Полученный после переработки бетонный щебень можно использовать для укрепления грунтов, где он выступает в качестве фиксатора подвижных грунтов. Такой вид щебня разрешен для применения в качестве подсыпки при строительстве инженерных коммуникаций. Вторичный щебень используется в качестве нижнего слоя для строительства автомобильных дорог и стоянок. Для устройства фундаментов и котлованов помогают дренажные качества щебня, позволяющие отводить воду. Широкое применение данный материал находит в декоративных работах, он весьма красив и необычен на вид, поэтому им делают отсыпку вдоль берегов искусственных водоемов, а так же благоустраивают дорожки в парках и скверах [3].

Применение щебня, полученного после рециклинга, в качестве заполнителя для бетона целесообразно с экономической точки зрения. Заказать гранитный щебень из природного камня будет стоить в два раза дороже, чем купить бетонный щебень.

В результате анализа была изучена сравнительная характеристика основных параметров двух бетонов. В одном в качестве крупного заполнителя использовался вторичный щебень, а в другом щебень из природного камня. Фракция 10-20 мм, 20-40 мм. Мелким заполнителем выступали природные пески. Образцы – кубы с ребром 10 см хранились и испытывались в соответствии с требованиями ГОСТ 10180-90. На базе Оренбургского Государственного Университета на кафедре технологии строительных материалов и изделий. Полученные ими результаты приведены в таблице 1[4].

Таблица 1

Сравнительные характеристики основных параметров

| Вид заполнителя | В/Ц | Жесткость, с | Плотность, кг/м ³ | Прочность на сжатие, МПа | Цена, руб/т |
|-----------------------------|------|--------------|------------------------------|--------------------------|-------------|
| Щебень из дробленого бетона | 0,42 | 5 | 2410 | 20,9 | 450 |
| Щебень из природного камня | 0,41 | 6 | 2415 | 21 | 950 |

Бетон, в котором как заполнитель используется вторичный щебень (таблица 1), близок по своим характеристикам к бетону на природном щебне. По испытаниям на морозостойкость бетонов, заполнителем в которых был вторичный щебень, выявлено, что марка по морозостойкости F200.

На сегодняшний день строительные организации вносят весомый вклад в сохранение окружающей среды, в этом им помогает использование технологии рециклинга. При использовании данной технологии, нет необходимости утилизировать различные строительные отходы, такие как кирпичный и бетонный бой, куски асфальтовых покрытий. Вводя бетонный щебень в производственно-технологический процесс, затраты застройщика автоматически снижаются, что помогает улучшить городскую инфраструктуру [5].

Каждый год в России происходит переработка примерно 5% от общего объема отходов, полученных в результате боя железобетонных конструкций, остальное же либо свозится на специально отведенные полигоны, либо утилизируется. За вывоз этих отходов, а также за причиняемый ущерб окружающей среде, строительные компании вынуждены оплачивать различные сборы и транспортные расходы. Но если технология рециклинга будет поставлена на поток, это позволит значительно снизить себестоимость продукции, а также улучшить экологическую обстановку в нашей стране и освободить большие площади от свалок. Из анализа результатов мы можем сделать вывод, что в нашей стране необходимо увеличить коли-

чество таких дробильных установок, перерабатывающих железобетонные отходы прямо на строительной площадке, так как сейчас идет активное строительство коттеджных поселков, в котором можно использовать бетон на основе вторичного щебня, что значительно снизит цену.

Библиографический список

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 января 2018 г. № 84-р. – 3 с.
2. Получение вторсырья из отходов бетона и железобетонных изделий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: (<https://vtorothody.ru/othody/zhelezobetonnyh-izdelij.html>).
3. Вторичный щебень [Электронный ресурс]. – Режим доступа: (http://nerudr.ru/staty/chto_takoe_vtorichnyu_scheben_gde_primenyuut.php).
4. Макаева, А. А. Вторичное использование отходов ЖБИ / А. А. Макаева, Т. И. Шевцова // Вестник ОГУ. – 2001. – №4. – С. 91-93.
5. Вторичный щебень: переработка боя бетона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: (<https://nbt.su/vtorichnyj-shheben-pererabotka-boya-betona/>).

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

Перспективность применения металлургического шлака в производстве строительных материалов

Бурдукова А.А., Алексеенко В.С., Солонина В.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В результате активного развития производств по добыче и переработке сырья, в ряде регионов России, ежегодно образуются многотоннажные отходы. Для их складирования требуются большие земельные площади, что повышает рост отчужденных территорий, а также оказывает значительную экологическую нагрузку на окружающую среду.

Основными вторичными продуктами, занимающими значительные площади территорий, являются: отходы переработки минерального сырья, металлургической промышленности, вскрышные породы.

Утилизация вторичных продуктов промышленности в отрасль строительной индустрии является одной из главных задач стратегии развития промышленности строительных материалов до 2020 года [1]. Эффективность использования отходов в строительных материалах с повышением физико-механических и технико-экономических свойств, доказали многочисленные разработки ученых, экологов, технологов.

На сегодняшний день утверждено множество стратегических документов, определяющих вектор использования отходов металлургической

отрасли. Прогнозируется рост их потребления для капитального и дорожного строительства, реализации национальных проектов. [2].

По прогнозам ведущих геологов, в ближайшие 10-15 лет может возникнуть существенный дефицит природных ресурсов [3]. А значит перспектива использования вторичных минеральных ресурсов в качестве частичной или полной замены природного сырья особо актуальна. Это позволит не только снизить негативное влияние на окружающую среду, а также сократить масштабы использования природного сырья, затраты на развитие сырьевой базы, создать безотходное производство, тем самым повысить экологическое благополучие регионов.

В Тюменской области эффективно функционирует предприятие по производству углеродистых и легированных сталей, но побочные продукты, являющиеся неотъемлемой частью технологического процесса, не подвергаются утилизации. Складирование шлаковых отходов осуществляется на открытых площадках, что сказывается на отягощении экологической ситуации в регионе. Существующая технология производства сталелитейной продукции предопределяет образование нескольких видов металлургического шлака.

В статье предметно рассматривается возможность использования в качестве вторичного сырьевого ресурса при изготовлении строительных материалов шлаковый отход, химический состав, которого приведен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав шлака, %

| CaO | SiO ₂ | CaO/SiO ₂ | MgO | Al ₂ O ₃ | FeO | MnO | Cr ₂ O ₃ |
|-----------|------------------|----------------------|----------|--------------------------------|---------|---------|--------------------------------|
| 48,1-51,3 | 21,0-22,3 | 2,3-2,5 | 9,7-11,1 | 11,9-13,3 | 0,9-1,2 | 0,3-0,4 | - |

Анализ вторичных сырьевых ресурсов лежит в основе оценочных категорий его пригодности для создания эффективных строительных материалов и является неотъемлемой частью всего комплекса технологических исследований [4].

Вязущие свойства шлаков определяются как химическим составом, так и особенностями их структуры (фазовым составом) [5]. Анализируемый шлак суммарно содержит до 95% окислов Ca, Si и Al. Гидравлические свойства шлаку придает CaO и в особенности Al₂O₃, повышенное же содержание SiO₂ снижает их. Соединения FeO, MgO, MnO, CaS, MnS — содержатся в небольшом количестве, но могут оказывать заметное влияние на свойство шлаков.

Шлаки характеризуются модулем основности и активности. Модуль основности рассчитывается по формуле 1.

$$M_o = \frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3} \quad (1)$$

По значению этого модуля шлаки делятся на: кислые ($M_o < 1$); нейтральные ($M_o \approx 1$); основные ($M_o > 1$).

Модуль активности рассчитывается по формуле 2.

$$M_a = \frac{Al_2O_3}{SiO_2} \quad (2)$$

Шлаки считаются активными, если M_a больше 0,25.

Исходя из данных химического состава анализируемого шлака (таблица 1), модуль основности близок к двум, вследствие чего стекловидная фаза в них не образуется даже при резком охлаждении. Из минералов же преобладает ларнит $Ca_2[SiO_4]$. Такой шлак не способен твердеть при затворении водой как портландцемент, хотя по химическому составу тот и другой весьма близки.

Фазовый состав шлака зависит в первую очередь от модуля основности. Кислые наиболее подвержены к образованию стекловидной фазы (в особенности при резком охлаждении). Используются при производстве вяжущих веществ, в керамической промышленности, при производстве огнеупоров, кислотостойких и жаростойких бетонов. Нейтральные и основные характеризуются наличием кристаллической фазы. Ее чаще всего составляют силикаты и алюмосиликаты кальция и магния в форме минералов: псевдоволластонита, анортита, геленита, ларнита, монтичеллита, мервинита, ранкинита, мелилита [6].

Применение данного шлака при производстве вяжущих веществ возможно при повышении гидравлической активности в виде термообработки, введении химических добавок или механического измельчения. Рационально использование данного отхода в силикатной промышленности, так как при автоклавировании повышается гидравлическая активность и шлак способен к гидратации.

Библиографический список

1. Приказ Министерства регионального развития РФ от 30 мая 2011 г. № 262 «Стратегия развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения на период до 2020 года».
2. Стратегия развития металлургической промышленности РФ до 2020 г. (приказ № 150 от 18.03.2009 г.).
3. Буткевич, Г. Р. Проблемы вовлечения отходов горнодобывающего производства в хозяйственную деятельность / Г.Р. Буткевич // Строительные материалы. – 2013. – №7. – С. 62-65.
4. Горшков, В. С. Комплексная переработка и использование металлургических шлаков в строительстве / В. С. Горшков, С. Е. Александров, С. И. Иващенко, И. В. Горшкова. – М.: Стройиздат, 1985. – 272с.
5. Смольник, Х. Г. Структура и характеристика шлаков / Х. Г. Смольник // В кн.: Седьмой международный конгресс по химии цемента. – Париж, 1980. – т. 1. – С.3-17.

6. Бушмина, И. Ю. О механизме минералообразования в низкоосновных смесях системы $\text{CaO}:\text{SiO}_2$ / И. Ю. Бушмина, О. И. Свидерская, Л. Г. Козлова // Журнал прикладной химии, – М.: Стройиздат, 1984. – №9 – С. 20-94.

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

Эффективное гипсовое вяжущее

Вахрушев Д.А., Иозефатова А.И., Солонина В.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Несмотря ни на что строительные технологии не стоят на месте, благодаря чему каждый год на рынке появляются новые материалы для проведения строительных работ. Зачастую поиски альтернативных строительных материалов сводятся к изделиям, полученным на основе гипсовых вяжущих. Это связано с тем, что такие изделия отвечают высоким требованиям энергоэффективности, звукопоглощения, экологическим нормам безопасности, наличия обширной сырьевой базы и не высокой себестоимости готовой продукции [1].

Однако, при всех технологических, эксплуатационно-технических и экономических преимуществах искусственный гипсовый камень имеет генетически обусловленные конструкционные недостатки: низкую водостойкость и прочность. Необходимым условием для получения эффективного гипсового камня является увеличение объема твердой фазы. Свойства системы «гипс+вода», состоящей из элементарных объемов, занимаемых жидкой фазой, гипсовым вяжущим и продуктами гидратации, определяются соотношением компонентов твердой и жидкой фаз. Снижение водогипсового отношения и уплотнение смеси способствуют сближению частичек вяжущего. Число растущих их граней и соответствующее число контактов будут предопределять пористость и прочность получаемого искусственного гипсового камня [2-4].

Один из доступных технологических приемов улучшения физико-механических характеристик гипсовых изделий является применение минеральных и химических добавок.

Тонкодисперсные минеральные добавки при твердении гипсового вяжущего способствуют формированию каркаса кристаллизационной структуры с возникновением контактов срастания между кристалликами новообразования двуводного гипса. Минеральные добавки, обладающие гидравлической активностью, вносят свой дополнительный вклад при формировании структуры. Образующиеся при химическом взаимодействии компонентов вяжущего труднорастворимые соединения заполняют поры гипсового камня, уплотняя его и повышая водонепроницаемость [5]. Ранее авторами проводились исследования по влиянию молотого доменного гранулированного шлака на свойства гипсового вяжущего [6].

Химические добавки пластифицирующего действия вследствие снижения водовяжущего отношения способствуют уменьшению общей и закрытой пористости материала, перераспределение пор по размерам в сторону их уменьшения [7].

С целью получения эффективного гипсового камня изучено влияние суперпластифицирующей добавки «Полипласт СП-1» на свойства полученного ранее [6] композиционного гипсового вяжущего.

Добавка вводилась с водой затворения и из теста нормальной плотности формовались образцы размером 4^x4^x16 см. Образцы контрольных составов (№1 и №2) по истечении 2-х часов подвергались сушке, а образцы составов с тонкомолотым шлаком выдерживались в течении 7-ми суток при температуре 20±2 °С и относительной влажности воздуха 100% и так же подвергались сушке. По результатам испытания на прочность эффект от введения добавки составляет 18,7% на чистом гипсовом вяжущем, а совместное введение шлака и пластификатора позволяет увеличить прочностные характеристики гипсового камня на 68,7% (таблица 1).

Таблица 1

Результаты испытаний образцов

| № состава | Содержание, % | | | Прочность, МПа | |
|-----------|---------------|------|---------|----------------|------------|
| | Гипс | Шлак | Добавка | На изгиб | При сжатии |
| 1 | 100 | - | - | 3,3 | 9,6 |
| 2 | 100 | - | 0,5 | 3,9 | 11,4 |
| 3 | 70 | 30 | - | 3,8 | 13,2 |
| 4 | 70 | 30 | 0,5 | 5,1 | 16,2 |

Испытания на водопоглощение позволяют судить о степени открытой пористости гипсового камня (рисунок 1).

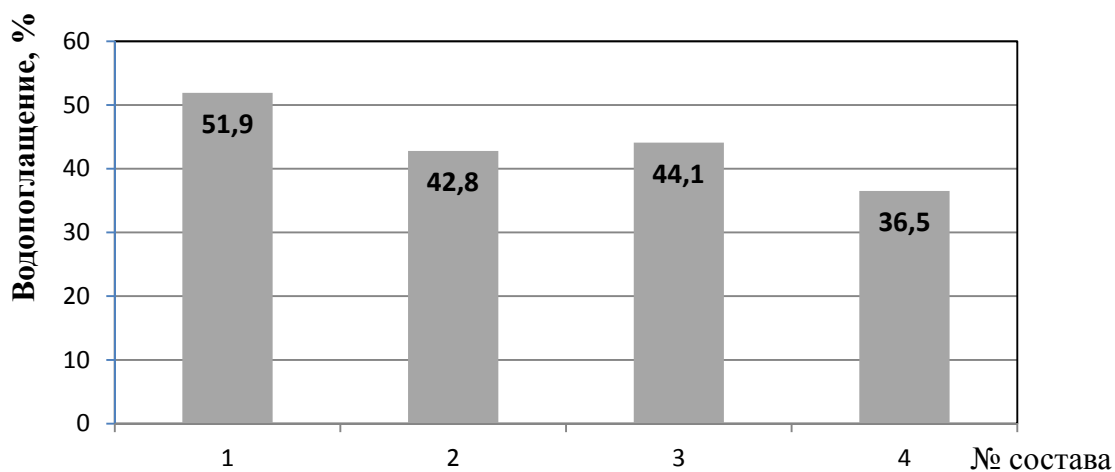


Рисунок 1. Результаты испытания образцов на водопоглощение

Введении в гипсовое вяжущее молотого шлака и пластифицирующей добавки позволило снизить показатель пористости на 29,6%.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в гипсовой системе образуются более дисперсные (высокодисперсные) частицы гидратов, что ведет к увеличению количества контактов (соприкосновений) и уменьшению неоднородностей (дефектов) образующейся структуры дисперсных фаз по размеру, форме и природе на единицу элементарного объема. Это и привело к упрочнению всей матрицы твердеющего искусственного гипсового камня.

Библиографический список

1. Ферронская, А. В. Развитие теории и практики в области гипсовых вяжущих веществ / А. В. Ферронская // Сб. «Развитие теории и технологий в области силикатных и гипсовых материалов». – М.: Стройиздат, 2000. – Часть 1. – С. 47–56.
2. Ратинов, В. Б. Физико-химические основы получения высокопрочного гипсового камня / В. Б. Ратинов, Д. И. Стеканов // Строительные материалы, 1984. – № 11. – С. 22-23.
3. Бутт, Ю. М. Химическая технология вяжущих материалов / Ю. М. Бутт, М. М. Сычев, В. В. Тимашев. – М.: Высшая школа, 1980. – 472 с.
4. Волженский, А. В. Минеральные вяжущие вещества / А. В. Волженский. – М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.
5. Волженский, А. В. Гипсоцементно-пуццолановые вяжущие, бетоны и изделия / А. В. Волженский, В. И. Стамбулко, А. В. Ферронская. – М.: Стройиздат, 1960. – 318 с.
6. Вахрушев, Д. А. Исследование влияние доменного гранулированного шлака на свойства гипса / Д. А. Вахрушев, А. И. Иозефатова // Новые технологии – нефтегазовому региону: материалы Международной научно-практической конференции – Тюмень: ТИУ, 2017. – Т. III. – С. 187-189.
7. Садуакасов, М. С. Теоретические основы повышения прочности структуры гипсового камня на основе пластифицированного вяжущего / М. С. Садуакасов, Б. М., Румянцев // Строительные материалы, – 1993. – №3. – С. 19-22.

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

Применение углеволокна в строительстве

Гизатулин Р.Р.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На сегодняшний день в мире существует большое количество строительных материалов. Сложные архитектурные решения требуют внедрения

инновационных технологий. Между тем, старые здания и сооружения подвергаются внешним воздействиям и изнашиваются, нуждаясь в укреплении или реставрации. В связи с этим, производители стремятся создать материалы, имеющие максимальный коэффициент конструктивного качества и низкую стоимость. Одно из последних инноваций в строительной отрасли – углеволокно (углепластик или карбон). Еще недавно данный материал использовался в наукоемких производствах, таких как ракетостроение, авиапромышленность, или в спорте, а сегодня углеволокно активно применяется для усиления строительных конструкций путем внешнего армирования.

Карбоновое волокно подразумевает композит – это сплошной неоднородный материал, состоящий из двух армирующих элементов и одного связующего. Армирующими элементами могут быть: переплетенные нити углепластика и резины, углепластика и кевлара, углепластика и еще какого-либо материала. Нити переплетают между собой под определенным углом, образуя слои, причем, в каждом слое карбона углы переплетения разные. Это делается для компенсации ярко выраженных разнонаправленных свойств углепластиков. В листе карбона на 1 мм толщины приходится 3-4 таких слоя. Вся эта конструкция скрепляется эпоксидными смолами [1].

Широчайшее применение композитов в строительной отрасли определено их отличными функциональными и эксплуатационными характеристиками. Сейчас углеволокно активно используется при усилении и восстановлении (ремонте) железобетонных конструкций.

Основные достоинства данного материала[2]:

- Легкость и максимальная прочность конструкций и ключевых элементов.
- Отличная адгезия к поверхностям с различной структурой.
- Высокая устойчивость к коррозионным процессам.
- Изоляция от влаги.
- Является полностью токсически безопасным и экологически чистым.

Также следует принять во внимание некоторые недостатки углеволокна. Наряду с высокой стоимостью, углепластик сложно производить. Важно очень строго выдерживать технологические параметры, при нарушении которых прочностные свойства изделий резко снижаются. Необходимы сложные и дорогостоящие меры контроля качества изделий (в том числе, ультразвуковая дефектоскопия, рентгеновская и даже акустический контроль). Другим серьезным недостатком углепластиков является их низкая стойкость по отношению к ударным нагрузкам. Повреждения конструкций при ударах посторонними предметами (даже при падении инструмента на неё) в виде внутренних трещин и расслоений могут быть невидимы глазу, но приводят к снижению прочности; разрушение поврежденной ударами конструкции может произойти уже при относительной деформации, равной 0,5 % [3].

В отечественном строительстве углеволокно в основном применяется в процессе ремонтных работ, но его популярность и сфера использования постепенно растет.

Внешнее армирование углеволокном производят:

- при проектировании и строительстве для повышения сейсмостойкости, прочности и надежности возводимых конструкций;
- при реконструкции для усиления несущих конструкций, для восприятия повышенных нагрузок или обеспечения работоспособности по измененной конструктивной схеме;
- при усилении для устранения последствий разрушения бетона и коррозии арматуры в результате длительного воздействия природных факторов и агрессивных сред или механического воздействия. [4]

Сравним технические характеристики строительных конструкций с усилением и без усиления углеволокном на основе испытаний Холдинговой Компании «Композит». Впервые были взяты конструкции в натуральную величину: балка длиной 12 и 20м таврового поперечного сечения и железобетонная колонна сечением 250 мм и длиной 2,5м. Результаты испытаний показали повышение несущей способности пролетной балки при усилении углеволокном на 70%. Железобетонные образцы, усиленные холстами, обеспечивают несущую способность сжимаемых железобетонных элементов более чем на 60%. [5]

Таблица 1

Сравнение испытаний с применением углеволокна:

| Способ | Без усиления углеволокном | С усилением углеволокном |
|---|---------------------------|--------------------------|
| Испытания на несущую способность Ж\Б балки | 407 кН | 625 кН |
| Испытания на прочность при сжатии Ж\Б колонны | 1078 кН | 1872 кН |

На основе собранных здесь данных, можно сделать вывод, что углеродное волокно является эффективным строительным материалом для внешнего армирования. В перспективе этой работы, рассмотрение иных вариантов использования углеволокна в строительстве и исследование целесообразности применения этого материала.

Библиографический список

1. Карбон: [Электронный ресурс] Строительные материалы и технологии. Информационный портал // URL: <http://material.osngrad.info/node/57>. (Дата обращения: 29.03.2018).
2. Применение углеволокна в строительстве: [Электронный ресурс] // ИнноваСтрой URL: <https://innstroy.ru/enciklopedija->

stroitelstva/primenenie-uglevolokna-v-stroitelstve (Дата обращения: 30.03.2018).

3. Филиппов, В. Применение композиционных материалов в авиастроении: Зарубежное военное обозрение / В. Филиппов – 1988. – № 2. – С. 49-50.

4. Нейжмак, Н. Ю. Оценка применения углеродного волокна в строительстве / Н. Ю. Нейжмак, А. А. Батора, Н. В. Ермолаева // Молодежный научный форум: Технические и математические науки: электр. сб. ст. по мат. XXXIII междунар. студ. науч.-практ. конф. № 4(33). URL: [https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/4\(33\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/MNF_tech/4(33).pdf) (дата обращения: 29.03.2018)

5. Испытания балок и колонн, усиленных углеволокном: [Электронный ресурс] // ХК «Композит» URL: <http://www.hccomposite.com/press/news/archive/2215/>. (Дата обращения: 30.03.2018).

Научный руководитель: Зелиг М.П., старший преподаватель

Анализ огнестойкости ОСП плиты

Долейко А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Использование деревянных конструкций в качестве легкодоступного самовозобновляющегося строительного материала имеет многовековую традицию. Однако в период роста индустриального строительства, повсеместного применения конструкций из железобетона и металла при наличии огромных возможностей деревянных конструкций в их использовании наступил спад.

Это было обусловлено наличием серьезных недостатков деревянных конструкций, таких, как невысокая долговечность, низкая несущая способность, сложность в эксплуатации, в частности, в результате длительного воздействия атмосферных осадков возникали процессы гниения и разрушения древесины, проблемы, связанные с обеспечением противопожарной безопасности. [1]

Основой домов, построенных по деревянно-каркасной технологии, является двутавровая балка, изготовленная в заводских условиях из деревянного клееного бруса и плиты OSB (oriental strand board) или ОСП (ориентированно - стружечная плита). Высокая механическая прочность и устойчивость к внешним воздействиям (в том числе влаги) позволяет использовать OSB в любой сфере хозяйственной деятельности. Для изготовления OSB используется тонкомерная и неделовая древесина хвойных пород, быстрый рост которых обеспечивает получение недорогого сырья. [2]



Рисунок 1. Ориентированно-стружечная плита

Самыми важными показателями, определяющими устойчивость зданий и сооружений при пожаре, являются огнестойкость строительных конструкций и их пожарная опасность. Понятие «устойчивость» определяется сохранением несущей способности конструкций и целостности строительного объекта, с учетом сохранения его функционального назначения. Чтобы деревянная конструкция начала терять свою несущую способность, она должна обгореть более чем на 60 %.

Ввиду отсутствия нормативных требований на испытания строительных деревянных конструкций, огневые испытания проводились в соответствии с ГОСТ 30247.0-94 [3], ГОСТ 30247.1-94 [4] и ГОСТ 30403-96 [5].

Для основного эксперимента мы взяли ОСП плиту, установили электрическую розетку и с помощью газовой горелки симитировали возгорание. Согласно стандартам электрораспределительные коробки, электророзетки и т.п. изготавливаются из трудновоспламеняемых и самозатухающих пластмасс. Это означает, что такие пластмассы загораются при температуре не ниже 650 °С и при отсутствии внешнего пламени гаснут в течение 30 секунд.

В нашем эксперименте под воздействием пламени горелки розетка загорелась через полторы минуты. Еще через минуту, после того как розетка хорошо разгорелась мы убрали горелку, и розетка горела самостоятельно. Как только пламя начинало затухать, мы снова подносили горелку, не давая пламени погаснуть.



Рисунок 2. Эксперимент по возгоранию электропроводки

Розетка сгорела приблизительно за 4,5 минуты, при этом она сильно дымила и капала расплавленной пластмассой. В итоге на пол упал горящий кусок пластмассы.

Во время эксперимента ОСП плита так и не загорелась. Тогда мы решили направить пламя горелки непосредственно на плиту. При температуре 1900 °С плита загоралась практически сразу. Но как только горелку убирали, горение прекращалось за доли секунды.



Рисунок 3. Горение ОСП плиты

Проведенный эксперимент показывает, что возгорание электропроводки не приведет к возгоранию ОСП плиты. Вероятней всего пожар возникнет от того, что от горящих проводов воспламенится находящаяся в непосредственной близости мебель, предметы интерьера или ковер, на который упадет горящая пластмасса. При возникновении пожара ОСП плиты загорятся в самую последнюю очередь.

Библиографический список

1. Возведение зданий с применением деревянных конструкций. [Электронный ресурс]. 16.01.2010 - Режим доступа: <http://www.studmed.ru/docs/document11800?view=53>
2. Виноцкий, А. Л. Диатомит как перспективное сырье для получения пеностекла / А. Л. Виноцкий, Г. К. Рябов, Н. А. Сенник, А. В. Мешков, Ю. А. Коростелёва, Е. Г. Фетюхина // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2012. – Том 8 (2). – С. 63-70.
3. ГОСТ 30247.0-94 Конструкции строительные. Методы испытания на огнестойкость. Общие требования – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 7 с.
4. ГОСТ 30247.1-94 Конструкции строительные. Метод испытания на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 7 с.
5. ГОСТ 30403-96 Конструкции строительные. Метод определения пожарной опасности – М.: Издательство стандартов, 1996. – 13 с.

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

Применение микронаполнителя из шлакового щебня в жёстких бетонных смесях

Зайцева В.А., Каспер Е.И.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В связи с широким использованием бетона в современном строительстве возникает ряд задач, направленных на экономное использование технологических и материальных ресурсов.

С точки зрения ресурсосбережения и экономической эффективности наиболее оптимальным вариантом производства бетонных смесей с использованием активных минеральных добавок является применение тонкомолотого шлака. Регулируя соотношение шлак - цементная матрица, можно управлять свойствами готового композита.

Комплексное воздействие суперпластификаторов и тонкомолотого шлака на цементную систему выражается в том, что на ранней стадии структурообразования в пластичном состоянии, система обретает повышенную вязкость и связность, и характеризуется ярко выраженной тиксотропностью, а на поздней стадии цементный камень характеризуется особым качественным составом и особой геометрией структуры.

Необходимость повышения формовочных свойств, высокие требования к прочностным показателям диктуют целесообразность применения в жёстких бетонных смесях пластифицирующе-водоредуцирующих добавок[1].

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

На первом этапе исследования изучена кинетика набора прочности бетона, пластифицированного добавками Rapid 115 MC-Bauchemie и Sika Paver HC-1.

Наибольший прирост прочности бетона был получен с добавкой Sika Paver HC-1(0,5%): после ТВО + 37,1%, через 28 суток +20,1 %, что составляет соответственно 48,4 МПа, 47,2 МПа, прочность на растяжение при раскалывании составила – 12,1 МПа[2].

Следующим этапом научной работы стало определение оптимальной дозировки микронаполнителя, а именно шлака из щебня, который был получен путем четырехчасового помола в шаровой мельнице.

Исходными материалами являются:

- цемент, производитель ООО «Староцементный завод» Свердловская обл., г. Сухой Лог. ЦЕМ I 42,5Б;
- кварцевый песок, карьера озера Андреевского, ООО «Тюменьне-руд», соответствующий с модулем крупности $M_k=2,2$;
- щебень из известняковых горных пород, производителем которого является ОАО "Первоуральское рудоуправление" Свердловская обл., г. Первоуральск (5-10мм, 10-20мм);

– микронаполнитель приготовлен из шлакового щебня, являющимся отходом металлургического завода «Мечел», г. Челябинск. Характеристика шлака представлена в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав, %

| № п/п | S | K | SiO ₂ | CaO | MnO | Al ₂ O ₃ | MgO | TiO ₂ | FeO |
|-------|-------|------|------------------|-------|------|--------------------------------|------|------------------|------|
| 1 | 0,750 | 1,46 | 38,49 | 40,71 | 0,37 | 9,71 | 6,87 | 0,67 | 0,70 |

Для проведения гранулометрического анализа цемента и микронаполнителя из шлакового щебня в исследовании применялся лазерный анализ с использованием дифракционного анализатора частиц Fritsch «Analysette 22». В результате был получен зерновой состав цемента и шлака, который приведен в таблице 2.

Таблица 2

Зерновой состав тонкодисперсных компонентов

| Наименование материала | Полные проходы, %, через условные сита, мкм | | | | | | | | | | |
|------------------------|---|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|-------|
| | 0,2 | 0,35 | 0,65 | 1,0 | 2,5 | 4,0 | 8,0 | 15,0 | 30,0 | 55,0 | 100,0 |
| Цемент | 0,7 | 1,7 | 2,9 | 3,9 | 7,8 | 11,7 | 23,7 | 44,7 | 72,5 | 95,1 | 100,0 |
| Шлак | 0,7 | 2,0 | 4,6 | 7,9 | 21,4 | 30,1 | 43,9 | 64,1 | 88,9 | 99,4 | 100,0 |

Можно сделать вывод, что гранулометрический состав шлакового щебня имеет большую дисперсность, что позволяет заполнять пустоты между зёрнами цемента и способствовать формированию более плотной упаковки системы «вяжущее – наполнитель», и, следовательно, положительно влиять на структуру цементного камня. Дозировка шлака из шлакового щебня составляет 3- 10 % от массы цемента.

Оценка показателей качества бетона проводилась по плотности, водопоглощению, прочности на сжатие и растяжению при раскалывании.

Удобоукладываемость бетонной смеси: Ж = 5 - 10 с (Ж1).

Режим тепловой обработки – 16 часов при t=65°C.

Результаты исследований приведены в таблице 3.

Наибольший прирост прочности бетона (44%) был получен с добавкой Sika Paver HC-1 (0,5%) + шлаковый щебень (5%), при этом прочность достигла 56,5 МПа, добавка позволила получить наибольшее значение прочности на растяжение при раскалывании – 12,1 МПа, так же отмечается увеличение плотности бетона на 4,2 %.

Получена комплексная добавка (Sika Paver HC-1+шлак 5%), позволяющая получить после ТВО прочность на сжатие - 42,3 МПа, через 28 суток - 56,6 МПа, а прочность на растяжение при раскалывании 13,2 МПа.

При этом водопоглощение составило по массе – 3,1 %, по объему – 6,5 % за счет получения более плотной структуры бетона.

Таблица 3

Результаты влияния шлака на физико-химические свойства бетона

| № состава | Дозировка добавки Sika Paver HC-1, % | Дозировка шлака, % | Расход воды, л | В/Ц | Водопоглощение, % | | Плотность бетона, кг/м ³ | Прочность на сжатие, МПа | | Изменение прочности на сжатие, % | | Прочность на растяжение при раскалывании, МПа |
|-----------|--------------------------------------|--------------------|----------------|------|-------------------|-----------|-------------------------------------|--------------------------|----------------|----------------------------------|----------------|---|
| | | | | | По массе | По объему | | После ТВО | Через 28 суток | После ТВО | Через 28 суток | |
| Контр. | - | - | 180 | 0,45 | 8,2 | 12,7 | 2400 | 28,0 | 39,3 | - | - | 9,0 |
| 2.1 | 0,5 | 3,0 | 165 | 0,41 | 4,8 | 8,7 | 2460 | 38,4 | 42,5 | +37,2 | +8,1 | 12,1 |
| 2.2 | | 5,0 | 170 | 0,42 | 2,6 | 6,5 | 2500 | 42,3 | 56,6 | +51,1 | +44,1 | 13,2 |
| 2.3 | | 7,5 | 175 | 0,44 | 3,5 | 8,5 | 2480 | 40,0 | 48,7 | +42,9 | +24,0 | 9,6 |
| 2.4 | | 10,0 | 180 | 0,45 | 4,1 | 9,7 | 2480 | 28,2 | 35,6 | +0,8 | +16,0 | 8,0 |

Полученные результаты научных исследований в очередной раз доказывают возможность получения высокопрочных бетонов плотной структуры, обладающих высокими технологичными, деформативными и эксплуатационными свойствами.

Библиографический список

1. Баженов, Ю. М. Модифицированные высококачественные бетоны. Научное издание. / Ю. М. Баженов, В. С. Демьянова. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 368с.
2. Зайцева В.А., Реутова К.В. Модификация жёстких бетонных смесей / В. А. Зайцева, К. В. Реутова // Материалы Международной научно-практической конференции молодых исследователей им. Д. И. Менделеева – Тюмень: ТИУ, 2017. – Том 2. – С. 83-85.

Научный руководитель: Каспер Е.А., доцент.

Перспективы производства термодревесины в Тюменской области

Закирова Р.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Дерево является одним из самых популярных строительных материалов. Однако, чтобы древесина не потеряла своих первоначальных качеств при длительном сроке эксплуатации, деревообрабатывающие производства и предприятия, выпускающие изделия из древесины, вынуждены использовать составы специальных покрытий или пропиток, которые зачастую токсичны и с течением времени отрицательно воздействуют на здоровье человека.

В 2004 году в странах ЕС был введён запрет на применение вредной для здоровья человека химически обработанной древесины, например, покрытой антисептиками, содержащими соли тяжелых металлов, а с 1 марта 2005 года для отправки грузов запрещено применять в качестве упаковочного материала древесину, не прошедшую термообработку [1].

Перспектива того, что в скором будущем возможен глобальный запрет на использование химической защиты древесины, служит причиной замены этого традиционного строительного материала на современный – термически модифицированную древесину (ТМД).

Основной процесс производства термодревесины заключается в поэтапной термообработке сырья при температуре от 150°C до 240°C с целью снижения процентного содержания влаги до 6-7%. Благодаря этому готовый материал обладает рядом преимуществ перед обычной древесиной:

- В процессе эксплуатации не происходит деформаций, т.е. ТМД не усыхает и не набухает, не растрескивается и не подвержено короблению.

- Высокая плотность гарантирует устойчивость к механическим воздействиям.

- Значительно пониженная гигроскопичность, на ТМД перестают действовать не только пары, но и длительный контакт с водой. Благодаря этому свойству термодерево обходят стороной гнилостные процессы и микроорганизмы.

- Одним из важных свойств является огнеустойчивость. Температура горения ТМД на 60-80 градусов выше, чем у необработанного дерева. Немало важно то, что горение происходит медленно и выделяется наименьшее количество углекислого газа и токсинов.

- Высокие теплоизоляционные свойства, которые обусловлены низкой теплопроводностью. Это свойство позволяет сократить затраты на дорогостоящие теплоизоляционные материалы.

- Термодревесина не нуждается в каких-либо химических воздействиях, а значит не выделяет с течением времени токсинов и не вызывает аллергии. Также при термообработке дерево сохраняет естественный запах древесины.

– Экологичность материала позволяет утилизировать его по окончании процесса эксплуатации. В отличие от химически обработанной древесины, которую обычно сдают на свалку, термодревесина может быть использована в качестве топлива.

У любого материала имеются недостатки. Термодерево, как и любая другая древесина со временем выгорает на солнце и теряет свои эстетические данные. Поэтому верхний слой изделия следует обрабатывать защитными покрытиями [2].

Таким образом, термодревесина является идеальной заменой обычной древесине.

Но почему же тогда этот материал мало популярен в нашей стране? Одной из главных причин низкой востребованности термодревесины среди потребителей и нежелания деревообрабатывающих предприятий изготавливать термодревесину является её высокая стоимость.

Современный рынок продукции из древесины находится в состоянии перемен, поэтому производитель должен объективно оценивать ситуацию и быть готовым занять рыночную нишу изделий из термически модифицированной древесины.

В России на данный момент не так много регионов, которые полноценно занимаются производством и продажей термодревесины. Например, ближайшим к Тюменской области регионом-производителем изделий из термодревесины является Челябинская область (производственная компания Woodline Thermo). «Мы подняли производство с нуля, и в довольно сжатые сроки», — говорит с вполне понятной гордостью исполнительный директор Woodline Thermo Лев Мельник [3].

Было решено узнать на каком уровне находится производство термодревесины в нашем регионе. В ходе опроса поставщиков и изготовителей древесных изделий Тюменской области было выявлено, что ни одна организация не поставляет и не изготавливает термодревесину. Большинство из опрошенных организаций не готовы производить, ссылаясь на то, что «технология новая» и «рынок еще не изучен».

Стоит заметить, что для потребителя высокая стоимость ТМД окупится в процессе долгих лет эксплуатации, т.к. в отличие от обычной древесины, термодерево не нуждается в пропитках и покрытиях, которые обычно наносятся каждые 2-3 года, с целью защитить изделие от внешних факторов, поддержать его эстетический вид и продлить срок службы.

Согласно данным Департамента лесного комплекса Тюменской области (от 20.02.2018г.) основными задачами развития лесопромышленного комплекса Тюменской области на долгосрочную перспективу являются: достижение роста объемов производства продукции, необходимой для удовлетворения спроса на внутреннем и внешнем рынках, на базе приоритетного развития глубокой переработки древесины, повышения эффективности конкурентоспособности производства [4].

Преобразование доступных дешевых пород древесины в качественно новый материал, который не подвергается деформациям, не гниёт, держит тепло в зимний период и прохладу в летние месяцы и не требует обработки химикатами, расширяет их область применения и повышает конкурентоспособность. Изделия из термодревесины применяются во внутренней и внешней отделке помещений, отделке саун, территорий у бассейнов и ванных комнат, изготовление мебели, клееных щитов, изготовление конструктивных компонентов, террас, садово-парковых конструкций, наружных окон и дверей, половых покрытий, садовой мебели, пешеходных мостиков и причалов. Следовательно, можно использовать ТДМ не только как аналог древесине, подвергающейся химическим обработкам, но и как материал, способный заменить множество искусственных, токсичных, плохо поддающихся переработке материалов.

Таким образом, Тюменская область не только имеет хорошие перспективы, но и, так же, как и другие регионы нашей страны, нуждается в реализации производства термодревесины и изделий из неё.

Библиографический список

1. Кузьмин, А. Российский рынок термодревесины пока не оформился / А. Кузьмин // ЛесПромИнформ. – 2014. – №3 – С. 92-96.
2. Строительство от А до Я. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.umnyestroiteli.ru/stolyarnye-raboty/477-chto-takoe-termodrevesina.html> – Что такое термодревесина?. – (Дата обращения: 17.03.2018).
3. Производство качественной термодревесины, паркета, евровагонки и террасной доски в Челябинске. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://woodline74.ru/manufactory> – Производство. – (Дата обращения: 24.03.2018).
4. Тюменская область. Официальный портал органов государственной власти. [Электронный ресурс]: Департамент лесного комплекса Тюменской области. – Режим доступа: https://admtyumen.ru/ogv_ru/finance/lk/more.htm?id=11498519 – Информация о состоянии дел в лесопромышленном комплексе Тюменской области. – (Дата обращения: 24.03.2018).

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

Шлаковые заполнители в составе тяжелых бетонов

Илясова С.В., Хафизова Э.Н., Долгий П.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В течение последнего столетия бетон и железобетон безраздельно господствуют на мировом рынке строительных, дорожно-строительных изделий и конструкций, включая монолитно-возведенные объекты.

По статистике ежегодное мировое производство бетона составляет почти 10 миллиардов кубов. С учетом доли заполнителей в бетонах, объем годового потребления достигает 6,5 миллиардов кубов заполнителя или 9,7 миллиардов тонн. Становится очевидным, что естественные природные ресурсы в перспективе не смогут обеспечивать данное производство [1-2].

Особую актуальность находят научно-практические исследования изучения свойств техногенных отходов и их влияние на технические характеристики получаемого продукта [3-7].

Для Тюменской области, с высокоразвитой строительной отраслью, вопрос обеспечения заполнителей приобретает особое значение, так как бетонная промышленность региона ориентирована на поставки крупного и мелкого заполнителя с месторождений Уральского региона [1, 7].

Одним из вариантов замены природных заполнителей для бетонов является заполнитель, получаемый из отходов металлургических предприятий.

Авторами статьи были разработаны и исследованы бетоны с использованием шлакового щебня и шлакового песка, являющимися отходами металлургического предприятия ПАО «Челябинский металлургический комбинат». Были исследованы основные физико-механические характеристики этих заполнителей. Результаты исследования гранулометрического состава шлаковых заполнителей представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1

Гранулометрический состав шлакового щебня
(ПАО «Челябинский металлургический комбинат»)

| Вид остатка | Остатки на ситах с размерами сит, мм | | | | | | Сумма |
|-------------|--------------------------------------|----|-----|------|------|-----|-------|
| | 70 | 40 | 20 | 10 | 5 | <5 | |
| Частные, г | - | 0 | 370 | 2230 | 1900 | 500 | 5 кг |
| Частные, % | - | 0 | 7,4 | 44,6 | 38 | 10 | 100% |
| Полные, % | - | 0 | 7,4 | 52 | 90 | 100 | - |

Таблица 2

Гранулометрический состав шлакового песка
(ПАО «Челябинский металлургический комбинат»)

| Вид остатка | Остатки на ситах с размерами сит, мм | | | | | | | Сумма |
|-------------|--------------------------------------|-----|------|------|-------|------|-------|-------|
| | 5 | 2,5 | 1,25 | 0,63 | 0,315 | 0,16 | <0,16 | |
| Частные, г. | 0 | 150 | 215 | 225 | 200 | 50 | 50 | 1кг |
| Частные, % | 0 | 15 | 21.5 | 33.5 | 20 | 5 | 5 | 100% |
| Полные, % | 0 | 15 | 36.5 | 70 | 90 | 95 | 100 | - |

Как известно, заполнители занимают в бетоне до 80% объема и оказывают влияние на свойства бетона, его долговечность и стоимость. Жесткий скелет из высокопрочного заполнителя увеличивает прочность и мо-

дуть деформации бетона, уменьшает деформации бетона под нагрузкой, а также ползучесть бетона - необратимые деформации, возникающие при длительном действии нагрузки.

В таблице 3 представлены результаты исследования основных физико-механических характеристик разработанных составов бетонов на основе шлаковых отходов.

Таблица 3

Основные свойства бетонов с использованием шлаковых отходов

| Основные показатели | Состав №1 | | | Состав №2 | | | Состав №3 | | |
|------------------------------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Плотность, кг/м ³ | 2595 | 2550 | 2590 | 2515 | 2510 | 2505 | 2585 | 2575 | 2585 |
| Подвижность, см | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Прочность, МПа | 42,5 | 39,3 | 42,0 | 43,5 | 43,6 | 44,8 | 76,3 | 75,5 | 76,0 |

Примечание: состав №1 – цемент, шлаковый щебень (фр. 10-20 мм), песок; состав №2 - цемент, щебень (фр. 10-20 мм), шлаковый песок; состав №3 - цемент, шлаковый щебень (фр. 10-20 мм), шлаковый песок.

Результаты исследования показали, что заполнители, полученные из техногенного сырья, оказывают влияние на прочность бетонов и при рациональном подборе зернового состава заполнителей, можно получить бетоны с наибольшей прочностью.

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать следующие выводы:

- изучены количественные и качественные характеристики шлаковых заполнителей, являющихся отходами металлургического предприятия ПАО «Челябинский металлургический комбинат»;
- установлена возможность применения шлаковых отходов в составе тяжелого цементного бетона и выявлено повышение прочности бетона за счет рационально подобранного гранулометрического состава заполнителя;
- разработаны составы тяжелых бетонов классов В30 – В55 с применением шлаковых заполнителей.

Библиографический список

1. Шатов, А. Н. Способ получения качественных товарных бетонов с учетом специфики материальной базы УрФО / А. Н. Шатов // Технологии бетонов. – 2017. – №1-2. – С. 10-11.
2. Груздев, А. А. Комплексная оценка строительных композитов на основе техногенных отходов / А. А. Груздев, Т. Н. Клавдиева, О. Ю. Пушкарская // Надежность и долговечность строительных материалов, конструкций и оснований фундаментов: материалы V Международной конф. – г. Волгоград, 2009. – С. 190-192.

3. Хафизова, Э. Н. Исследование влияния техногенных отходов нерудного производства на свойства бетонов / Э. Н. Хафизова, В. Ф. Ахтямов // Вестник ТГАСУ. – 2017. – №4. – С.107-116.

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

5. Применение рециклируемых материалов в дорожном строительстве США и Европы. БИНТИ. 2002. – №1. – С. 16-18.

6. Яковлев, Г. И. Бетон повышенной долговечности при производстве опор линий электропередач / Г. И. Яковлев, Г. Н. Первушин, И. С. Полянских // Строительные материалы. – 2014. – №5. – С. 1-3.

7. Крючкова, И. В. Анализ нормативно-правовой базы по регулированию рынка вторичного сырья для строительства/ И. В. Крючкова // Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, 2006. – 5 с.

Влияние минеральных добавок на свойства композиционных вяжущих

Иозефатова А.И., Вахрушев Д.А., Солонина В.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Рынок стройиндустрии стремительно модернизируется, вследствие повышения требований к качеству и долговечности готовых конструкций. В большей степени это связано не только с ужесточением норм на обеспечение безопасности готовых объектов, но и возможностью поиска альтернативных источников возобновляемой сырьевой базы, создания на их основе конкурентоспособных строительных материалов.

Основным компонентом для производства конструктивных элементов различного назначения является гидравлическое вяжущее. И, не смотря на его стоимость, спрос на предприятиях стройиндустрии только возрастает. В настоящее время цементные заводы выпускают ряд композиционных вяжущих материалов, не уступающих по своим физико-механическим характеристикам аналоговому портландцементу [1].

Композиционные вяжущие получают либо путем совместного помола цементного клинкера с минеральными добавками, либо при перемешивании их с портландцементом уже в тонкоизмельченном виде. Введение минеральных добавок в состав гидравлического вяжущего позволяет не только увеличить производство цемента без дополнительных объемов энергоемкого клинкера, но и получить специальные виды вяжущего с улучшенными показателями свойств. Минеральные добавки могут быть

как активными, обладающими гидравлическими и (или) пуццоланическими свойствами, так и наполнители, улучшающие структуру цементного камня без проявления активности. Выбор их вида и количества во многом определяет свойства и характеристики, которыми будет обладать конечный продукт [2,3].

В данной работе исследовалось влияние композиции добавок доменного гранулированного шлака и тонкомолотого кварцевого песка на прочностные характеристики цементного камня.

Шлак Челябинского металлургического комбината с удельной поверхностью 550 м²/г, химический состав представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав доменного гранулированного шлака

| CaO | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | MgO | FeO | Na ₂ O | K ₂ O |
|-----------|------------------|--------------------------------|-------|---------|-------------------|------------------|
| 35,0-45,0 | 35,0-45,0 | ≤8,0 | ≤15,0 | 0,2-1,0 | 0,5-1,0 | 1,0-1,5 |

Кварцевый песок предварительно был измельчен в лабораторной шаровой мельнице до удельной поверхности 180 м²/г.

При вариации компонентов смешанного вяжущего из теста нормальной плотности были изготовлены образцы-кубы с размером 20×20×20 мм. Хранение образцов осуществлялось в нормальных условиях при температуре 20±2 °С и относительной влажности воздуха 100 %.

Для изучения влияния минеральных добавок на гидратацию цементного камня испытания образцов были проведены в возрасте 2, 7, 14 и 28 суток. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты испытания образцов

| № состава | Состав вяжущего, % | | | Прочность при сжатии, МПа | | | |
|-----------|--------------------|-------|------|---------------------------|-------|--------|--------|
| | Цемент | Песок | Шлак | 2 сут | 7 сут | 14 сут | 28 сут |
| 1 | 100 | – | – | 18,8 | 26,0 | 36,6 | 41,0 |
| 2 | 75 | 25 | – | 22,3 | 30,5 | 40,5 | 43,6 |
| 3 | 75 | – | 25 | 24,0 | 33,5 | 44,7 | 47,5 |
| 4 | 75 | 10 | 15 | 29,2 | 36,6 | 42,2 | 45,1 |
| 5 | 75 | 15 | 10 | 30,1 | 35,2 | 38,2 | 42,5 |

Отдельное влияние молотого песка и шлака на скорость гидратации и прочность композиционного вяжущего авторами было изучено ранее [4,5].

Совместное введение в состав композиционного вяжущего наполнителя (тонкомолотого кварцевого песка) и активной минеральной добавки

(доменного гранулированного шлака) позволило на 60% повысить прочность цементного композита в ранние сроки твердения (рисунок 1).

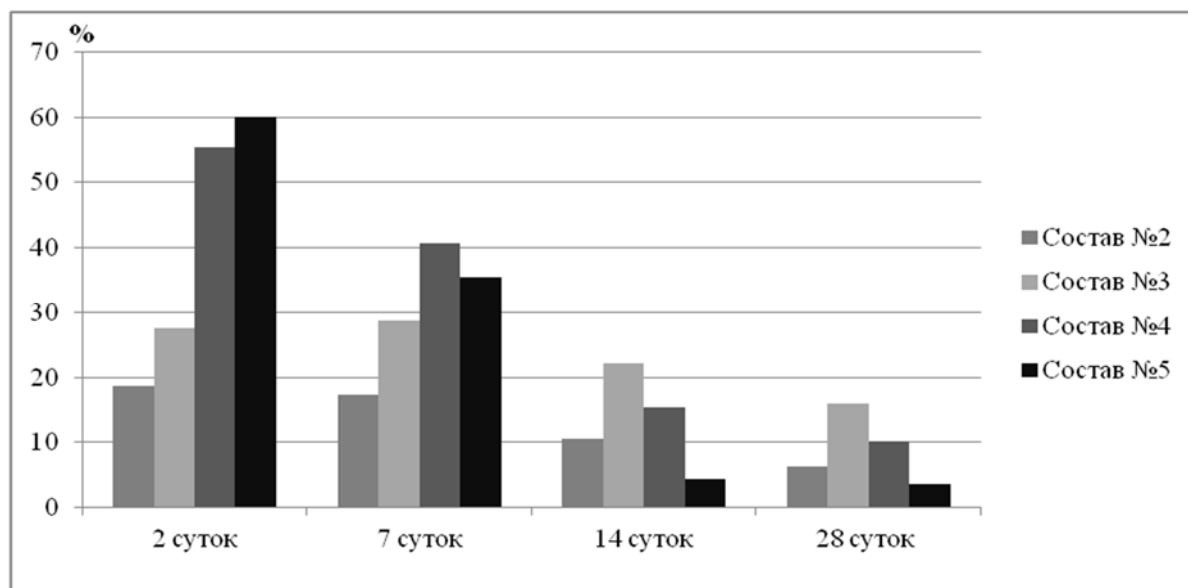


Рисунок 1. Влияние минеральных добавок на рост прочности при сжатии, %

Песок инертен и не обладает гидравлической активностью, но за счет уплотнения и микроармирования структуры, насыщая матрицу и уменьшая количество пор в теле цементного камня, его присутствие повышает прочностные характеристики цементного вяжущего. Определенный вклад в повышение активности кварцевого наполнителя при измельчении дает его поверхностная аморфизация.

Взаимодействие шлака с минералами портландцементного клинкера приводит к увеличению гидратных новообразований, заполняя остаточные поры и увеличивая механическую прочность цементного камня [6].

Обладая высокой удельной поверхностью, минеральные наполнители влияют на физико-химические процессы у поверхности раздела фаз. Так, по мере образования конденсационно-кристаллизационной структуры происходит формирование эпитаксиальных контактов между клеящей массой и зернами наполнителя [7].

Библиографический список

1. Горчаков, Г. И. Состав, структура и свойства цементных бетонов / Г. И. Горчаков, Л. П. Орентлихер, В. И. Савин ; под ред. Г.И. Горчакова. – М.: Стройиздат, 1976. – 144 с.
2. Рамачандран, В. С. Добавки в бетон: справочное пособие / В. С. Рамачандран. – М.: Стройиздат, 1988. – 575 с.
3. Красный, И. М. О механизме повышения прочности бетона при введении микронаполнителя / И. М. Красный // Бетон и железобетон, 1987. – №5. – С. 10-11.

4. Иозефатова, А. И. Получение смешанного вяжущего на основе портландцемента / А. И. Иозефатова, Д. А. Вахрушев, В. А. Солонина, Л. И. Максимов // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов, молодых ученых и специалистов – Тюмень: ТИУ, 2016. – Т. II. – С. 27-29.

5. Иозефатова, А. И. Исследование влияние доменного гранулированного шлака на свойства смешанного вяжущего/ А. И. Иозефатова, Д. А. Вахрушев // Новые технологии – нефтегазовому региону: материалы Международной научно-практической конференции – Тюмень: ТИУ, 2017. – Т. III. – С. 187-189.

6. Бердов, Г. И. Нанопроцессы в технологии строительных материалов / Г. И. Бердов, В. Н. Зырянова, А. Н. Машкин, В. Ф. Хританков // Строительные материалы – 2008. – №7. – С. 76-81.

7. Дворкин, Л. И. Цементные бетоны с минеральными наполнителями / Л. И. Дворкин, В. И. Соломатов, В. Н. Выровой и др. – К.: Будивэльник, 1991. – 136 с.

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

Исследование влияния пластифицирующих добавок на свойства сухих строительных смесей

Корюкина А.И.

ООО «Технологическая Компания Шлюмберже», г. Тюмень.

«Сухие строительные смеси-это мелкозернистые, тщательно перемешанные композиции сухих компонентов рационального состава, в которые входят минеральные вяжущие, фракционированные заполнители строго определенного качества, тонкоизмельченные минеральные наполнители, химические и полимерные добавки» [1].

Современный этап развития строительных технологий характеризуется широким применением сухих строительных смесей, которые применяются в различных областях строительства.

«Технологии изготовления сухих смесей позволяют получать смеси со строго оптимизированным фракционным составом наполнителей и точным дозированием исходных компонентов» [2]. А добавление в составы сухих строительных смесей пластифицирующих добавок дает возможность варьировать свойства смесей и улучшать качество готовой продукции.

Исходя из этого в статье рассматривается влияние пластифицирующих добавок на качество выпускаемой продукции и свойства сухих строительных смесей.

Целью данных исследований являлось получение высококачественных строительных растворов путем введения в их состав пластификаторов определенного функционального назначения. В качестве пластифицирующих добавок использовались следующие добавки:

«ПФМ-НЛК» - пластифицирующая добавка, состоит из натриевых солей полиметиленафталинсульфокислот различной молекулярной массы с добавлением комплекса, который ускоряет набор прочности.

«СПЛ» - пластификатор, который замедляет схватывание растворных и бетонных смесей. Увеличивает подвижность растворных смесей (если расход воды и цемента неизменен), повышает сохраняемость растворных смесей и сроки начала ее схватывания.

Добавки в сухом виде вводились в строительный раствор. Для полученных составов определяли среднюю плотность и прочность при сжатии.

Одной из характеристик строительного раствора является водоудерживающая способность. Оптимальное значение этого параметра позволяет использовать смесь в очень тонких слоях и на сильно пористых основаниях без значительной потери влаги, необходимой для гидратации вяжущих. Поэтому одним из выбранных пластификаторов является водоудерживающая добавка.

Приготовление смеси сухих компонентов осуществлялось по следующей принципиальной схеме:

Цемент → Добавки → Наполнитель → Фракционированный песок → Готовый состав

Полученные составы сухих смесей исследовались на качественные характеристики смеси и раствора (подвижность, плотность и прочность).

Предварительное содержание пластифицирующих добавок определялось, исходя из характеристик растворных смесей и корректировалось после определения параметров растворов. Именно оптимальное количество модификатора позволяет получить смесь со значительной водоудерживающей способностью и требуемой подвижностью. Влияние добавок и их оптимальное количество наиболее ярко проявляется при изменении свойств растворов, при этом обязательно учитываются характеристики смесей.

Влияние пластифицирующих добавок определяли на строительном растворе. Количество вводимых добавок изменяли от 0,3 до 1% от массы цемента в пересчете на сухое вещество. Составы растворных смесей приведены в таблице 1. Свойства растворных смесей и растворов определялись по ГОСТ 5802-86 «Растворы строительные. Методы испытаний». Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 1

Составы сухих растворных смесей

| № | Расход материалов, % | | | | | |
|---|----------------------|-------|--------------------|-----------------|---------|-----|
| | Цемент | Песок | Известняковая мука | Известь пушонка | ПФМ-НЛК | СПЛ |
| 1 | 20,0 | 75,0 | 5,0 | - | - | - |

Окончание таблицы 1

| | | | | | | |
|---|------|------|-----|-----|-----|-----|
| 2 | 20,0 | 70,0 | 5,0 | 5,0 | - | - |
| 3 | 15,0 | 70,0 | 5,0 | 5,0 | - | - |
| 4 | 20,0 | 75,0 | 5,0 | - | 0,3 | - |
| 5 | 20,0 | 75,0 | 5,0 | - | - | 0,6 |
| 6 | 20,0 | 75,0 | 5,0 | - | 0,5 | - |
| 7 | 20,0 | 75,0 | 5,0 | - | - | 0,8 |

Таблица 2

Физико-механические показатели свойств строительных растворов

| № п/п | Плотность, г/см ³ , в возрасте | | Прочность при сжатии, МПа, в возрасте | | Относительная прочность, % |
|-------|---|----------|---------------------------------------|----------|----------------------------|
| | 7 суток | 28 суток | 7 суток | 28 суток | |
| 1 | 2,12 | 1,91 | 5,0 | 12,6 | 100 |
| 2 | 2,18 | 2,06 | 8,8 | 14,0 | 111 |
| 3 | 2,09 | 2,03 | 4,5 | 13,8 | 110 |
| 4 | 2,14 | 2,05 | 10,0 | 13,9 | 110 |
| 5 | 2,09 | 2,07 | 9,0 | 14,5 | 115 |
| 6 | 2,08 | 2,03 | 11,1 | 14,0 | 111 |
| 7 | 2,13 | 2,10 | 10,8 | 14,3 | 114 |

Как видно из приведенных данных, свойства строительных растворов с пластифицирующими добавками изменяются, а именно, прочность раствора с добавкой «ПФМ-НЛК» увеличивается на 10-11%, с добавкой «СПЛ» - на 14-15%.

Как показали полученные результаты, введение добавки в состав сухих строительных смесей существенно улучшают свойства строительного раствора.

Таким образом, применение пластифицирующих добавок позволило снизить расход воды при сохранении требуемой подвижности и получить устойчивые к расслоению растворы. Увеличить прочностные характеристики и повысить пластичность и водоудерживающую способность растворов смесей. А также снизить расход цемента и стабилизировать процесс его гидратации.

Библиографический список

1. Безбородов, В. А. Сухие смеси в строительстве / В. А. Безбородов, Е. В. Парикова, А. П. Пичугин // Учебное пособие. – Новосибирск, 1998. – 94 с.
2. Дергунов, С. А. Сухие строительные смеси (состав, технология, свойства) / С. А. Дергунов, С. А. Орехов // Учебное пособие. – Оренбург, ОГУ, 2012. – 106 с.
3. Карапузов, Е.К. Сухие строительные смеси / Е. К. Карапузов, Г. Лутц, Х. Герольд // Справочное пособие. – К.: Техника, 2000. – 226 с.

Перспективы использования графена в строительной отрасли

Кузнецов А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Графен – двумерная аллотропная модификация углерода, образованная слоем атомов углерода толщиной в один атом и представляющая собой шестиугольную кристаллическую решетку из атомов углерода (Рисунок 1). Графен можно представить как одну атомарную плоскость графита, отделенную от объемного кристалла.

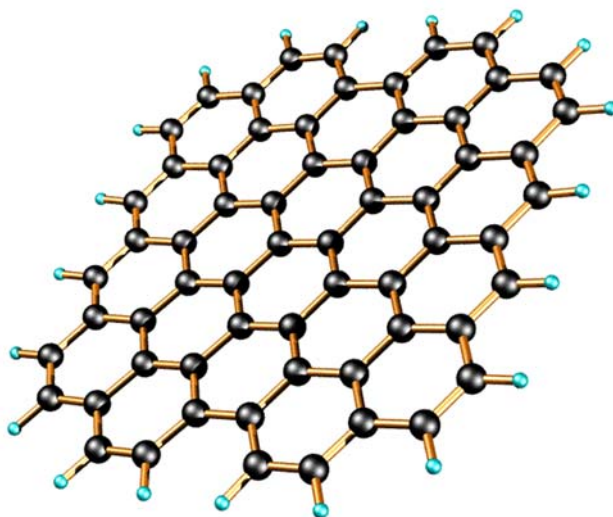


Рисунок 1. Гексагональная кристаллическая решётка графена

Графен был получен в 2004 году выходцами из России Андреем Геймом и Константином Новоселовым, которые впоследствии получили Нобелевскую премию в области физики в 2010 году «за новаторские эксперименты с двумерным материалом графеном»

Графен – удивительный материал, обладающий уникальными физическими и химическими свойствами. Изучение графена и его свойств является перспективным и многообещающим. Многие уверены, что он подобно железу и кремнию произведет настоящую революцию, и станет материалом, который изменит технологии.

Графен – превосходный строительный материал. Он в 200 раз прочнее, чем сталь, но в шесть раз легче. Он практически прозрачный, так как поглощает только два процента света. Он не пропускает газы, даже такие легкие как водород или гелий. [1] Графен возможно сочетать с другими строительными материалами, изменяя или улучшая их физико-механические свойства.

Краска с добавлением графена, благодаря его сверхпроводимости, улучшает терморегуляцию здания, что уменьшает затраты на отопление и кондиционирование. Состоящая из смеси порошка известняка и графена,

она лучше противостоит коррозии и перепаду температур. Устойчивость покрытия очень важное и полезное свойство, достигаемое благодаря графену. [2]

Исследователями Массачусетского технологического института (*MIT*) был получен один из самых легких и прочных материалов при помощи сжатия и сплавления хлопьев графена. Ученым удалось создать стабильный и прочный пористый материал, нагревая и сжимая малые хлопья графена. Его структура, которая напоминает кораллы и микроскопические диатомовые водоросли, имеет большую площадь поверхности по отношению к объему. Эта структура называется гироид (Рисунок 2) – бесконечно повторяющаяся фигура с трижды периодичной минимальной поверхностью, она была описана Аланом Шоном (*Alan Schoen*) из *NASA* в 1970 году. [3]

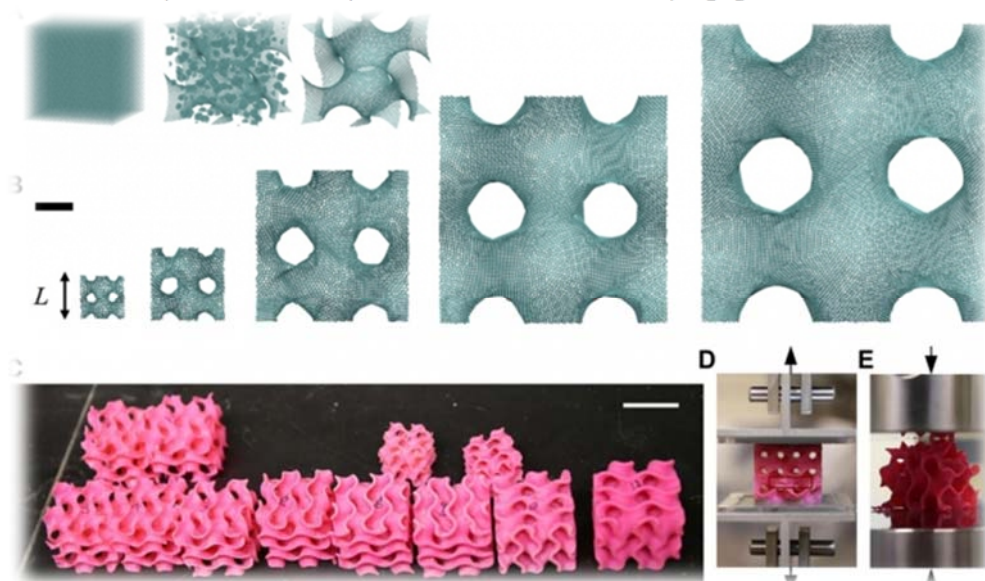


Рисунок 2. Различные модели гироидов для механических испытаний.
Изображение: *Science Advances*

Недавно китайские ученые разработали огнеупорные неорганический обои. Причем эти обои сделаны с применением графена, также они могут выступать в качестве противопожарной сигнализации. В состав таких обоев входят нити гидроксиапатита и особые термодатчики из оксида графена. Именно они предупреждают о возникновении пожара. Время отклика таких датчиков составляет всего 2 секунды и сохраняет работоспособность более 5 минут. [4]

Таким образом, исследование графена перспективное направление в науке. Интерес ученых к графену постоянно растет. Этот инновационный материал несомненно необходимо внедрять в строительную отрасль, так как он позволяет получать совершенно новые материалы, с высокими техническими характеристиками. Но, к сожалению, на сегодня применение графена в строительстве требует больших затрат, поэтому серийное производство строительных материалов с применением графена встречается

крайне редко. Но вложения в исследование графена растут, поэтому многие прогнозируют развитие рынка графена в течении десятилетия в 30-100 раз, как это было с рынком лазеров и компьютерной техники.

Библиографический список

1. Хворова, Н. М. Строительные материалы будущего: Графен / Н. М. Хворова // Международный научно-исследовательский журнал. [Электронный ресурс] — 2016. — № 1 (43) Часть 2. — С. 124-125. — URL: <https://research-journal.org/arch/stroitelnye-materialy-budushhego-grafen/> (дата обращения: 01.04.2018.). doi: 10.18454/IRJ.2016.43.052
2. Газета об экологическом стиле жизни [Электронный ресурс]. Электрон. дан. — 2017. — режим доступа: <http://gazetagreencity.ru/2017/06/01/chudo-material-ekologicheskaya-kraska-s-grafenom>
3. Чжао, Цинь Механика и конструкция легкого трехмерного графенового узла [Электронный ресурс]. - Science Advances: 2017 Режим доступа: <http://advances.sciencemag.org/content/3/1/e1601536>
4. Новости высоких технологий [Электронный ресурс]. Дата обновления 22 Марта 2018. Режим доступа: <https://hi-news.ru/technology/ogneupornye-obo-i-na-osnove-grafena-predupredyat-opozhare.html>

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

Обзор возможностей применения золошлаковых отходов в строительной индустрии

Курманова Л.Д.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На территории Российской Федерации в процессе работы топливно-энергетических комплексов образуется огромный объем золошлаковых отходов, оптимальная утилизация которых, во-первых, еще остается открытым вопросом, и, во-вторых, может повысить сырьевую базу строительной индустрии, а также снизить отрицательное воздействие на окружающую среду.

Уровень утилизации золошлаковых отходов (ЗШО) в России составляет около 4–5 %; в ряде развитых стран порядка 50%, во Франции и Германии этот показатель близок к 70%, а в Финляндии – около 90% от текущего выхода [1]. В этих странах применяются в основном сухие золы, и проводится государственная политика, стимулирующая их использование. Например, в Польше цена на землю, отведенную под золоотвалы, выше средней рыночной цены, и поэтому ТЭЦ вынуждены доплачивать потребителям с целью снижения собственных затрат [1, 2].

Руководство стран мира все больше стимулирует использование вторичного сырья в промышленности. Причем, отрасли применения ЗШО с течением времени только совершенствуются. По данным Европейской ассоциации по утилизации продуктов горения угля на 2010 год существуют основные направления переработки золошлаковых материалов: строительные материалы, дорожное строительство, производство различных наполнителей [3].

Исследования отечественных и зарубежных научно-исследовательских организаций доказали эффективность использования золошлаковых отходов в производстве строительных материалов [4].

Использование золы в тяжелом бетоне классов В7,5–В30 позволяет экономить 15–16 % цемента [4]. При этом, в области постоянства водопотребности бетонной смеси, ее водосодержание уменьшается на 2–3,5 % с повышением прочности бетона на 2–25 %, а при расходе цемента 460 кг/м³ водопотребность бетонной смеси увеличивается на 2 % с сохранением прочности бетона на уровне прочности бетона контрольного состава [4]. Широко применяют золы в бетонах классов В7,5–В30 приготавливаемых из бетонной смеси подвижностью П1 на портландцементе М400 [4]. В бетон вводят золу вместо части мелкого заполнителя, при этом осуществляется экономия части цемента.

Обобщив информацию, рассматриваемую в изучении отходов Казанской ТЭЦ-2, где золы и шлаки использовались в качестве компонента цементной сырьевой смеси, важно отметить, что:

1) введение исходных золошлаковых материалов в количестве 20–30% в состав цементного клинкера увеличивает прочность изделий (цементных камней) в среднем на 20% [5];

2) эффективность влияния золошлаковых добавок на процесс твердения цементного камня можно регулировать путем термообработки золошлаковых смесей [5];

3) наибольшая эффективность наблюдается при обжиге золошлаковых материалов в диапазоне температур от 200 до 400 С. В этом случае они повышают прочность цементных камней на 40–45% [5].

Проводимые исследования по использованию золошлаковых отходов ГРЭС-2 Томской области в производстве строительных керамических изделий показали, что:

1) добавление ЗШО до 70% позволяет получить керамический кирпич с прогнозируемой марочной прочностью М150, что дает возможность использования его при возведении перегородок в различных типах зданий и сооружений [6];

2) составы с золой до 50% позволяют производить кирпич с прочностью М200, который можно использовать в качестве рядового при возведении несущих стен [6].

Таким образом, становится примечательно, что проблема использования ЗШО актуальна, а исследования по ней подкреплены не только теоретической базой, но и эмпирическими и экспериментальными данными.

В структурных предприятиях генерирующих компаний, входящих в «Сибирскую энергетическую ассоциацию»:

- в общей сложности накоплено свыше 327 млн. т. золошлаков;
- ежегодно производится около 7 млн. т. ЗШО;
- используется чуть более 1 млн. т. ЗШО, т.е. менее 15 % [6].

Эти данные подтверждают важность развития инфраструктуры по переработке ЗШО и в Тюменской области, так как близлежащие регионы обладают достаточными запасами этих отходов. Особенно важным является тот факт, что ЗШО более пригодны для вертикальной планировки городских территорий чем речной песок. Учитывая особенности грунтов региона и активную застройку территории в черте и за чертой города, а также отсутствие промышленных месторождений песка на территории Тюменской области (данное сырье импортируется в регион из соседних субъектов), развитие применения ЗШО становится еще более актуальной задачей.

Обобщая вышесказанное, можно сделать следующие выводы:

1. ЗШО являются перспективным сырьем во многих сферах строительной индустрии.
2. В России в сравнении с зарубежными странами сфера переработки и эксплуатации ЗШО развита значительно меньше.
3. Особенно полезными в условиях Тюменской области ЗШО могут быть при вертикальной планировке территорий, так как составят отличный субститут для песка, являющегося импортным товаром для региона.

Библиографический список

1. Путилин, Е. И. Применение зол уноса и золошлаковых смесей при строительстве автомобильных дорог. Обзорная информация отечественного и зарубежного опыта применения отходов от сжигания твердого топлива на ТЭС / Путилин Е. И., Цветков В. С. // Союздорнии. – М. – 2003. – С. 1-65.
2. Ватин, Н. И. Применение зол и золошлаковых отходов в строительстве / Н. И. Ватин, Д. В. Петросов, А. И. Калачев, П. Лахтинин // Magazine of Civil Engineering. – 2011. – №4. – С. 16-21.
3. Ecoba. Utilisation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecoba.com/ecobaccputil.html>
4. Кальгин, А. А. К вопросу о применении промышленных отходов в производстве строительных материалов / А. А. Кальгин, М. А. Фахратов, В. О. Чулков // Строительство. Экономика и управление. – 2016. – № 1. – С. 2-7.
5. Бариева, Э. Р. Изучение состава и перспективы использования золошлаковых отходов Казанской ТЭЦ-2 / Э. Р. Бариева, Э. А. Королев, Е. М. Нуриева // Проблемы электроэнергетики. – 2004. – №9-10. – С. 105-110.
6. Скрипникова, Н. К. Комплексное использование золошлаковых отходов Томской области для получения различных видов строительных материалов / Н. К. Скрипникова, И. Ю. Юрьев // Вестник ТГАСУ. – 2003. – №2. – С. 245-249.

7. Кожемяко, С. И. Формирование системы управления золошлаками ТЭС в Сибири / С. И. Кожемяко, В. Р. Шевцов, Д. В. Бондарь // Сибирская энергетическая ассоциация. – Новосибирск. – С. 29-32.

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

Эксплуатационно-технические характеристики деревянных конструкций, изготовленных по технологии МНМ (Massiv-Holz-Mauer)

Леконцева Ю.Е.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время, учитывая необходимость развития строительной индустрии, малоэтажное деревянное каркасное домостроение является довольно перспективным направлением вследствие стремления создавать более комфортные и безопасные условия для проживания, которые будут обеспечиваться достаточно длительный срок.

Для улучшения эксплуатационных качеств малоэтажных зданий необходимо повышение экологичности, надежности и долговечности их конструкций.

Название немецкой инновационной технологии МНМ (Massiv-Holz-Mauer) дословно переводится как «массивная деревянная стена». Суть технологии состоит в сборке конструкции из деревянных стеновых панелей, изготовленных на заводе.

Такие панели состоят из фрезерованных досок шириной от 14 до 26 см и толщиной 24 мм, перекрестно уложенных между собой в каждом слое и соединенных алюминиевыми гвоздями, как показано на рисунке 1. Размеры целой готовой стеновой панели могут варьироваться по площади от 2х2 м до 3,25х6 м и по толщине от 7 см до 36 см.



Рисунок 1. Разрез панели, изготовленной по технологии МНМ

Согласно таблице 1 [1], рекомендуемый срок службы зданий жилищно-гражданского строительства в обычных условиях эксплуатации составляет не менее 50 лет. Конструкции, изготовленные по технологии МНМ долговечны, так как не подвергаются негативным воздействиям насекомых, загниванию, на них не происходит образования плесени и грибка.

Таблица 1

Сравнение зарубежных и отечественных норм по огнестойкости

| | |
|----------------------|--|
| Стандарт DIN EN 1365 | Приложение №21 к Федеральному закону №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» |
| F 90B | R 90 |

Во-первых, сырье до применения предварительно высушивается в сушильных камерах до влажности, равной 12-14% [2] и не нуждается в обработке антисептиками. Создается устойчивая к возникновению плесени естественная среда.

Во-вторых, технология МНМ предполагает изготовление панелей из древесины хвойных пород, преимущественно сосны, которая благодаря своей структуре устойчива к загниванию и имеет высокую воздухопроницаемость из-за открытой структуры клеток.

Древесина имеет высокую несущую способность по отношению к своему весу по сравнению со сталью и бетоном. Ее более низкий вес уменьшает нагрузку на грунт на 30-50%. Элементы панелей, состоящие из нечетного числа перекрестных слоев (наподобие фанеры), обладают хорошими свойствами распределения нагрузки. Это способствует устойчивости к ветровым нагрузкам в разных направлениях. Сочетание вертикальной нагрузки от собственного веса и горизонтальной ветровой нагрузки может вызвать сдвиговую деформацию некоторых элементов панели, чему противодействуют многочисленные перекрестные слои.

«Панели МНМ устойчивы к статическим нагрузкам, они успешно прошли испытания в Лейпциге и Москве – в НИИ Строительных конструкций имени Кучеренко. Средний срок эксплуатации – 150 лет». [3]

Благодаря предварительной сушке пиломатериалов, а также продольно-поперечной слоистой структуре, панели превосходно сохраняют первоначальную форму и не подвергаются усадке.

Так как панели МНМ изготавливаются из цельной древесины, то они имеют хорошую огнестойкость в отличие от панелей с незащищенными деревянными штифтами, которые имеют широкую зону воздействия и в результате доступ к большему поступлению кислорода. «Панели отвечают классу пожарной опасности K0(15), K0(45) или K1(45), в зависимости от отделочных материалов» [3]

На рисунке 2 находится изображение стеновой панели МНМ толщиной 20,5 см с плитой из гипсокартона толщиной 18 мм. В ходе испытания

она достигла предела огнестойкости, соответствующего 91 минуте, что соответствует требованию F 90B по стандарту DIN EN 1365. [4] В таблице 1 приведено сравнение зарубежных и отечественных норм по огнестойкости.



Рисунок 2. Испытание на измерение огнестойкости в лаборатории строительных материалов

Библиографический список

1. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения [Электронный ресурс]. – М.: Стандартинформ, 2015. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200115736>.
2. Технология МНМ. Производство [Электронный ресурс]. – Сайт компании «Фронтон». – Режим доступа: <http://sk-fronton.ru/tehnologies/massive-holz-mauer/proizvodstvo/>.
3. Строительство деревянного дома по технологии Massiv-Holz-Mauer [Электронный ресурс]. – Сайт компании «Woodvil». – Режим доступа: <http://woodvil.ru/tehnologiya/>.
4. Ширманов, В.В. Massiv-Holz-Mauer – Энергоэффективное и Индустриальное деревянное домостроение [Электронный ресурс]. / Ширманов Василий Владимирович. – М. – 2014. – Режим доступа: <http://www.ocg.ru/>.

Научный руководитель: Бай В.Ф., к.т.н., доцент

Использование жидкого гранита в строительстве

Летуновская С.Н.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В современном мире остро стоит экологическая проблема, и каждая отрасль ищет способ ее решения. Исключением не стала и строительная отрасль, которая активно начинает переходить на использование экологически чистых материалов.

На рынке строительных материалов появляются все новые модифицированные материалы, имеющие повышенную прочность, способные выдерживать высокие температуры, агрессивные среды и т.д. Одним из таких новых материалов стал жидкий гранит, создателем которого является профессор Пэл Мэнгат, преследовавший, прежде всего, цель создать материал, который защитит людей от пожаров. Но у этой новинки оказалось намного больше положительных качеств. По некоторым прогнозам, этот новый строительный материал в скором будущем полностью заменит цемент. [1]

Цемент на сегодняшний день является основным материалом для производства бетона. Главным недостатком цемента является его неэкологичность на этапе производства, а именно цементная пыль, которая распространяется по воздуху, несмотря на наличие очистных фильтров, и пагубно влияет на здоровье людей. [2]

Разработчик жидкого гранита профессор Пэл Мэнгат, директор Центра управления инфраструктурой при университете Sheffield Hallam сообщил прессе: «Жидкий гранит - универсальный материал и может применяться точно так же, как и бетон. Цемент в составе нашего продукта заменен на секретную формулу, которая изменяет основные свойства стандартного бетона. Я уверен, что материал обладает большим потенциалом». [3]

Технология изготовления жидкого гранита довольно проста: отходы промышленности измельчают до порошкообразного состояния и смешивают с отвердителем. На первый взгляд, жидкий гранит похож на обычный цемент, однако он имеет разные цвета и может применяться как для создания прочной поверхности, так и для ее декорирования. К тому же, подобно цементу жидкий гранит устойчив к воздействию влаги, кислот, щелочей и других химически активных веществ. К числу его преимуществ можно отнести следующие свойства: [4]

- низкая теплопроводность;
- устойчивость к влаге, перепадам температур, ржавчине и бытовой химии;
- гигиеничность за счет отсутствия микропор;
- легко обрабатывается;
- эстетичный вид с большим диапазоном цветов и оттенков;
- отсутствие радиоактивного фона;

Жидкий гранит изготавливается из промышленных отходов натурального происхождения - каменной крошки - и небольшого количества цемента, дополненных гелькоутом. Высококачественный гелькоут - особая разновидность полимерных смол, модифицированная акрилом. Гелькоут является экологичным и, по сравнению с другими смолами, более стойким к химическому воздействию, царапанию, ударам и высокой температуре. [5] Вопрос экологической безопасности жилища сегодня один из самых острых, и поэтому жидкий гранит завоевывает популярность именно благодаря своей натуральности. К тому же содержит в три раза меньше цемента, чем в заводском бетоне, что уменьшает выброс углекислого газа.

Также этот материал обладает высоким уровнем пожаробезопасности. Он может выдержать воздействие температуры свыше 1000°C и не потерять целостности и свойств, он не взрывается при высоких температурах, как бетон. По европейским стандартам жидкий гранит обеспечивает высочайшую безопасность в случае возгорания. К тому же жидкий гранит дольше переносит повышенные температуры, что дает людям время покинуть горящее здание. Повышенная жаропрочность этого материала позволяет использовать его в местах, где пожарная безопасность очень важна - например, в торговых центрах.

На сегодняшний день его начали широко применять в Европе и Америке в качестве напольных покрытий и заменителя бетона, и считается, что скоро такая тенденция будет наблюдаться во всем мире. [6] Уже сегодня этот материал будущего доступен для всеобщего пользования и широко применяется как в целях строительства, так и для изготовления различных покрытий. В России этот материал используют при изготовлении столешниц, кухонных моек, стоек, мебели для ванной комнаты и многого другого. Декоративный жидкий гранит может быть самой различной расцветки, и применяться не только для придания поверхности прочности, но и для декорирования. Им часто покрывают поверхности для защиты от влаги, поскольку он не впитывает воду. Не опасны для него даже кислоты, щёлочи и краски. Именно благодаря широкому спектру положительных качеств его стали применять повсеместно, из него изготавливают сантехнику, строят камины, скамейки и даже архитектурные сооружения. В ближайшие годы ученые будут тестировать его в реальных условиях в качестве заменителя бетона.

Библиографический список

1. [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: <https://www.shu.ac.uk/about-us/our-people/staff-profiles/pal-mangat>
2. [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: <https://www.nkj.ru/news/29996/>
3. [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: http://build-chemi.ru/gidkii-granit---zamena-cementu-articles_750.html

4. [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: <https://qrom.ru/liquid-granite-at>
5. [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: <http://www.strk.ru/news/314/poyavilas-jaroustoychivaya-alternativa-betonu.php>
6. [Электронный ресурс] — Режим доступа: URL: http://svadba-svadba.my1.ru/news/zhidkij_granit_stroitelnyj_material_budushhego/2016-09-20-96

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

Дефектность железобетонных изделий и конструкций

Матвеева М.А., Солонина В.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время значительную долю в строительном сегменте занимают здания и сооружения, возведенные сборно-каркасным способом из изделий и конструкций, производимых в заводских условиях. В нашей стране наблюдается рост объемов потребления панелей и конструкций для крупнопанельного домостроения (млн. м²): в 2010 году - 4,7; в 2017 г – 7,2; к 2020 планируется 10,3. По Уральскому округу к 2020 году объем потребления этих же изделий составит 1569 тыс. м², что больше практически в 2 раза чем в 2010 году (853 тыс. м²).

Согласно стратегии развития промышленности строительных материалов на период до 2030 года [1] в Российской Федерации планируется создание производства номенклатуры современных высококачественных энергосберегающих и конкурентоспособных строительных материалов, изделий и конструкций, как на внутреннем, так и внешнем рынках с учетом потребностей и имеющейся сырьевой базы.

Помимо прочностных и эксплуатационных характеристик к железобетонным изделиям заказчик предъявляет высокие требования по показателям качества внешнего вида. В соответствии с ГОСТ 13015-2012 «Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Общие технические требования» [2] бетонные поверхности конструкций (в зависимости от наличия и размера раковин, наплывов, впадин и околлов бетона) подразделяют на категории А1 - А7. Чаще всего доведение поверхности до требуемого класса осуществляют за счет финишной доработки поверхности, требующей затраты ресурсов и времени, что приводит к удорожанию себестоимости готового изделия.

Рассмотрим различные виды дефектов и возможные последствия при их наличии:

К технологическим трещинам относятся усадочные, вызванные нарушением режима твердения бетона; высоким водоотделением по при-

чине не рационально подобранной рецептуры бетонной смеси; в результате резких температурных перепадов отдельных участков конструкции и напряжений, возникающих при этом (рисунок 1). Объем дефектов такого происхождения достаточно велик и составляет около 60 % [3].

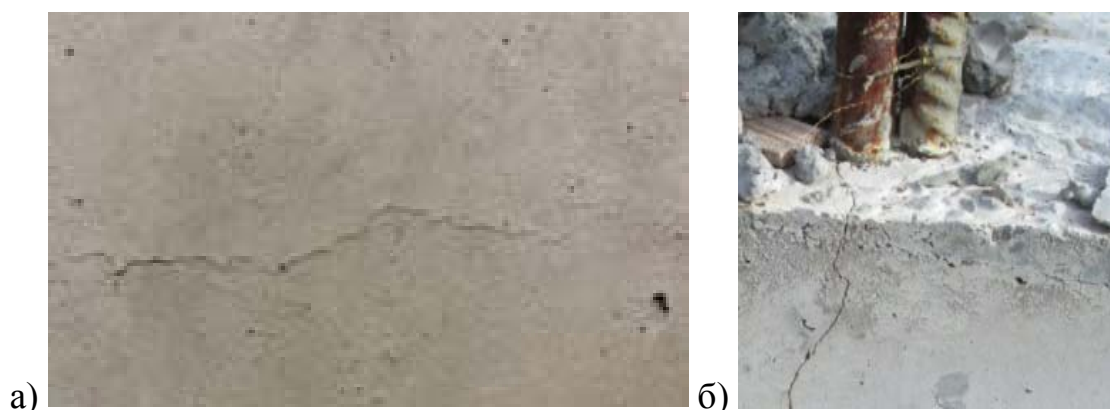


Рисунок 1. Усадочные трещины

а) волосяные трещины, горизонтальной направленности; б) трещины вдоль арматуры

Волосяные трещины могут снизить долговечность, но на несущую способность железобетонных элементов влияния не оказывают. Если трещины располагаются вдоль арматуры, то в зависимости от ширины раскрытия возникает снижение несущей способности в зависимости от толщины защитного слоя и объема выключенного из работы бетона сжатой зоны. Уменьшается несущая способность нормальных сечений в результате нарушений сцепления арматуры с бетоном. Расположение данного дефекта в опорной зоне конструктива классифицируется как аварийное состояние [3].

Непроформованные участки (рисунок 2а) уменьшают сечение изделия и могут обнажить арматуру, что в дальнейшем приведет к ее коррозии и разрушению.

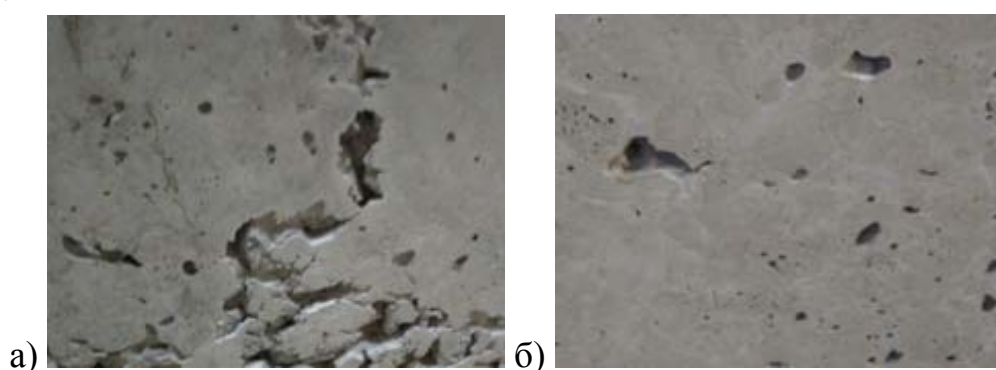


Рисунок 2. Дефекты внешнего вида:

а) непроформованные участки бетона; б) раковины и поры

Раковины и поры (рисунок 2б) ухудшают внешний вид. На снижение долговечности и несущей способности изделий не влияют, но обнажение участков арматуры приведет к ее коррозии.

Дефекты, которые встречаются в железобетонных изделиях по степени их устранения можно условно разделить на легкоустраняемые и неустраняемые.

Возникновение вышеперечисленных дефектов обусловлено рядом причин: применение сырьевых материалов низкого качества, не правильный подбор соотношения компонентов, применение не качественных смазок, не эффективное уплотнение бетонной смеси, жесткий режим тепловой обработки [4].

Для обеспечения эффективности производства и повышения конкурентоспособности предприятий необходимо создать условия, которые смогут повысить характеристики продукции при экономии материальных ресурсов. Чтобы улучшить качество поверхности нужно обеспечить строгий входной контроль качества инертных материалов, использовать цементы с низким содержанием трёхкальциевого силиката (C_3S). Введение фракционированного мелкого заполнителя и наполнителя в состав смеси позволит не только повысить связность (нерасслаиваемость) и тиксотропность бетонной смеси, но и снизить расход самого дорогого составляющего - портландцемента.

Повышение категории лицевых поверхностей крупноразмерных железобетонных изделий позволит сократить трудоемкость и себестоимость отделочных операций, как в условиях заводского производства, так и на строительной площадке, а также существенно улучшить декоративность и внешний вид изделий.

Библиографический список

1. Стратегия развития промышленности строительных материалов и индустриального домостроения на период до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года [электронный ресурс]: [утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 10 мая 2016 г. № 868-р]. – Москва, 2016. – 64 с.
2. ГОСТ 13015-2012 Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Общие технические требования. – М.: Стандартинформ, 2014. – 40 с.
3. Зайцев, Ю. В. Строительные конструкции заводского изготовления – М.: Высш. шк., 1987. – 352с.
4. Физдель, И. А. Дефекты бетонных и каменных конструкций и методы их устранения – М.: Госстройиздат, 1961. – 224 с.

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

Применение нефтешламов в дорожном строительстве

Метликин З.П.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Ежегодно в России образуется более 3 миллионов тонн нефтешламов, из них более 1 млн. тонн нефтешламов и нефтезагрязненных грунтов – в нефтедобывающих компаниях; 0,7 млн. тонн – на нефтеперерабатывающих предприятиях; 0,8 млн. тонн – на нефтяных терминалах, при транспортировании нефтепродуктов. Количество накапливаемых нефтешламов растет с каждым годом, так как только небольшая их часть подлежит переработке и утилизации.

Нефтешламы (нефтяные шламы, НШ) представляют собой сложные физико-химические соединения, состоящие из нефтепродуктов, механических примесей (глины, окислов металлов, песка) и воды. Нефтяные шламы образуются при проведении таких производственных процессов, как переработка, добыча и транспортировка нефти.

Нефтяные шламы можно разделить на несколько основных групп, в соответствии с условиями их образования (табл.1).

Таблица 1

Группы нефтешламов по способу образования

| Грунтовые нефтешламы | Придонные нефтешламы | Нефтешламы резервуарного типа |
|---|--|---|
| Образуются в результате разливов нефтепродуктов на почву в процессе производственных операций или при аварийных ситуациях | Образуются при оседании нефтепродуктов на дно водоемов | Образуются при хранении и перевозке нефтепродуктов в емкостях различной конструкции, при зачистке трубопроводов |

Накопление отходов осуществляется, как правило, на специально отведенных для этого площадках или в бункерах без какой-либо сортировки или классификации [1].

Согласно [2, 3], можно сделать вывод, что НШ, в основном, относят к 3 классу опасности. Углеводороды, попадающие в органы дыхания человека, могут вызывать ряд тяжелых заболеваний, включающих раковые. Поступившие в природу нефтепродукты негативно воздействуют на живые организмы. Несмотря на то, что имеется достаточно исследований НШ, а также информации об опасности таких отходов, прежде чем приступать к мероприятиям по их переработке и утилизации, необходимо определить свойства именно того НШ, который нужно утилизировать.

Задачами утилизации и переработки НШ является: обезвреживание т.е. снижение класса опасности и токсичности отходов; возврат на рынок углеводородной фазы для дальнейшего использования; использование отходов в качестве вторичного сырья, например, для производства строи-

тельных композиционных материалов. Возможные способы и пути утилизации НШ приведены ниже (табл. 2).

Таблица 2

Способы и пути утилизации нефтешламов

| По способу воздействия на НШ | |
|--|--|
| Способ | Принцип |
| Термические | Сжигание в открытых амбарах, печах различных типов, получение битуминозных остатков |
| Механические | Перемешивание и физическое разделение нефтешламов |
| Химические | Экстрагирование с помощью растворителей, отверждение с применением добавок |
| Физико-химические | Применение специально подобранных реагентов, изменяющих физико-химические свойства, с последующей обработкой на специальном оборудовании |
| Биологические | Микробиологическое разложение в почве непосредственно в местах хранения, биотермическое разложение |
| По направлениям применения нефтяных шламов в зависимости от их технологической природы и состава | |
| Направление | Материал |
| Дорожное строительство | Асфальтобетон, шламобетон, нефтегрунт |
| Топливная индустрия, нефтехимия | Гидроизоляционный материал для мягкой кровли |
| Нефтегазовая промышленность, энергетика | Котельное топливо, судовое топливо, брикетированное топливо |
| По техническим решениям | |
| Решение | Пример |
| Получаемое вещество | Патент 2263735 «Органоминеральная смесь для дорожного строительства» |
| Технология | Патент 2276658 «Способ переработки нефтешламов для промышленного использования» |
| Установка | Патент 2330734 «Установка для переработки нефтезагрязненных почв, грунтов и нефтешламов» |

Проанализировав литературу, патенты и статьи, касающиеся применения НШ, можно сделать вывод, что переработка и утилизация нефтесодержащих отходов имеет наибольшую перспективу в строительной области, в частности в дорожном строительстве. Ввиду того, что объемы скопившихся отходов велики, их следует утилизировать в материалоемкой отрасли. Дорожное строительство позволяет достичь поставленной цели в наиболее короткие сроки.

В работах [4, 5] предлагается утилизация НШ в дорожное основание. В [4] предлагают наносить на земляное полотно НШ шламонакопителя и

уплотнять, затем распределять слой щебня и на него наносить НШ, после этого уплотнять. В [5] готовят органоминеральную смесь на основе минерального заполнителя, цемента и жидкого НШ, а также смесь на основе минерального заполнителя, извести, твердого НШ и битуминозного песчаника для повышения морозостойкости. В работе [4] предлагают использовать смесь в южном регионе, это говорит о том, что применение такой технологии для Западной Сибири будет не целесообразно, если ее не усовершенствовать. В [5] смесь с жидким НШ является наиболее оптимальная, но расход НШ не большой, что не дает утилизировать больших объемов, а смесь с твердым НШ для увеличения морозостойкости требует в составе наличие битуминозного песчаника. В России залежи битуминозных пород находятся в Волго-Уральском бассейне, Восточной Сибири и Татарстане, то есть для Западной Сибири это решение не актуально.

Таким образом, способы использования НШ в условиях Западной Сибири требуют дополнительных исследований и доработок.

Перед нами поставлены такие задачи как: анализ составов и свойств НШ, нарабатываемых в ООО «РН-Юганскнефтегаз»; разработка способов их переработки для использования в дорожном строительстве; обоснование составов новых композиционных материалов с применением НШ; разработка конструктивных решений применения нового композиционного материала в дорожной одежде; разработка технологии работ и выполнение экономической оценки.

Библиографический список

1. Мазлова, Е. А. Проблемы утилизации нефтешламов и способы их переработки / Е. А. Мазлова, С. В. Мещеряков – М.: Ноосфера, 2001. – 56 с.
2. Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды [утв. приказом № 511 от 15.06.2001 г.]. – М.: Экология, 2001. – 2 с.
3. Боковикова, Т. Н. Физико-химические и экологотоксикологические свойства нефтешламов нефтяных резервуаров / Т. Н. Боковикова, Е. Р. Шпербер, Л. А. Марченко // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2013. – № 2. – С 35-40.
4. Шпербер, Д. Р. Разработка ресурсосберегающих технологий переработки нефтешлама: дис. ... канд. тех. наук: 03.02.08 / Шпербер Давид Рубинович. – К., 2014. – 96 с.
5. Брехман, А. И. Органоминеральные смеси на основе нефтяных шламов / А. И. Брехман, О. Н. Ильина, А. А. Трифонов // известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2010. – №6. – С 264-267.

Научный руководитель: Митрофанов Н.Г., канд. техн. наук, доцент.

Использование облицовочного кирпича StoneCycling в Тюменской области

Новосёлова А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В Тюмени по правовым актам, регулирующим вопросы переселения граждан из аварийного жилищного фонда зарегистрировано 409 многоквартирных домов, признанных аварийными и подлежащими сносу, 175 многоквартирных домов и жилых помещений, из которых осуществляется переселение граждан и 29 муниципальных жилых помещений, признанных непригодными для проживания. [1]

Следовательно, через несколько лет в Тюмени начнется массовый снос жилых помещений и многоквартирных домов. А это повлечет за собой появление многочисленных строительных отходов.

Крупнотоннажные отходы производства по своему химическому составу близки к природным сырьевым материалам, что предопределяет перспективность использования данных отходов взамен первичных природных материалов при изготовлении строительных материалов. Тем не менее производители строительных материалов недостаточно используют потенциал отходов производства, как ресурса, отдавая предпочтение первичному природному сырью. В России за последние десять лет объем утилизируемых крупнотоннажных отходов производства составляет примерно 6–8 % от общего объема образования отходов, что значительно ниже показателей ряда развитых стран: Китай – 37 %, Западная Европа (Германия, Франция, Дания, Великобритания) – до 58 %, Северная Америка (Канада, США) – до 63 %, Япония – до 87 %. Такое огромное отставание России от показателей утилизации крупнотоннажных отходов зарубежных стран свидетельствует о системных ошибках в подходе к организации условий обращения с отходами производства. [2]

Производство строительных материалов могло бы довольно сильно сократить использование первичных сырьевых материалов и вернуть в хозяйственный оборот значительные территории, которые заняты под размещение этих отходов.

На рынке постоянно появляются новые строительные и отделочные материалы. Относительно недавно появился новый вид кирпичей, который изготавливают из строительных отходов, остающихся после строительных работ и сноса домов. При использовании такого типа кирпичей нет необходимости вывозить мусор, а также в процессе производства происходит намного меньше выбросов парниковых газов, и для самого производства применяется меньше энергии. При этом не нужно выкапывать новую глину, что вдобавок снижает вред, причиняемый окружающей среде.

Кирпичи производства StoneCycle практически полностью делаются из таких материалов, как кирпичная крошка, бетон, стекло и другие строительные отходы.

Процесс изготовления данного материала подразделяется на несколько этапов. Сначала основу разделяют по сортам. А после дробления и перемешивания смеси, в нее добавляют связующее вещество и снова тщательно перемешивают. Также иногда компания добавляет в смесь непригодную глину с заводов.

Последний этап – это укладка готовой массы в формы и прессование до необходимых размеров. Готовые кирпичи хорошо подходят для отделки внешних стен домов, они имеют высокую прочность и долговечность, а также совершенно неопасны для здоровья.

На сегодняшний день официальный сайт компании предлагает на выбор 13 вариантов облицовочного кирпича, различающиеся своей окраской. [3] Самыми первыми стали производиться 4 вида кирпичей:

– Mushroom («Гриб»). Такой облицовочный кирпич имеет серый оттенок и гладкую текстуру, и состоит исключительно из отходов. (Рисунок 1)

– Truffle («Трюфель»). Имеет черно-коричневый оттенок и гладкую текстуру, на 60% состоит из отходов. (Рисунок 2)

– Salami («Салями»). Данная разновидность обладает красным оттенком и гладкой текстурой, в состав на 60% входят отходы. (Рисунок 3)

– Nougat («Нуга»). Строительный материал желтого оттенка, имеющий гладкую текстуру. Содержит 60% отходов и 40% прочих материалов. (Рисунок 4)



Рисунок 1.
Облицовочный кирпич Mushroom



Рисунок 2.
Облицовочный кирпич Truffle



Рисунок 3.
Облицовочный кирпич Salami



Рисунок 4.
Облицовочный кирпич Nougat

Компания StoneCycle работает со строительной промышленностью и юристами для изменения требований и норм по сносу зданий, чтобы затем весь мусор мог использоваться заново. Также они сотрудничают с архитекторами из разных стран над строительными проектами. Поскольку кирпичи могут быть изготовлены в любом размере, любой формы и цвета, то это дает возможность создавать здания совершенно новой конструкции.

Таким образом, на примере технологии производства кирпича StoneCycling будет целесообразно и перспективно создать в Тюмени компанию, которая бы занималась производством кирпичей из строительного мусора. Это позволило бы экономить природные ресурсы нашей области, вторично пуская в оборот отходы, что положительно повлияло бы на экологию.

Библиографический список

1. Официальный портал администрации города Тюмени. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.tyumen-city.ru/vlast/administration/departaments/depar_imusch – Адресные перечни многоквартирных жилых домов, признанных аварийными и подлежащими сносу или реконструкции. Адресный перечень муниципальных жилых помещений, признанных непригодными для проживания. – (Дата обращения: 20.03.2018).
2. Пугин, К. Г. Особенности использования ресурсного потенциала отходов производства для получения строительных конструкций и материалов / К. Г. Пугин, В. К. Пугина // *Фундаментальные исследования*. – 2016. – № 9, ч. 2. – С. 289-293.
3. Официальный сайт компании StoneCycling [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.stonecycling.com> – Виды кирпичей. – (Дата обращения: 14.03.2018).

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

Анализ факторов огнестойкости соединений на МЗП

Овчаров А.О.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Популярность легких конструкций деревянных ферм на металлической пластине увеличивается из-за их экономической эффективности, универсальности и простоты их возведения. Такие конструкции, как показано на рисунке 1, обычно состоят из деревянных элементов, соединенных металлическими соединительными деталями.



Рисунок 1. Деревянная конструкция с соединениями на МЗП

Существуют опасения, что легкие деревянные конструкции с подобными соединениями не обладают необходимой огнестойкостью и не соответствуют требованиям СП 64.13330.2017 «Деревянные конструкции» [1], что пластины являются концентратором тепла и быстрее ослабляют древесину. Также есть мнение, что металлические пластины отражают тепло и защищают древесину под пластиной.

Соединительные пластины изготовлены из оцинкованной стали толщиной 1,2 мм и 2 мм. Конструкции изготавливают путем прессования гидравлическим прессом или валом, чтобы обеспечить полное проникновение зубьев в древесину. По пункту 4.24 «Рекомендаций по проектированию конструкций с соединениями на МЗП» [2] сборочное устройство должно обеспечивать проектное положение элементов с зазором между стыкуемыми элементами, не превышающим 1 мм.

Для исследования влияния металлических пластин на огнестойкость соединений было проведено двенадцать испытаний в Национальном институте стандартов и технологий (NIST) в Лаборатории исследования пожаров зданий. [3] Эти испытания исследовали теплообмен между металлической пластиной и древесиной.

Для испытания были сконструированы наборы трех разных испытываемых образцов. Первые шесть образцов были собраны с зубцами, полностью вдавленными в древесину, и без зазора между деревянными элементами. Следующие шесть образцов состояли: три образца, соединенные с зазором 3,2 мм между деревянными элементами и полным проникновением пластин, и три образца с зазором 0,8 мм между поверхностью металлической пластины и поверхностью древесины (рисунок 2).



Рисунок 2. Тестовые образцы

Температуры измеряли в разных местах на образцах, используя термопары. Первые три образца были сконструированы с четырьмя термопарами (А, В, С и D). Так было сделано для того, чтобы увидеть, защищает ли металлическая пластина прилегающую поверхность древесины. Первая термопара, обозначенная «А», была помещена на поверхность древесины

непосредственно под металлической пластиной. Термопара «В» была помещена в центр образцов непосредственно за «А». Термопары «С» и «D» были размещены в 5 мм от края металлической пластины. Термопара «С» была расположена на поверхности древесины, а термопару «D» вставили в древесину подобно типу «В», как описано выше. Их расположение показано на Рисунке 3.

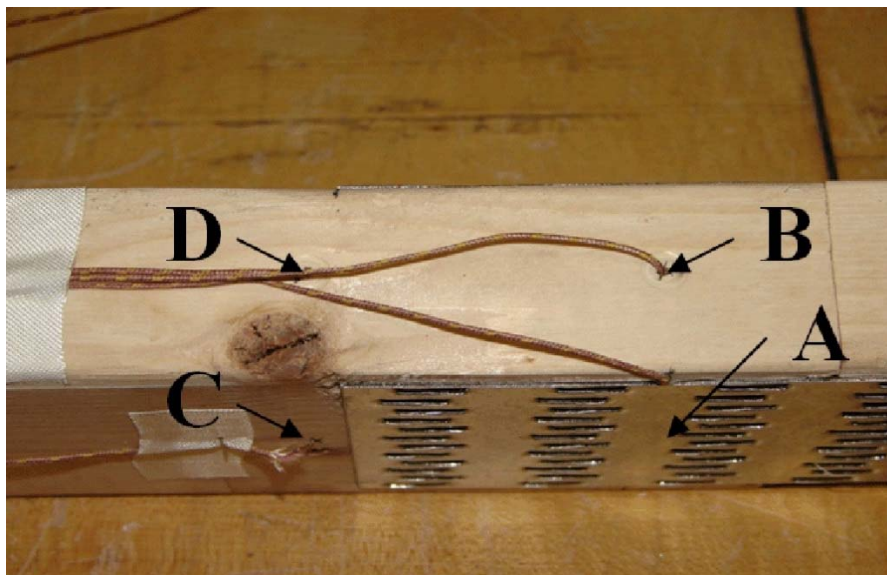


Рисунок 3. Поперечное сечение балки

По результатам испытаний были получены результаты: показания температур с термопар, а также характер повреждений образцов разных видов. Были построены графики по показаниям температур, расположению термопар и времени проведения испытания для трех видов образцов. Сделаны выводы о влиянии металлических пластин на огнестойкость соединений.

Библиографический список

1. СП 64.13330.2017 "Деревянные конструкции", М.: ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко - институт ОАО "НИЦ" "Строительство", 2017. – 97 с.
2. Рекомендации по проектированию и изготовлению дощатых конструкций с соединениями на металлических зубчатых пластинах // ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко. Москва: Стройиздат, 1983. – 40 с.
3. Harman, K. A. A Study of Metal Truss Plate Connectors When Exposed to Fire. / K. A. Harman, J. R. Lawson. // NISTIR 7393, National Institute of Standards and Technology, U.S. Department of Commerce, Gaithersburg, MD. – 2007. – P. 20.

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

Сравнительный анализ теплоизоляционных материалов для трубопроводов в Тюменском и Уральском регионах

Павлова М.Н.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На российском рынке существует множество теплоизоляционных материалов для трубопроводов: минеральная вата, ППУ-скорлуп, пенобетон, армированный бетон и т.д. Усовершенствование строительного рынка пополняется легкодоступными, более эффективными и менее затратными теплоизоляционными материалами. И такой разработкой стала теплоизоляционная краска.

В Тюменском и Уральском регионах используют особые теплоизоляционные материалы, которые отличаются небольшим коэффициентом теплопроводности, устойчивостью к осадкам и погодным явлениями, огнеупорностью. В Тюмени и Тюменской, Свердловской, Челябинской областях есть заводы по производству теплоизоляционных материалов для трубопроводов:

ООО «Челябинский завод теплоизоляционных изделий» (минеральная вата), ООО ПИК «Уральский завод ТСМ» (ППУ-скорлупы), Завод «ПолимерПласт» (ППУ-скорлупы), Завод «СИБПРОМКОМПЛЕКТ» (ППУ-скорлупы), ООО «Изоллат» (теплоизоляционная краска).

Таблица 1

Технические характеристики строительных материалов

| Свойства | Теплоизоляционная краска | Минеральная вата | ППУ-скорлуп |
|--|--------------------------|------------------|--------------|
| Укрывистость гр/м ² | 176 | - | - |
| Расчетная теплопроводность Вт/м °С | 0,0012 | 0,036 | 0,031 |
| Теплоотдача Вт/м °С | 3,9 | 0,035-0,040 | 0,021 |
| Термического сопротивления м ² *С\Вт (при 1 мм) | 1,0 | 2,778 | 2,80 |
| Коэффициент паропроницаемости Мг/м ч ПА | 0,012 | 1 | 0,05 |
| Адгезия покрытия | 1 балл | - | - |
| Класс горючести (кроме модификации НГ) | Г1 | Г1 | Г4 |
| Водопоглощение при насыщении водой за 24 часа по объему, % | 0,03 | 1 | 0,3 |
| Срок службы | Более 30 лет | 10 лет | Около 30 лет |

Достоинством теплоизоляционной краски является толщина покрытия конструкционных материалов, нанесенная на поверхность в 2 мм, ко-

торая заменяет несколько слоев минеральной ваты, не говоря уже о ППУ-скорлупах [Таблица 1]. Также этот материал недорогой на строительном рынке по сравнению с другими материалами. К существующим теплоизоляционным лакокрасочным материалам относятся краски: «Альфатек», «Артермо Стандарт», «Корунд», «ТСМ Керамические», «*Teplomet Nano*», «ОРИОН *Re-THERM*», «Броня».

Проведя сравнительный анализ теплоизоляционных материалов, можно сделать вывод:

- Теплоизоляционные краски для трубопроводов имеют высокий показатель герметичности;
- Возможность повторного использования или вторичной переработки;
- Способность функционировать при низких температурах;
- Легкость в монтаже;
- Низкая себестоимость.

Библиографический список

1. Леонович, И. Ф. Анализ основных производственных факторов, обеспечивающих долговечность ПИ-труб для тепловых сетей / И. А. Леонович, А. А. Александриков, В. В. Титов // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2017. – № 2. – 2 марта. – С. 142-150.
2. Шойхет, Б. М. Тепловая изоляция трубопроводов тепловых сетей. Современные материалы и технические решения / Б. М. Шойхет, Л. В. Ставрицкая, Я. А. Ковылянский // Энергосбережение. - 2002. - № 5. - С. 43-45
3. ГОСТ 8784-75 Материалы лакокрасочные. Методы определения укрывистости. Издательство стандартов, 2002. – 5 с.
4. ГОСТ 15140-78 Материалы лакокрасочные. Методы определения адгезии. Стандартиформ, 2009. – 5 с.
5. Бухмиров, В. В. Исследование энергетической эффективности покрытий. / В. В. Бухмиров, А.К. Гаськов // Вестник ИГЭУ. – 2015. – №5. – С. 2-5.
6. Пампуха, А. С. Современные теплоизоляционные материалы для трубопроводов тепловых сетей / А. С. Пампуха, Е. Н. Семикова, Д. А. Чуркина // Студенческий научный форум. – 2017.

Научный руководитель: Илясова С.В., ассистент.

Вибросмеситель для приготовления дисперсно-армированных бетонных смесей

Панов В.И., Красиков А.А, Невкина Ю.М.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Высокие темпы развития промышленности и, в частности, строительной индустрии, приводят к необходимости создания и использования новых видов строительных материалов, отвечающих современным требованиям к их прочностным характеристикам и технологическим показателям.

Наиболее распространенным строительным материалом на данном этапе по-прежнему остается бетон, однако состав и способы изготовления из него строительных изделий непрерывно совершенствуются. Для увеличения несущей способности и снижения вероятности разрушения традиционно используется армирование (металлическими прутьями, каркасами, кладочными сетками), причем всё более популярным становится дисперсное армирование (фиброй - из стальной проволоки, стекловолокна, базальта, полипропилена и др.)

В России, несмотря на значительный рост объёмов изготовления дисперсно-армированных бетонов, область их использования остается ограниченной. Так, например, в странах Евросоюза этот материал используется в самых разнообразных областях - в дорожном и гражданском строительстве, строительстве гидросооружений, взлетно-посадочных полос аэропортов (ежегодное производство около 300 тысяч тонн фибры). В нашей стране основная область использования фибры (примерно 90%) — это поверхностное упрочнение (ежегодное производство фибры - около 7 тысяч тонн). Такое отставание связано с тем, что до настоящего времени отсутствуют достаточно внятные рекомендации, утвержденные регламенты по применению (технологический расчет, объемное содержание) тех или иных видов фибры, что, как следствие, приводит к невозможности рекомендации применения этого материала в широком спектре технологических схем изготовления бетонных конструкций.

Рядом исследований доказано, что использование дисперсно-армированных волокон позволяет улучшить прочностные показатели возводимых объектов, упростить сам процесс строительства и, как следствие, увеличить экономическую эффективность. Исходя из этого, можно утверждать, что использование строительных смесей на основе дисперсного армирования является перспективным направлением повсеместного широкого внедрения при условии разработки технологии их приготовления.

Проблема приготовления заключается в неравномерном распространении фибры в объеме бетонной смеси, и в склонности скапливаться в одном месте за счет сцепления частиц друг с другом.

В обычной технологии некоторым решением проблемы считается увеличение времени перемешивания компонентов либо постепенный ввод дисперсных волокон с предшествующим их расцеплением. Однако такой подход увеличивает затраты.

На основе известного анализа конструктивной эволюции смесителей [1] для полного решения проблемы целесообразно использование известного физического эффекта - тиксотропии (обратимого снижения вязкости бетонной смеси под воздействием вибрации) на этапе приготовления. Для достижения необходимого эффекта требуется разработка поличастотного вибрационного смесителя, который был-бы способен создавать необходимые параметры воздействий (частоту и амплитуду колебаний) во время перемешивания ингредиентов бетонной смеси.

С этой целью была спроектирована и создана физическая модель вибросмесителя, предназначенная для проведения последующих экспериментов по воздействию вибрации на бетонные смеси, в том числе и дисперсно-армированные.

Физическая модель вибросмесителя (рис.1) представляет собой смесительный барабан (1) с подъемно-сбрасывающими лопастями (2), опирающийся на корпус редуктора (7) через подшипники (4). В центральной части барабана смонтирован корпус виброактиватора (3), представляющий собой конус, опирающийся на шатунный подшипник (10) и резиновую муфту (8), передающую вращение от корпуса барабана.

Барабан приводится в движение от электродвигателя (5) через двухступенчатый редуктор. От этого же электродвигателя через клиноременную передачу и эксцентриковый вал (6), проходящий внутри полого вала редуктора, осуществляется привод виброактиватора. Колеблющаяся масса виброактиватора совершает колебания в результате вращения эксцентрикового вала и уравнивается за счет противовесов (9). «Резиновая муфта обеспечивает герметичность корпуса вибровозбудителя и с целью повышения долговечности она установлена в месте нулевого эксцентриситета» [2].

Таким образом, отбалансированный консольный эксцентриковый виброактиватор совершает прецессионные колебания с постоянной частотой и амплитудой.

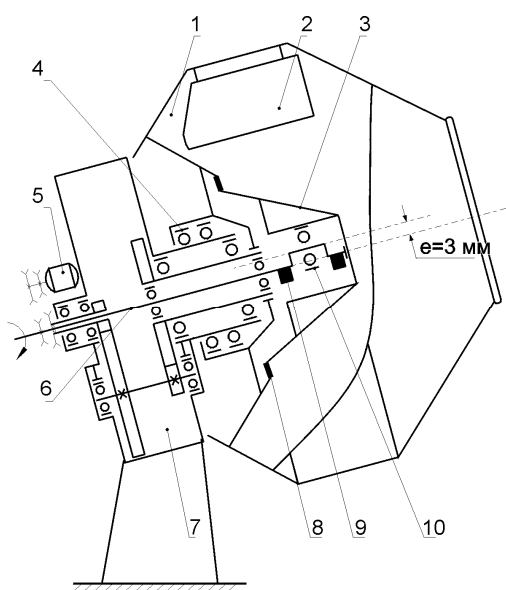


Рисунок 1. Схема физической модели вибросмесителя

Процесс смешивания происходит в результате многократного попеременного поднятия материала лопастями и его свободного падения.

Виброактиватор обеспечивает передачу вибрационного воздействия на смесь, что позволяет повысить равномерное распределение дисперсных частиц в смеси и, как следствие, качество приготавливаемого материала.

Созданную физическую модель вибросмесителя планируется использовать для приготовления дисперсно-армированных бетонных смесей, в рамках проведения ряда экспериментов по определению степени воздействия вибрации на равномерное распределение дисперсно-армированных волокон в бетонной смеси, с последующим определением прочностных характеристик полученного фибробетона.

Библиографический список

1. Серебренников, А. А. Анализ конструктивной эволюции смесителей / А. А. Серебренников, Д. С. Ляпоров // В сборнике: Нефть и газ. Новые технологии в системах транспорта Материалы региональной научно-практической конференции. – 2004. – С. 79-84.

2. Серебренников, А. А. Производственные испытания гравитационного бетоносмесителя с вибрационным воздействием / А. А. Серебренников, В. Н. Кучинский // В сборнике: Проблемы эксплуатации автомобилей, строительных, дорожных и подъемно-транспортных машин. Межвузовский сборник научных трудов. – Тюмень, 2001. – С. 54-56.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Серебренников А.А.

Применение органоминеральной добавки «Arena ViMix» в производстве керамзитобетонных блоков

Реутова К.В., Каспер Е.И., Тарасов Р.А.

Тюменский индустриальный университет

Керамзитобетонные блоки стали очень популярны, особенно в малоэтажном строительстве. Одним из достоинств блоков из керамзитобетона является низкая стоимость возведения и эксплуатация зданий, в отличие от блоков из ячеистого бетона и кирпича. Также к преимуществам относятся невысокая плотность изделий, низкая сорбционная влажность и хорошая звукоизоляция. Невысокий коэффициент теплопроводности обеспечивает комфортные условия для проживания в доме из керамзитобетонных блоков. [1]

Однако у керамзитобетонных блоков есть и недостатки. Одним из них является невысокий показатель прочности. Именно по этой причине эти блоки нельзя использовать в многоэтажном строительстве. Следующим недостатком является способность керамзитобетонных блоков впитыва-

вать влагу, следовательно, теряется прочность и долговечность конструкции, поэтому не рекомендуется использовать их в фундаментах и подвальных помещениях.

Задачей экспериментальной работы являлось разработка состава бетона повышенной прочности для производства блоков из керамзитобетона на предприятии ООО «ВЗКГ» (г. Тюмень) с целью увеличения номенклатуры выпускаемых изделий, обладающей высокой морозостойкостью, водонепроницаемостью и теплоизоляционными свойствами. [2]

В работе были использовались следующие материалы:

- цемент – Сухоложского цементного завода марки ЦЕМ I 42,5Н;
- мелкий заполнитель – керамзитовый песок с модулем крупности 2,5 мм;
- крупный заполнитель – керамзитовый гравий фракции 5÷10 мм плотностью 500 кг/м³;
- комплексная органо-минеральная добавка «Arena ViMix» (ООО «Завод гидроизоляции «АРЕНА»)– насыпная плотность 300 кг/м³.

Состав керамзитобетона на 1 м³: цемент - 275 кг; керамзитовый песок - 315 кг; керамзитовый гравий - 470 кг [2].

Удобоукладываемость бетонной смеси: Ж = 5 - 10 с (Ж1).

Результаты исследований приведены в таблице 1[3].

Таблица 1

Влияние дозировки органо-минеральной добавки «Arena ViMix» на физико-механические свойства керамзитобетона.

| № состава | Дозировка добавки, % | Расход воды, л/м ³ | Плотность бетона, кг/м ³ | Прочность на сжатие, МПа | рост прочности, % |
|-----------|----------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-------------------|
| 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| контр | - | 135 | 1105 | 10,2 | - |
| 2.1 | 3,0 | 123 | 1126 | 26,1 | 156,1 |
| 2.2 | 4,0 | 117 | 1120 | 32,2 | 214,0 |
| 2.3 | 5,0 | 115 | 1117 | 31,3 | 207,0 |
| 2.4 | 6,0 | 113 | 1111 | 30,8 | 202,0 |

Оптимальной можно считать дозировку добавки «Arena ViMix» в количестве 4 % от массы цемента. Прочность бетона на сжатие достигла 32,2 МПа, что превышает прочностные характеристики, по сравнению с контрольным образцом на 214 %. [3]

Таким образом, на основании проведенного анализа и лабораторных исследований, данный состав керамзитобетона можно внедрить на производстве для изготовления блоков повышенной прочности, с такими показателями качества, как В30 D1100 Ж1. Также уменьшилась усадка материала, улучшился показатель связности, однородности керамзитобетонной смеси и ускорился набор прочности.

Библиографический список

1. Реутова, К. В. Повышение прочностных показателей керамзитобетонных блоков / К. В. Реутова, Е. А. Каспер, О. С. Бочкарева // Новые технологии – нефтегазовому региону: материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Т. IV. – Тюмень: ТИУ. 2017. – С.160-162.
2. Реутова, К. В. Улучшение эксплуатационных характеристик керамзитобетонных блоков / К. В. Реутова, Е. А. Каспер, Е. И. Каспер // Новые технологии – нефтегазовому региону: материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Тюмень: ТИУ, 2017. – Т. IV. – С.163-165.
3. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Правила определения прочности по контрольным образцам – М.: Стандартинформ, 2013. – 30 с.

Научный руководитель: Каспер Е.А., доцент.

Исследование влияния техногенного сырья на свойства силикатных изделий

Рюпина Е.А., Хафизова Э.Н.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Объем производства силикатного кирпича в России за последние три года снизился на 15% [1]. Это связано с тем, что рынок силикатных изделий стал весьма насыщенным, с высоким уровнем конкуренции, подталкивающей предприятия отрасли к постоянному повышению качества выпускаемой продукции, что требует от производителей перехода на новые технологии и внедрения различных инноваций.

Одним из путей решения сложившейся проблемы, может быть вовлечение в процесс производства техногенного сырья. Согласно реестру, разведанных минерально-сырьевых природных ресурсов Заводоуковского городского округа в Южно-Заводоуковском месторождении расположены кирпичные глины. Химический состав глин (%): SiO₂-66,39; TiO₂-0,81; Al₂O₃-11,8; Fe₂O₃-4,24; FeO-0,53; CaO-4,87; MgO-1,3; K₂O-2,09; потери при прокаливании -3,87. Согласно данным, объем исследованных запасов 2890 тыс. м³ [2].

Объектом исследования является силикатный кирпич, используемый для возведения стен здания. Предметом исследования является влияние техногенного сырья Южно-Заводоуковского месторождения на характеристики силикатного кирпича.

В качестве контрольного принят состав силикатной массы, используемый для производства силикатного кирпича на предприятии ООО «ИССС» [3]:

- известково-кремнеземистое вяжущее (ИКВ) – 18%;
- кремнеземистый компонент – 71,5%;
- вода техническая – 10,5%.

Образцы изготавливались по стандартной технологии в условиях лаборатории «Строительные материалы» ТИУ, автоклавная обработка выполнялась на предприятии ООО «Инвест-силикат-стройсервис» по следующему режиму:

- 1,5 часа подъем давления;
- 7 часов выдержка при давлении 0,9 МПа и температуре 176⁰С;
- 1,5 часа спуск давления.

В последующих составах варьировалось содержание кирпичной глины 0-20%, а содержание вяжущего оставалось 18%, однако значительного эффекта и влияния на технические характеристики разрабатываемого материала не было отмечено. Поэтому было принято решение увеличить процент вяжущего вещества до 20% в составе силикатной массы для увеличения содержания кальцита в смеси.

Влияние техногенного сырья на физико-механические характеристики материалов отражены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние техногенного сырья Южно-Заводоуковского месторождения на плотность и прочность образцов

| № состава | Содержание ИКВ, % | Содержание техногенного сырья, % | Плотность образцов, кг/м ³ | Прочность при сжатии образцов, МПа |
|-------------|-------------------|----------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| контрольный | 20 | 0 | 1843 | 24,8 |
| 1 | 20 | 10 | 1971 | 23,5 |
| 2 | 20 | 20 | 1961 | 23,8 |
| 3 | 20 | 30 | 1928 | 29,9 |
| 4 | 21 | 20 | 1947 | 24,9 |
| 5 | 22 | 20 | 1936 | 19,8 |

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать вывод, что оптимальным по контрольным показателям (плотности и прочности) является состав №3. Во-первых, при содержании техногенного сырья 30% от массы заполнителей достигается незначительное увеличение плотности образца, но при этом, значительно увеличивается прочность при сжатии на 21% по сравнению с контрольным образцом. Во-вторых, известно, что скорость связывания извести зависит от дисперсности кварца и от С/С. Прочность образцов растет до связывания основного количества извести, в дальнейшем она меняется мало [4].

Заменяя часть кремнеземистого компонента более мелкодисперсным сырьем, увеличивается скорость связывания извести, что положительно сказывается на кинетике твердения силикатного кирпича, а также появляется возможность уменьшения изотермической выдержки.

Библиографический список

1. Семёнов, А. А. Текущее состояние и тенденции развития промышленности строительных материалов / А. А. Семёнов // Строительные материалы. – 2012. – №2. – С.23-43.
2. Реестр разведанных минерально-сырьевых природных ресурсов Заводоуковского городского округа. Источник: Администрация Заводоуковского городского округа, 2018.
3. Технологический регламент ООО «Инвест-силикат-стройсервис».
4. Хавкин, Л. М. Технология силикатного кирпича / Л. М. Хавкин – М.: Стройиздат, 1982. – 384 с.

Известняковый наполнитель в составе вяжущего низкой водопотребности

Суровцев И.А., Солонина В.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Известно, что прочность твердеющего цементного камня и композиционных материалов на его основе, как и любого материала, снижается с увеличением пористости. Согласно общепринятой теории прочности цементного камня, поры геля практически не отражаются на его конечной прочности, в свою очередь прочность снижают капиллярные поры и воздушные пустоты, объемом которых можно управлять [1]. Достичь высокой плотности цементного камня возможно путем введения в состав вяжущего наполнителей определенного дисперсного ряда и тем самым обеспечить плотную упаковку частиц в процессе формирования структуры на микро- и нано уровне. Преимущества структуры цементной матрицы с наполнителем состоят в том, что в ней локализуются внутренние дефекты (микротрещины, макропоры и капиллярные поры), а также в том, что их количество и размеры уменьшаются и снижается концентрация напряжений [2].

Использование молотого известняка в качестве компонента в составе цементных вяжущих обусловлено рядом причин. Данный материал способен частично заменить исходный клинкер, что широко используется рядом отечественных и зарубежных заводов по выпуску цементных вяжущих. Тонкомолотый известняк способствует уменьшению водоотделения, водопотребности и расслаиваемости смесей, повышению их водоудерживающей способности, пластичности, однородности, снижению усадки, а также улучшает водо-, морозо-, и кислотостойкость раствора [3]. Положительное влияние карбонатных наполнителей цемента объясняется их химическим родством, что при естественном твердении ведет к образованию плотного контакта между ними и срастанию продуктов гидратации цемента с наполнителями. Важной особенностью карбонатных пород является то, что они

вступают в физико-химическое взаимодействие с клинкерными минералами цемента, участвуя в формировании структуры цементного камня [4].

В данной работе представлены результаты эксперимента по изучению влияния известняка на свойства вяжущего низкой водопотребности.

Для получения, вяжущего низкой водопотребности (ВНВ) были использованы портландцемент класса ЦЕМ III/B-III32,5Н и известняковая мука.

Портландцемент и известняк в соотношении 1:1 в присутствии суперпластификатора ПФМ НЛК в количестве 0,6% и интенсификатора по мола ТЭА – 0,02% подвергались 2 часовому домолу в лабораторной шаровой мельнице.

Гранулометрические составы исходных компонентов и полученного вяжущего низкой водопотребности представлены на рисунках 1, 2.

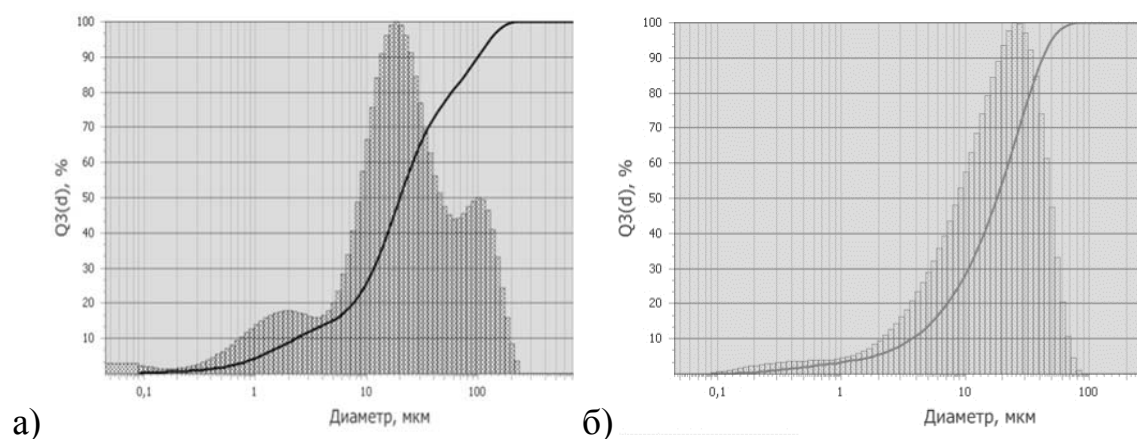


Рисунок 1. Интегральная кривая размера частиц:
а) известняковая мука; б) портландцемент

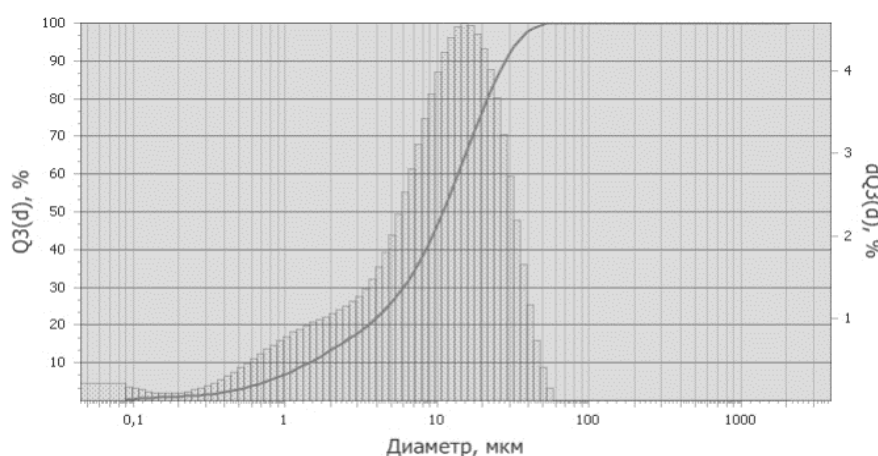


Рисунок 2. Интегральная кривая размера частиц ВНВ

По сравнению с исходными компонентами в полученном ВНВ наблюдается смещение пика в сторону меньшего размера частиц, что говорит об увеличении удельной поверхности дисперсного материала. Кроме

того, наблюдается более высокое процентное содержание частиц nano размерного ряда (менее 1 мкм).

При введении ВНВ с шагом 10% в портландцемент готовились составы и из теста нормальной густоты формовались образцы кубы 2x2x2 см. Следует отметить, что водопотребность полученного ВНВ снизилась на 18,5% по отношению к контрольному портландцементу.

Готовые образцы хранились в воде и по истечении контрольного периода испытывались на прочность при сжатии. Результаты испытаний в возрасте 2, 7, 14 и 28 суток представлены на рисунке 3.

Прочность самого ВНВ в возрасте 28 суток составила 57,8 МПа, контрольный состав цемента в марочном возрасте составил 53,1 МПа.

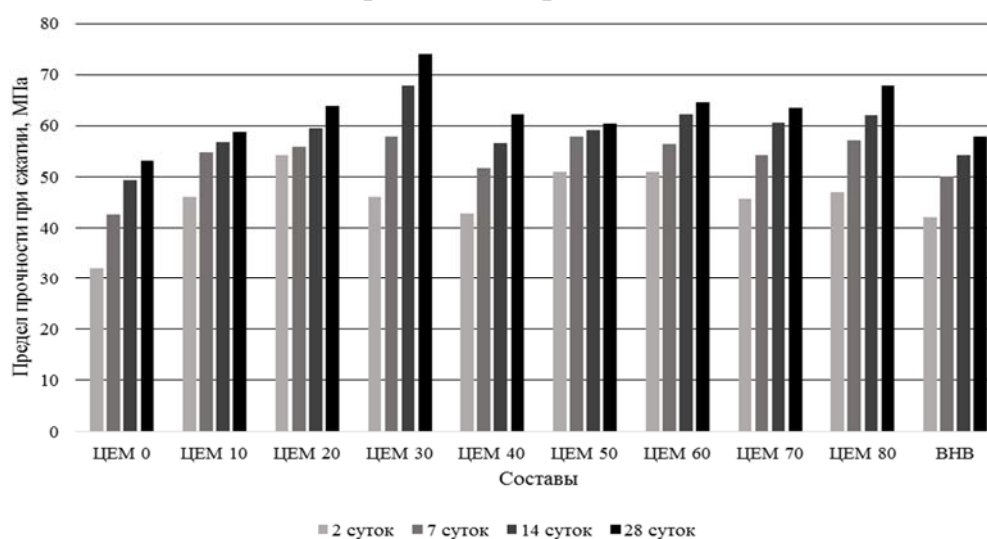


Рисунок 3. Результаты испытаний образцов на прочность при сжатии

Анализируя полученные результаты можно сделать вывод о том, что ВНВ в составе цементной композиции позволяет получить прирост прочности искусственного камня, как в раннем, так и в марочном возрасте твердения (оптимальное количество ВНВ – 30%).

При затворении водой тонкомолотые частицы цемента в составе активированного вяжущего более полно вступают в реакции гидратации, при этом частицы тонкомолотого известняка выступают в роли готовых центров кристаллизации твердеющей системы, что значительно ускоряет процесс набора прочности и способствует уменьшению количества пор.

Библиографический список

1. Сорока, И. Структура цементного камня и использование прессованных образцов как структурных моделей / И. Сорока, П. Середя // Сборник статей пятого международного конгресса по химии цемента – Токио, 1968.

2. Королев, Е. В. Строительные материалы вариативно-каркасной структуры: монография / Е. В. Королев, Ю. М. Баженов, В. А. Смирнов –

Министерство образования и науки Росс. Федерации, ФГБОУ ВПО «Моск. гос. строит, ун-т.» – М.: МГСУ, 2011. – 316 с.

3. Маилян, Р. Л. Бетон на карбонатных заполнителях / Р. Л. Маилян – Ростов, 1967. – 224 с.

4. Каримов, И. Ш. Тонкодисперсные минеральные наполнители в составах цементных композиций: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Каримов Ильдар Шакирьянович. – СПб.: ПГУПС, 1996. – 26 с.

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

Проблемы долговечности цементогрунта в дорожных конструкциях в суровых условиях Сибири

Тверяков С.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В Европе и России работы по разработке способов и методов укрепления грунтов искусственными вяжущими были начаты в конце 19 века после изобретения технологии производства цемента. В 20-х годах прошлого века в России русско-советскими учеными М.М.Филатовым, В.В.Охотиным, П.А.Замятченским, П.А.Ребиндера, Н.Н.Ивановым, А.Я.Тулаевым, В.М.Безруком и др. впервые были выполнены научно-обоснованные работы по укреплению грунтов искусственными вяжущими.

Главным предназначением укрепленных грунтов является замена привозных каменных материалов при строительстве дорожных одежд, укрепления обочин и откосов. Это связано, прежде всего, с отсутствием каменных материалов на 80 % площади территории России.

Результаты многочисленных обследований СоюзДорНИИ и ТюмГАСУ на севере Тюменской области указывают на высокую эффективность применения укрепленных грунтов в дорожных конструкциях на автомобильных дорогах и на аэродромах [1]. Анализируя опыт применения цементогрунтов в суровых климатических и сложных грунтово-геологических условиях Западной Сибири, можно констатировать следующие преимущества по сравнению с привозными каменными материалами:

- снижение стоимости строительства дорожной одежды в 1,5-2 раза;
- увеличение срока службы всей дорожной конструкции от 1,5 до 3 раз (в среднем срок до первого капитального ремонта составляет 12 лет);
- отсутствие процесса колееобразования, происходящего за счёт деформаций основания и верхней части грунтов земляного полотна.

Принципиальным недостатком является отсутствие прочностных показателей свойств цементогрунтов при отрицательных температурах ниже $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и дифференциации требований в зависимости от

климатических условий района строительства. Существенное влияние на поведение цементогрунта в основании и покрытии дорожных одежд оказывает континентальность климата. Исходя из этого, целью данной работы является исследования морозостойкости и водостойкости цементогрунта при температурах в диапазоне от -20C^0 до -50C^0 . Общая методика работ состояла из теоретических и лабораторных исследований. В данной работе представлены основы теоретических представлений по получению цементогрунтов с высокой морозо- и водостойкостью для районов с суровым климатом. При длительном воздействии на цементогрунт воды происходит разрушение структурных связей. Это вызывает отдельные выкрашивание минеральных зерен и в дальнейшем способствует разрушению слоя основания или покрытия. С увеличением времени воздействия воды прочность материала снижается. Разрушению структуры также способствует попеременное увлажнение и высыхание материала и связано с неравномерным распределением напряжений в различных микрообъемах цементогрунта.

При эксплуатации цементогрунта в основании и покрытии дорожных одежд в осенне-зимний период и ранней весной вода, находящаяся в порах материала при отрицательных температурах, переходит в твердую фазу, увеличиваясь в объеме примерно на 9 %. Это вызывает внутреннее давление в порах, которое приводит к разрушению цементогрунта. Морозостойкость цементогрунта оценивается по коэффициенту морозостойкости, который показывает снижение прочности после заданного количества циклов замораживания – оттаивания водонасыщенных образцов при температурах -20C^0 и $+20\text{C}^0$.

Остается открытым вопрос по структурным изменениям цементогрунта при температурах до -50C^0 . По данным профессора А.Н.Шуваева, в процессе понижения температуры происходит структурные изменения рыхло-связной и прочно-связной воды, т.е. переход в их твердую фазу, что вызывает, в свою очередь, разуплотнение структуры материала, формируя систему открытых пор и капилляров. Это провоцирует увеличение объема цементогрунта с содержанием твердой фазы воды. В результате чего происходит снижение прочности слоя цементогрунта и всей дорожной конструкции в целом. Величина и прочность формирующихся в грунте агрегатов зависит от многих факторов: гранулометрического состава, содержания глинистых и коллоидных частиц, химико-минералогического состава и влажности.

В зависимости от этих факторов величина грунтовых агрегатов может изменяться от 20 в диаметре до 0,25 мм. В агрегатах малых размеров частицы грунта соединены между собой более прочными связями. Крупные агрегаты образуются путем агрегации мелких агрегатов, связанных между собой слабыми коагуляционными связями. Прочность агрегатов возрастает с уменьшением их размеров, и это увеличение тем больше, чем меньше влажность агрегатов. Агрегаты размером менее 5 мм

характеризуются большей прочностью. По данным В.М.Безрука [2], прочность агрегатов размером 2-5 мм больше в 3-7 раз, чем прочность агрегатов 10-20 мм. Более крупные по своим размерам агрегаты являются не только менее прочными, но и менее водоустойчивыми. С увеличением в грунте количества прочных агрегатов, размер которых относительно невелик, увеличивает поверхность взаимодействия между грунтом и вяжущим. Степень влияния агрегатного состава грунта зависит от типа связей, образующихся при взаимодействии грунта с цементом. Это, в свою очередь, зависит от дозировки неорганического вяжущего, которая формирует сплошной или прерывистый цементный каркас. Цементогрунт традиционных составов и свойств, согласно СН25-74 с дозировкой цемента 6-12% и прочностью при сжатии до 6,0-10,0 МПа обладает недостаточной долговечностью. При дозировке цемента от 12 до 20 % цементогрунт можно отнести к высокопрочным, с прочностью при сжатии до 20,0 МПа [3].

Данные составы характеризуются повышенной водо- и морозостойкостью и могут быть использованы для устройства покрытий дорожных одежд и укрепления откосов подтопляемых насыпей, тогда как первые - только для устройства оснований. В процессе технологии производства работ долговечность материала в значительной степени зависит от времени выполнения операций приготовления смеси «смешением на дороге» и уплотнения цементогрунтовой смеси, или только от времени уплотнения, в случае приготовления смеси в установке. Второй вариант наиболее предпочтителен. Анализируя вышесказанное можно сделать вывод о проведении лабораторных исследований по изучению водо- и морозостойкости цементогрунтовых смесей в широком диапазоне температур от +50 до -50С⁰. При этом, для повышения прочностных показателей необходимо детально рассмотреть повышенные дозировки цемента в составе цементогрунтов, применение полимерных добавок - снижающие влажность и уменьшающие время уплотнения смесей при формировании конструктивных слоев дорожных одежд.

Библиографический список

1. Шуваев, А. Н. Надежность и долговечность автомобильных дорог в сложных природных условиях / А. Н. Шуваев, М. В. Панова // Актуальные вопросы проектирования автомобильных дорог: сборник научных трудов ОАО «ГИПРОДОРНИИ» - вып.4(63). – Екатеринбург: Изд-во Уральского университета, 2013. – С. 14-19.
2. Безрук, В. М. Технология и механизация укрепления грунтов в дорожном строительстве / В. М. Безрук, Е. Ф. Левицкий, Л. Н. Ястребова и др. – М.: Изд-во «Транспорт», 1976. – 230 с.
3. Иванов, Н. Н. Оптимальное использование строительных материалов в дорожных конструкциях / Н. Н. Иванов и др. – Свердловск: Средне-Уральское книжное издательство, 1977. – 167 с.

Научный руководитель: Панова М.В., канд. техн. наук, доцент.

Современное состояние и перспективы использования в строительстве шламов химической водоочистки на ТЭЦ

Тюлькина А.В., Янушевская Я.Д.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В современном мире энергетика является основой для развития базовых отраслей промышленности, определяющих прогресс общественного развития. Каждый человек потребляет энергию в огромных количествах, но не каждый знает, что производство этой энергии в большинстве случаев связано с ухудшением состояния экологической обстановки. В частности, производство электроэнергии на ТЭЦ всегда сопровождается выделением жидких отходов сточных вод. В результате их очистки (Рисунок 1) остаются так называемые шламы – твёрдые вещества различного происхождения, коллоидные дисперсные системы, лишь в некоторых случаях поддающиеся утилизации. В других же случаях они наносят ущерб экологии, так как являются биологически активными и зачастую содержат патогенные организмы.



Рисунок 1. Технология очистки воды

Шламонакопители ТЭЦ ежегодно пополняются несколькими тысячами тонн отходов, после заполнения хранилища шлам необходимо захоронить на полигоне. Наиболее востребованный способ – сжигание шламов – не является

экологичным, так как выделяемые при этом газы токсичны, затраты энергии слишком велики, а на выходе остается минеральная часть осадка.

В научном плане проблема утилизации водных шламов в настоящее время не имеет исчерпывающего решения, что и обуславливает актуальность темы переработки отходов промышленности, а именно шламов химводоочистки ТЭЦ, для получения материала строительной индустрии.

Шлам нашёл применение в строительстве в качестве второстепенного сырья для строительных смесей, составляющей минеральных вяжущих (строительной извести) на основе карбонатного сырья, получаемых путём обжига CaCO_3 при 1000-1200 °С. Высокая дисперсность и стабильность химического состава некоторых шламов позволяет применять их как микронаполнители и химические активаторы гидратации и структурообразования цементов и композитов. Преимущество цемента с микронаполнителем состоит в повышении его прочности, локализации внутренних дефектов, снижении концентрации напряжений, увеличении подвижности и пластичности, облегчении транспортировки и уменьшении энергетических затрат на его уплотнение. Карбонатные шламы химводоочистки энергетических предприятий являются наиболее оптимальными для применения в цементах и строительных растворах, это доказывает эффективное их использование в строительных организациях г. Пензы[1]. Ещё одна область применения шламов – производство кладочных и штукатурных растворов, где они играют роль регулятора схватывания и твердения. Гипсосодержащие и карбонатные шламы распространены и в производстве теплоизоляционных материалов: композитов, получаемых на основе цемента, шлама и органических наполнителей, и ячеистых бетонов, где шлам ускоряет процесс образования структуры и повышает прочность материала.

Однако более перспективным является использование шлама в качестве самостоятельного вяжущего материала. Так, химический состав вяжущего на его основе даёт возможность использования шламов как раствора для штукатурных работ. Экспериментальные исследования [2] химического состава шламов химической очистки и умягчения вод Тюменской ТЭЦ-2, позволяют сделать заключение о содержании в материале промышленной обработки множества соединений на основе ионов кальция, а значит они могут использоваться для производства гипса автоклавным способом, с предварительным переводом в сульфатную фазу содержащих кальций соединений, нейтрализующихся серной кислотой (Таблица 1).

Таблица 1

Химический состав шламов химводоочистки Тюменской ТЭЦ-2

| Компонент | Содержание, % мас. |
|---|--------------------|
| CaCO_3 | 40-80 |
| MgCO_3 | 10-30 |
| FeSO_4 , Na, Al, органические соединения, остаточное содержание оксидов кальция и магния | 10-30 |

Проводимые исследования [3] показывают, что введение до 10-30% шламов в состав композиционных материалов повышает прочность до 28%, снижает водопоглощение более чем в 2 раза. Таким образом, утилизация и переработка шламов химической водоочистки ТЭЦ является перспективным направлением развития промышленности и строительной индустрии как материал для производства строительных материалов с высокими показателями качества.

Библиографический список

1. Николаева, Л. А. Ресурсосберегающая технология утилизации шлама водоподготовки на ТЭС/ Л. А. Николаева, Е. Н. Бородай // Монография. – 2012. – С. 17-37.
2. Свинтицких, Л. Е. Опыт применения шламоотходов Тюменской ТЭЦ-2 для производства строительных растворов / Л. Е. Свинтицких, Н. Г. Митрофанов, Т. Н. Шабанова // Строительный вестник Тюменской области. – 2010. – С. 51-54.
3. Митрофанов, Н. Г. Использование шламов химводоочистки ТЭЦ в производстве строительных материалов / Н. Г. Митрофанов, И. Н. Зенкин, Д. А. Котлкин // Научно-технический вестник Поволжья – 2015. – №2. – С. 151-154

Научный руководитель: Зелиг М.П., старший преподаватель

Исследование влияния пластифицирующих добавок на физико-механические свойства бетона

Фуфарова А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Пластифицирующие добавки в настоящее время одни из самых распространенных в индустрии строительных материалов. Они используются для повышения удобоукладываемости бетонной смеси и экономии цемента, путем разжижения цементного теста, однако при этом наблюдается повышенное водоотделение бетонной смеси и снижение прочности в начальные сроки твердения. [1]

Целью эксперимента стало исследование влияния пластифицирующих добавок на удобоукладываемость и прочность монолитного бетона. [2]

Для оценки эффективности добавок нами были использованы суперпластифицирующая добавка *MC-Powerflow 2695* и сильнопластифицирующая *Centrament N101* на цементе ЦЕМ I 42,5 Н производства ОАО «Сухоложскцемент». Добавки вводились в смесь с водой затворения.

Было изготовлено по 6 образцов кубической формы (10x10x10 см) каждого состава с определённой дозировкой добавки при постоянном водоцементном соотношении.

Эффект изменения прочности бетона с добавкой 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 добавкой соответственно на 28 суток твердения в нормальных условиях.

Результаты исследований приведены в таблице 1 и на рисунке 1.

Таблица 1

| Состав | Добавка | | ОК, см | Rсж, МПа | |
|--------|--------------------------|-----|--------|----------|---------|
| | наимен. | % | | 7 сут. | 28 сут. |
| 1 | Контрольный | - | 2 | 37,8 | 46,3 |
| 2 | <i>Centrament N101</i> | 0,5 | 6 | 30,9 | 42,0 |
| 3 | <i>Centrament N101</i> | 1 | 20 | 34,1 | 42,7 |
| 4 | <i>Centrament N101</i> | 1,5 | 21,5 | 31,7 | 40,2 |
| 5 | <i>MC-PowerFlow 2695</i> | 0,5 | 18 | 34,6 | 43,5 |
| 6 | <i>MC-PowerFlow 2695</i> | 0,6 | 22 | 32,2 | 41,2 |
| 7 | <i>MC-PowerFlow 2695</i> | 0,7 | 24 | 33,0 | 42,0 |

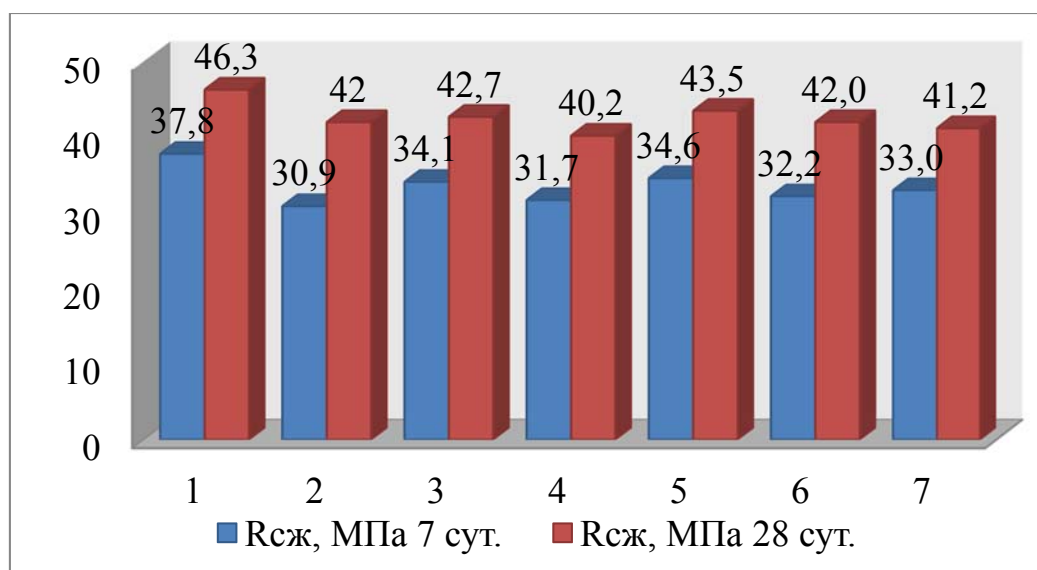


Рисунок 1. Влияние добавок на прочность при сжатии

Из приведенной диаграммы [рисунок 1] видно, что у образцов без добавок прочность в среднем выше на 10%, однако, это незначительно т.к. все образцы по значению прочности на сжатие не вышли из границ класса бетона В30.

Из результатов таблицы 1 мы видим, что при введении пластифицирующих добавок осадка конуса возрастает в среднем в 9 раз по сравнению с контрольным образцом, а значит и повышается удобоукладываемость

смеси. По полученным данным можно сделать вывод, что бетоны с пластифицирующими добавками позволяют получать прочность не ниже требуемой, при этом трудозатраты на уплотнение бетонной смеси снижаются, появляется возможность использования в густоармированных конструкциях, конструкциях сложной конфигурации (при подборе оптимальной granulometрии заполнителей).

Библиографический список

1. Коровкин, М. О. Сравнительные исследования влияния пластифицирующих добавок на водоредуцирующий эффект и прочность цемента в начальные сроки [Электронный ресурс] / М. О. Коровкин, Н. А. Ерошкина, А. А. Уразова // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – № 4. – Ч. 1. – Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2015/04/51867> (дата обращения: 11.01.2018).

2. Каспер, Е. А. Влияние пластифицирующих добавок на свойства монолитного бетона для фундаментных конструкций / Е. А. Каспер, К. И. Кувандыкова, Е. И. Каспер // Сборник материалов десятой международной научно-технической конференции (посвященной 60-летию Тюменского индустриального университета). ФГБОУ ВПО Тюменский индустриальный университет. – 2016. – С. 35-38.

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

Гибкий бетон

Хамова А.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Бетон – незаменимый в строительстве материал. Это объясняется его использованием для построения домов, мостов, дорог и прочих сооружений.

Положительные качества бетона:

- морозостойкость;
- жаростойкость;
- долговечность;
- высокая устойчивость к коррозии;
- высокая прочность на сжатие [1].

Но главным отрицательным свойством материала является его неустойчивость к деформациям на изгиб, которое проявляется в виде трещин (рисунок 1). Для предотвращения бетон укрепляют арматурой, что намного утяжеляет его.

Сингапурские ученые из Наньянского технологического университета вывели новую формулу, которая позволяет добавлять в бетон смесь микроскопических волокон.



Рисунок 1. Образование трещин у железобетонной балки при испытании на изгиб

При больших нагрузках этот материал не ломается на куски, а изгибается под внешним прессом (рисунок 2). Гибкий бетон обладает плотностью вдвое меньше обыкновенного ($900-1250 \text{ кг/м}^3$) и состоит из тех же компонентов с добавлением мелких волокон поливинилового спирта (С2Н4О)х. Бетон производится из смеси цемента, щебня, песка и воды [2]. Новый материал имеет в своей смеси еще и разные композиты. Ученые разработали уникальную добавку в бетон – специальное ультратонкое волокно, которое равномерно воспринимает нагрузки, распределяя их по всей площади бетона. Также они объясняют свое создание пониманием механизмов взаимодействия различных компонентов бетонной смеси на микроуровне [3].



Рисунок 2. Результаты испытаний обычного и гибкого бетонов

Гибкий бетон обладает высокой прочностью на сжатие, как и обычный, но гораздо пластичнее (рисунок 3). Благодаря этому уникальному свойству новый тип материала от чрезмерных нагрузок получает лишь микротрещины, но не разламывается.

При замешивании бетона все пропорции должны быть идеально соблюдены [4]. Такой точности можно добиться, если производить его на специализированных заводах. Но в то же время, по словам разработчиков, гибкий бетон больше будет востребован при монолитном строительстве. Это оправдывается следующим: если вам нужны эксклюзивность и самовыражение, уникальный эстетический вид, то следует отдать предпочтение

монолитному строительству, как более гибкому в архитектуре. Когда в приоритете скорость и экономия – можно выбрать железобетон.



Рисунок 3. Проявление свойства гибкости у специального бетона

В первую очередь гибкий бетон будет использоваться для увеличения эксплуатационного периода бетонных дорожных покрытий. Подобная разработка позволит уменьшить их толщину и скорость укладки.

Также данный материал разумно использовать для строительства сейсмоустойчивых зданий и конструкций.

Теоретически, состав нового материала можно подобрать специально, чтобы он соответствовал конкретному назначению, т. е. применение данного материала возможно повсеместно. В бетон можно добавлять различные пластификаторы – вещества на основе поликарбоксилатов и полиакрилатов.

В Тюменской области на ЖБИ в основном производятся товарный бетон, пескобетон, различные изделия (плиты, кирпич, сваи, блоки, перемычки и т.д.). Производство гибкого бетона можно предложить предприятию ООО «Завод ЖБИ 5» т.к. это один из ведущих производителей качественных бетонных и железобетонных изделий в Тюменской области. Его характеризуют мощная производственная база, передовые технологии и современный парк машин и оборудования ведущих европейских производителей [5].

Гибкий бетон может пригодиться для любых строительных сооружений, где используется обычный, но стоимость инновационного стройматериала будет в три раза выше традиционного бетона. В ближайшие годы ученые будут тестировать его в реальных условиях.

Библиографический список

1. Муртазин, А. Р. Особенности гибкого бетона/ А. Р. Муртазин, Ю. А. Неровная, Е. А. Тимошенко // IV Всероссийская научно-практическая конференция «Новое слово в науке: стратегии развития» – 2018. – 22 марта. – [Электронный ресурс] — Режим доступа: https://interactive-plus.ru/ru/article/469771/discussion_platform — (Дата обращения: 25.03.2018).

2. Гибкий бетон [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://boodmat.ru/gibkiy-beton.html> — (Дата обращения: 25.03.2018).

3. Гибкий бетон. Кто его создал и зачем [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://beton-house.com/novosti/gibkiy-beton> — (Дата обращения: 25.03.2018).

4. Создан гибкий бетон [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.fainaidea.com/izobretenija/prototipy/sozdan-gibkiy-beton-108953.html> — (Дата обращения: 27.03.2018).

5. Информация о промышленности Тюменской области [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.tyumen-region.ru/support/industry/industrialization/> — (Дата обращения: 29.03.2018).

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

Физико-механические свойства бетонов идентичного номинального состава на модифицированном вяжущем

Шабанова Ю.Н.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

При использовании модифицированного вяжущего в производстве бетонных смесей изделий и конструкций должны быть достигнуты следующие цели:

1. Уменьшение цементоемкости 1 м³ бетонной смеси, за счет увеличения прочностных характеристик получаемого при твердении вяжущего цементного камня.

2. Улучшение коррозионных характеристик, за счет преобразования структуры цементного камня, в том числе за счет уменьшения количества воды, необходимой для затворения вяжущего.

3. Возможность применения бетонов в тонкостенных конструкциях, при соответствующих характеристиках подвижности бетонной смеси.

4. Возможность получения высокопрочных бетонов.

Увеличенное количество воды для затворения вяжущего в бетонных смесях, вызванное технологическими потребностями, для возможности формирования изделий и конструкций, вызывает ряд негативных последствий при дальнейшей эксплуатации- пониженные прочностные характеристики, уменьшение долговечности, невозможность применения в агрессивных средах и интенсивном воздействии истирающих нагрузок и так далее. Путем уменьшения количества вводимой воды, в структуре цементного камня уменьшится пористость.

Результаты испытания образцов бетона на исходном и модифицированном вяжущем идентичного номинального состава приведены таблице 1.

Образцы твердели при нормальных условиях, распалубливание производилось через 3 суток с момента изготовления.

Таблица 1

Результаты испытания образцов бетона на исходном и модифицированном вяжущем

| № п/п | Применяемая добавка | Содержание добавки, % | $S_{уд}$, см ² /Г | Подвижность по ГОСТ 7473 | Возраст, сут | ρ , кг/м ³ | Rсж, МПа |
|--------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------|----------------------------|----------|
| 1. 1 | - | - | 2990 | П1 | 3 | 2500 | 20,1 |
| | | | | | 7 | 2553 | 30,6 |
| | | | | | 28 | 2555 | 41,0 |
| 2. 2 | ПФМ-НЛК | 0,4 | 3960 | П1 | 3 | 2500 | 27,3 |
| | | | | | 7 | 2553 | 34,1 |
| | | | | | 28 | 2555 | 46,0 |
| 3. 3 | ПФМ-НЛК | 0,4 | 4610 | П1 | 3 | 620 | 17,2 |
| | | | | | 7 | 2620 | 24,3 |
| | | | | | 28 | 2667 | 33,5 |
| 4. 3 | ПФМ-НЛК | 0,6 | 3960 | П1 | 3 | 2550 | 28,1 |
| | | | | | 7 | 2533 | 31,3 |
| | | | | | 28 | 2503 | 45,2 |
| 5. 4 | ПФМ-НЛК | 0,6 | 4610 | П1 | 3 | 2590 | 19,1 |
| | | | | | 7 | 2595 | 22,1 |
| | | | | | 28 | 2603 | 50,6 |
| 6. 5 | ПФМ-НЛК | 0,8 | 3960 | П2 | 3 | 2550 | 38,9 |
| | | | | | П7 | 2540 | 56,0 |
| | | | | | 28 | 2540 | 64,6 |
| 7. 6 | ПФМ-НЛК | 0,8 | 4610 | П2 | 3 | 2590 | 22,5 |
| | | | | | 7 | 2585 | 24,5 |
| | | | | | 28 | 2590 | 38,3 |
| 8. 7 | СП-1Л | 0,4 | 3960 | П3 | 3 | 2525 | 20,9 |
| | | | | | 7 | 2525 | 35,9 |
| | | | | | 28 | 2510 | 38,6 |
| 9. 8 | СП-1Л | 0,5 | 3960 | П3 | 3 | 2500 | 29,3 |
| | | | | | 7 | 2495 | 39,5 |
| | | | | | 28 | 2510 | 45,5 |
| 10. 9 | <i>Master Glenium Sky 328</i> | 0,75 | 3960 | П2 | 3 | 2530 | 17,6 |
| | | | | | 7 | 2525 | 30,6 |
| | | | | | 28 | 2510 | 35,9 |
| 11. 10 | <i>Master Glenium Sky 328</i> | 1,0 | 3960 | П2 | 3 | 2510 | 19,7 |
| | | | | | 7 | 2495 | 30,2 |
| | | | | | 28 | 2510 | 38,7 |
| 12. 11 | Динамикс П 120(90) | 0,8 | 3960 | П4 | 3 | 2550 | 28,7 |
| | | | | | 7 | 2555 | 36,6 |
| | | | | | 28 | 2550 | 51,9 |
| 13. | Динамикс П 120(90) | 0,8 | 4610 | П4 | 3 | 2560 | 29,7 |
| | | | | | 7 | 2565 | 40,2 |
| | | | | | 28 | 2550 | 53,7 |

Окончание таблицы 1

| | | | | | | | |
|-----|-----------------------|-----|------|----|----|------|------|
| 14. | Динамикс П 120(90) | 1,0 | 3960 | П4 | 3 | 2530 | 30,6 |
| | | | | | 7 | 2540 | 39,9 |
| | | | | | 28 | 2540 | 55,9 |
| 15. | Динамикс П 120(90) | 1,0 | 4610 | П4 | 3 | 2520 | 30,3 |
| | | | | | 7 | 2495 | 41,2 |
| | | | | | 28 | 2510 | 57,9 |

Из приведенных данных прослеживается зависимость увеличения прочности с увеличением содержания вводимой добавки. Эта закономерность справедлива для всех образцов, за исключением состава №4 (ПФМ-НЛК 0,6%, $S_{уд}=4610 \text{ см}^2/\text{г}$). Максимальный прирост прочности в возрасте 3 суток составил 94% (состав №5), в возрасте 7 суток- 83% (состав №5), в возрасте 28 суток- 58% (состав №5). Также наблюдается обратный эффект- уменьшение показателей прочности, что особенно заметно при удельной поверхности вяжущего $4610 \text{ см}^2/\text{г}$, максимальное уменьшение прочности относительно контрольного образца составило 21% (2 образец). Также уменьшение прочности наблюдается у образцов №9 и №10, вне зависимости от размеров зерен цемента, уменьшение составило от 1 до 12%. Это говорит о неэффективности применения добавки *Master Glenium Sky 328* при введении при помоле.

Необходимо отметить, что смеси, изготовленные на основе вяжущего с удельной поверхностью $4610 \text{ см}^2/\text{г}$, кроме выше приведенных, обладают очень малыми сроками схватывания, что даже в лабораторных условиях привело к невозможности формования контрольных образцов. Наилучшей сохраняемостью свойств и подвижностью обладала бетонная смесь с добавкой, замедляющей схватывание, Динамикс П 90(120).

Библиографический список

1. Шабанова, Ю. Н. Исследование физико-механических свойств бетонов, полученных на модифицированном цементном вяжущем / Ю. Н. Шабанова, Т. Н. Абайдуллина // Новые технологии – нефтегазовому региону: материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Тюмень: ТИУ, 2017. – Т.IV. – С. 207-210.
 2. Раманчандрана, В. С. Добавки в бетон: справочное пособие / В. С. Раманчандрана – М.: Книга по требованию, 2013. – 572 с.
 3. ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. – М.: Стандартинформ, 2013 – 35 с.
 4. ГОСТ 18105-2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности. – М.: Стандартинформ, 2012 – 16 с.
 5. Баженов, Ю. М. Технология бетона строительных изделий и конструкций: учебник / Ю. М. Баженов – М.: АСВ, 2016 – 172 с.
- Научный руководитель: Абайдуллина Т.Н., канд. техн. наук.

Гранулирование шламов химводоочистки ТЭЦ

Шарапов С.О.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Для удобного хранения, транспортировки предварительного высушенного шлама химводоочистки (ШХВО) ТЭЦ и предотвращения его от слеживания, предлагается порошкообразное сырье гранулировать. После чего ШХВО приобретает достаточно постоянную насыпную массу, что облегчает процесс дозирования.

Гранулирование — это направленное укрупнение частиц или превращение порошкообразного материала в зерна определенной величины. Происходит это в результате совокупности физических и физико-химических процессов, обеспечивающих формирование частиц определенного спектра размеров, формы, необходимой структуры и физических свойств.

На сегодняшний день известно три основных метода грануляции:

1) Влажной грануляции подвергают порошки, имеющие плохую сыпучесть и недостаточную способность к сцеплению между частицами. При этом сначала добавляются связующие растворы, улучшающие сцепление между частицами. Затем грануляция или протирание перемешанной влажной смеси. И завершается процесс просушиванием и опудривание сухих гранул.

2) Сухая грануляция – размол до определенной величины с предварительным уплотнением (брикетированием) или без него;

3) Структурная грануляция (грануляция в дражировальном котле, грануляция распылением и грануляция в псевдооживленном слое).

На прошлой стадии работы, цель которой был подбор ряда мероприятий по обезвоживанию ШХВО. В результате получили сухой порошок, который обладает достаточной способностью к сцеплению частиц между собой. Поэтому отдаём предпочтение сухой грануляции.

Проведя эксперимент с сухим порошком, убедились, что сырье хорошо брикетируется под давлением без добавления связывающих растворов. Суть эксперимента заключалась в том, что для имитации работы валкового пресса использовался обычный лабораторный пресс и форма для изготовления асфальтобетонных образцов. После прессования из мукообразного порошка получился достаточно крепкий брикет цилиндрической формы. Сам процесс относительно прост и не требует дополнительных химических элементов.

Для промышленного применения достаточно использовать валковый пресс, выбор которых на современном рынке достаточно разнообразен по ценовому диапазону, производительности и геометрическими параметрами готовых брикетов. Общий принцип работы валкового пресса показан на рисунке 1.



Рисунок 1. Общий принцип работы валкового пресса

Библиографический список

1. Классен, П. В. Основы техники гранулирования (Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии) / П. В. Классен, И. Г. Гришаев. – М.: Химия, 1982. – 272 с.
2. А. с. 233181 СССР, МКИ1 В 22 d. Способ получения гранул / В. И. Залесский, В. А. Тюрин, Ю. И. Мищенко (СССР). № 1063154/22-2; заявлено 18.03.66; опубл. 18.12.68, Бюл. № 2 (за 1969 г.). - 2 с.

Научный руководитель: Митрофанов Н.Г., канд. техн. наук, доцент.

Влияние химико-минералогического состава кремнеземистого компонента на формирование структуры и свойств газобетона

Шарко П.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В ряду стеновых материалов изделия из ячеистых бетонов по сочетанию физико-механических показателей имеют ряд преимуществ, выгодным по расходу материально-энергетических ресурсов является как производство, так и строительство и эксплуатация объектов [1].

Современные научно-практические исследования в области ячеистых бетонов посвящены вопросам получения более эффективных по теплотехническим параметрам изделий за счет снижения плотности ячеистого бетона.

Однако, понижение плотности влечет за собой снижение структурно-прочностных характеристик до неудовлетворительного уровня для конструкционно-теплоизоляционного бетона, кроме этого возникают проблемы в эксплуатации, связанные с низкой морозостойкостью и трещиностойкостью газобетона [2].

Ячеистые бетоны относятся к многокомпонентным системам и на формирование свойств влияние оказывает целый ряд факторов.

Известно, что механизм и кинетика процессов формирования структуры цементирующих новообразований, определяющих прочностные и эксплуатационные показатели решающим образом зависят от структуры бетона и фазового состава продуктов гидросиликатного твердения. Трудно ожидать, что вариация соотношения исходных сырьевых компонентов может обеспечить резкое увеличение прочностных характеристик. В этой связи технологически эффективными являются приемы, направленные на повышение активности кремнеземистого компонента массовая доля которого в смеси превышает 50% [3].

В настоящее время накоплен большой научный потенциал по исследованию многокомпонентных и многоуровневых систем повышенной дисперсности, где в качестве кремнеземистого компонента используют тонкомолотый кварц или золу. Опытным путем доказано, что введение этих компонентов повышает реакционную способность смеси, прочность цементно-силикатной матрицы, снижает пустотность кремнеземного компонента и повышает прочность межпоровых перегородок [2].

В ряде технологических переделов узел по подготовке сырья, в частности по повышению дисперсности (активности) компонентов является наиболее энергозатратным. Однако экономия энергии за счет снижения дисперсности материала недопустима т.к. высокая дисперсность напрямую влияет на прочность газобетона. Одним из путей решения этого вопроса является введение природных высокодисперсных материалов не требующих дополнительной обработки.

Одним из таких материалов является алевропелит, относящийся к классу пылеватых кварцев. Это осадочная порода состоящая из алевритовых обломочных частиц и пелитовых размером менее 0,01 мм, пелитовые частицы преобладают. В ее состав входит кварц, глинистые минералы, а также полевые шпаты и слюда.

Для сравнения на графике 1 приведены результаты аналитической оценки зернового состава молотой золы и кварцевой породы алевропелит.

Интегральная кривая гранулометрического состава молотой золы показывает, что максимальный размер зерен не превышает 55 мкм, содержание частиц нанометрического диапазона достигает 10 %. А подобный анализ алевропелита показывает, что максимальный размер их зерен не превышает 50 мкм, содержание частиц нанометрического диапазона составляет около 5 %. Таким образом эти материалы можно отнести к одному порядку по уровню дисперсности.

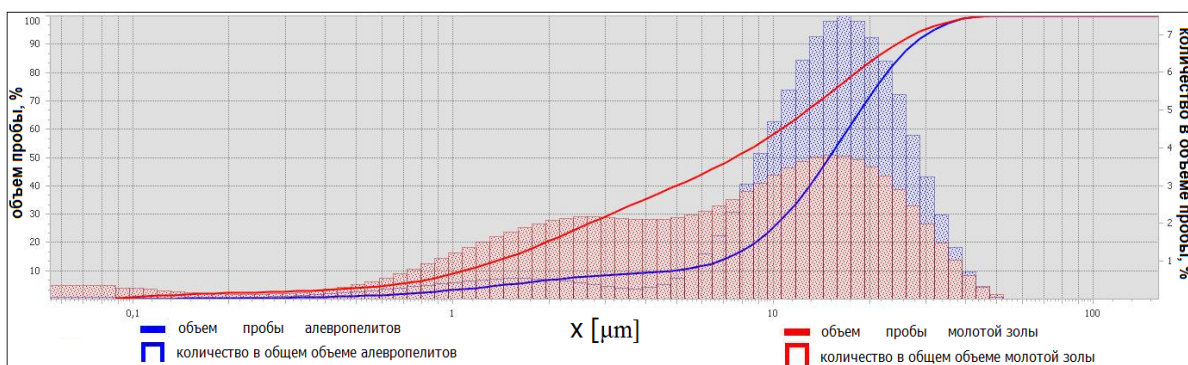


График 1. Интегральная кривая гранулометрического состава молотой золы и алевропелита

Для определения результатов введения алевропелита в состав газобетонной смеси в качестве кремнеземистого компонента была разработана методика эксперимента. Высокая дисперсность не позволяет заменить молотый кварц на алевропелит в 100% соотношении, из-за высокой водопотребности смеси. Подобные исследования показывают что оптимальным количеством введения высокодисперсной добавки является доля 10 до 30 % от массы кремнеземистого компонента [2,4]. На основании этого были произведены три опытных замеса с процентным содержанием алевропелита: 0% - номинальный состав, 15%, 25.

Результаты испытаний полученных образцов представлены в таблице 1 и на графике 2 соответственно.

Таблица 1

Результаты испытаний образцов с вариацией доли алевропелитов в составе кремнеземистого компонента

| Качественный состав кремнеземистого компонента | $R_{сж}, \text{Мпа}$ | $R_{изг}, \text{Мпа}$ | $\rho, \text{кг/м}^3$ | $R_{сж}/\rho_{отн}$ | В/Т |
|--|----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|------|
| 100% микрокремнезем | 2,33 | 0,96 | 538 | 4,33 | 0,42 |
| 85% микрокремнезем 15% алевропелит | 2,56 | 1,11 | 506 | 5,06 | 0,45 |
| 75% микрокремнезем 25% алевропелит | 2,21 | 0,88 | 500 | 4,42 | 0,47 |

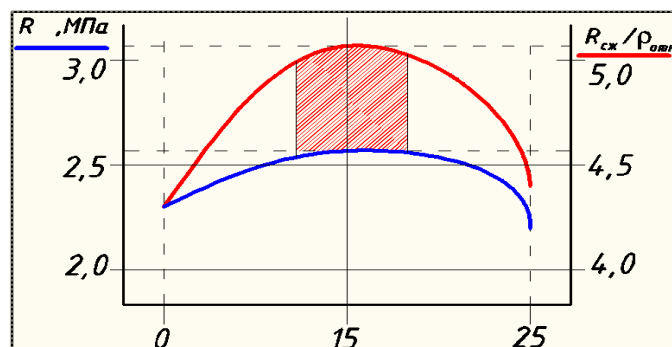


График 2. Результаты испытаний образцов с вариацией доли алевропелитов в составе кремнеземистого компонента

Применение механоактивированных, тонкодисперсных компонентов с размерностью зерен в ультра- и нанодисперсном диапазоне позволяет за счет улучшения качества пористой структуры снизить среднюю плотность ячеистого бетона, без ухудшения прочностных показателей, как минимум на одно марочное значение

В этой связи технологически оправданными и эффективными являются приемы, по внедрению в состав высокодисперсных компонентов природного происхождения в массовой доле около 15%. Это обусловит повышение активности кремнеземистого компонента, а следовательно и структурно-прочностных характеристик газобетона и позволит сократить энергетические затраты при подготовке сырья.

Библиографический список

1. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2012. – 96 с.

2. Баянов, Д. С. Повышение эксплуатационных свойств ячеистого бетона методом гидромеханохимической активации / Д. С. Баянов, П. В. Шарко, Г. А. Зимакова, В. А. Солонина // Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирского мегабассейна (опыт, инновации) – Тюмень: ТИУ, 2016. – Т. 3. – С. 28-31.

3. Пат. РФ № 2205811МПК С04В38/00 (2003.06). Способ активации молотого кварцевого песка для ячеистых бетонов / Г. В. Макридов, С. Ф. Коренькова; заяв. И патентообл. Самарская государственная архитектурно-строительная академия; №2001119795/03; опубл. 10.06.2003.

4. Тихомирова, И. Н. Твердение механоактивированных известково-кварцевых вяжущих в условиях пропаривания при атмосферном давлении / И. Н. Тихомирова, А. В. Макаров // Техника и технология силикатов. – 2013г. – №2. – С. 7-13.

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

СЕКЦИЯ «Архитектура и строительство»

Усиление объектов историко-культурного назначения фундаментом-оболочкой

Абдирова А.Н., Епифанцева Л.Р.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.

Рассматривается эксплуатационная надежность ленточного фундамента здания, расположенного по ул. Республики 19 в г.Тюмень, рисунок 1.

Для оценки существующего напряженно-деформированного состояния основных несущих конструкций здания и распределения контактного давления под подошвой фундаментов была построена расчетная модель четырехэтажного здания в программном комплексе ЛИРА САПР рисунок 2.



Рисунок 1. Здание в г. Тюмень

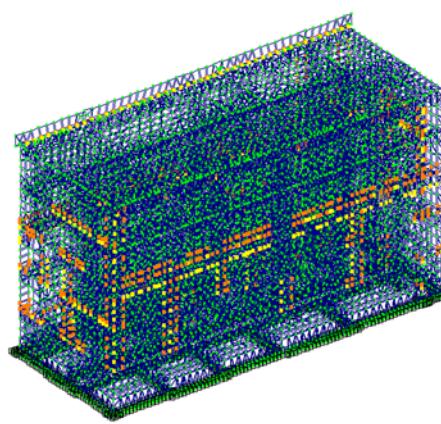


Рисунок 2. Расчетная модель здания

По результатам численного моделирования [1] было выявлено, что конструкции кирпичного ленточного фундамента не обеспечивают надежность здания, т.к. среднее давление под подошвой ленточного фундамента равно $R_{z_{max}} = 819 \text{ кН/м}^2$ превышает расчетное значение сопротивления грунта $R = 511 \text{ кН/м}^2$ согласно СП [2].

Таким образом, приняты мероприятия по снижению действующего давления под фундаментом здания. Предложенный метод усиления – фундаменты-оболочки, показан на рисунке 3.[3]

Данный метод предполагает, устройство предварительно напрягаемых оболочек во внутренних помещениях подвала. Опорные части оболочек заанкерены в тело ленточного фундамента. В подоболочечное пространство, сформированное из щебня, закачивают под давлением цементный раствор. Происходит разгрузка грунтового основания под ленточными фундаментами. В результате ленточные фундаменты передают часть нагрузки от здания на ранее ненагруженные пролетные участки основания, находящихся под помещениями, рисунок 4 [3].

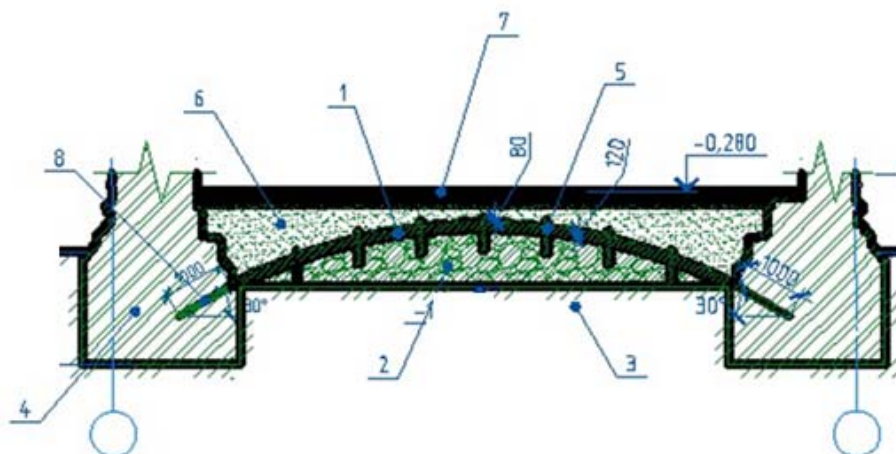


Рисунок 3. Схема усиления оболочками с предварительным уплотнением грунта:
 1 – железобетонная оболочка; 2 – крупный щебень с нагнетанным ц/п раствором с повышенной подвижностью; 3 – естественное основание; 4 – существующие кирпичные фундаменты; 5 – перфорированные инъекторы; 6 – песок средней крупности; 7 – армированный пол; 8 – глухой анкер

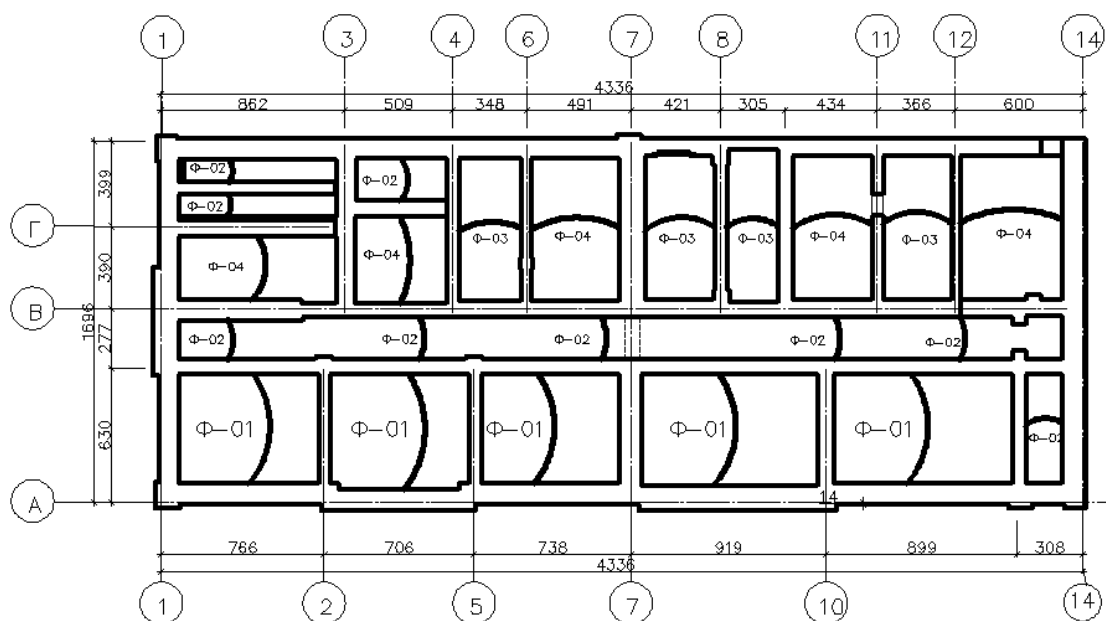


Рисунок 4. Общая схема здания и схема расположения оболочек в пролетных частях ленточных фундаментов

Процентное количество оболочки от всей площади здания составляет $S_{\text{обол}}=69\%$. Давление под всей площадью здания составляет $P=115,38\text{кПа}$, следовательно, под оболочками требуемое давление будет равно $P_{\text{обол}}=79,61\text{кПа}$. Эпюра перемещений фундамента-оболочки при действующем давлении представлена на рисунке 5. Максимальное перемещение в центре оболочки составило $Z_{\text{max}}=1,91\text{мм}$.

Требуемая площадь армирования в поперечном сечении оболочки в продольном направлении составила $15,7 \text{ см}^2/\text{пог.м}$, что соответствует рабочим стержням А400 d20 с шагом 200мм.

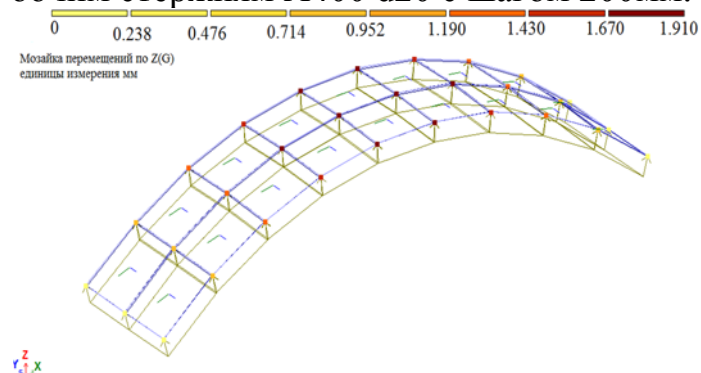


Рисунок 5. Эпюра перемещений

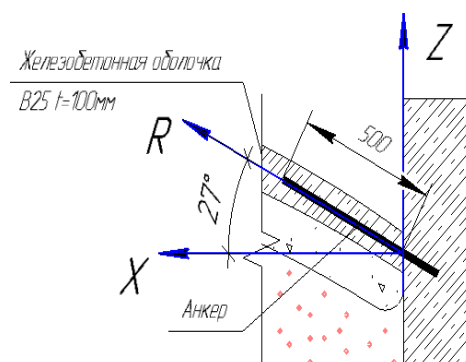


Рисунок 6. Анкер в оболочке в продольном направлении

Усилие натяжения в анкере, возникающее вследствие «подъема» оболочки не должно превышать предельно возможного восприятия анкером А400 d20. Схема анкера в оболочке в продольном направлении представлена на рисунке 6. Максимальное усилие в анкере с учетом угла входа в кирпичный ленточный фундамент под углом 27^0 составляет по оси $Z = 6,89 \text{ т}$, по оси $X = 13,62 \text{ т}$. Осевое усилие натяжения в анкере составляет $R = 15,3 \text{ т}$, что не превышает возможности А400 d20.

Библиографический список.

1. Наумкина, Ю. В. Оценка напряженно-деформированного состояния системы «фундамент-основание» исторического объекта в г.Тюмень и использованием численных методов. / Ю. В. Наумкина, А. Н. Абдирова // Геология и нефтегазоносность Западносибирского мегабассейна: сборник материалов международной научно практической конференции – Тюмень: ТИУ, 2017. – Т.1. – С.82-84.
2. СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*». – М.: Министерство регионального развития Российской Федерации, 2011. – 166 с.
3. Прозин, Я. А. Цилиндрические фундаменты-оболочки / Я. А. Прозин. – Тюмень: Монография, 2009. – 177 с.

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

Оценка эффективности строительства подземной двухуровневой парковки в Тюмени

Акчинов А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Стоимость строительства парковки, как правило, является ключевым фактором, влияющим на выбор проекта парковки и технологии строительства. Высокая стоимость подземных парковок делает их строительство малодоступными для большинства заказчиков.

Минимальная стоимость квадратного метра подземной парковки начинается от 25 тыс. руб. и может достигать до 120 тыс. руб.

Кроме геологических изысканий и большого объема земляных работ требуются дорогостоящие системы пожаротушения и вентиляции, а также при необходимости перенос уже существующих коммуникаций. Поэтому чаще всего такой проект выбирают там, где строительство наземного паркинга технически невозможно.

Стоимость строительства также зависит от таких факторов как:

- цена на землю;
- доступность земельных площадей для приобретения, например, в центре города, где уже все застроено;
- наличие в примыкающих областях уже построенных и действующих зданий, сооружений и транспортных коммуникаций [1].

При этом несмотря на высокую стоимость подземных парковок, можно выделить очевидные преимущества их строительства:

1. экономия территории, поскольку могут быть размещены под существующими зданиями, дорогами, парками и скверами;
2. экологичность: выброс выхлопных газов автомашин производится лишь через вентиляцию, и в приземном слое концентрация их получается ниже, поэтому санитарно-гигиенические требования к размещению подземных парковок значительно мягче;
3. энергетический аспект: температура воздуха под землёй круглый год остаётся постоянной и может составлять 8-13°C (в зависимости от погоды), что позволяет существенно уменьшить потребление энергии, но для реализации этого преимущества необходима хорошая теплоизоляция сооружения;
4. грамотное использование земли: возможность максимально использовать площади под основную застройку: офисную, торговую, жилую – доходность которой гораздо выше;
5. увеличение получения дохода от различных объектов недвижимости, обеспеченных парковочными местами;
6. единственно возможный вариант строительства в окружении исторической застройки и отсутствия свободной земли [2].

Для определения эффективности строительства подземной парковки в Тюмени рассмотрим типовой проект, предусматривающий строительство двухуровневой парковки на 292 машиноместа.

Данные по расчету окупаемости подземной двухуровневой парковки представлены в таблице 1.

Таблица 1

Расчет окупаемости подземной двухуровневой парковки

| Параметр | Значение |
|---|-------------|
| 1 | 2 |
| Емкость, парковочных мест | 292 |
| Средняя заполняемость парковки, % | 30% |
| Почасовой тариф, руб./час | 30 |
| Затраты на содержание одного паркоместа, руб./месяц | 1 400 |
| Затраты на техническое обслуживание системы, руб./месяц | 20 000 |
| Капитальные затраты, руб. | 293 815 590 |
| Доход в сутки, руб. | 63 072 |
| Доход в месяц, руб. | 1 892 160 |
| Затраты на эксплуатацию, руб./месяц | 428 800 |
| Прибыль до налогообложения, руб./месяц | 1 463 360 |
| Чистая прибыль при УСН "с дохода" руб./мес | 1 349 830,4 |
| Срок окупаемости, месяцев | 218 |

Рассмотрим параметры, участвующие в расчете.

Емкость (S) – число парковочных мест в паркинге.

Средняя заполняемость парковки (N) – это усредненное по времени суток и дням недели процент заполненности парковки.

Почасовой тариф (t) – цена парковки за час, может сильно зависеть от региона и места расположения.

Затраты на содержание одного парковочного места (B_M) - затраты на содержание, включают затраты на уборку, администрирование и ежедневную эксплуатацию паркинга. Для удобства расчетов величина затрат берется в расчете на одно парковочное место.

Затраты на техническое обслуживание системы (B_C) – это стоимость технического обслуживания автоматизированных платных парковок компанией, обеспечивающей регулярное техническое обслуживание, ремонт и устранение неисправностей.

Капитальные затраты (B_K) – суммарный расход на строительство, средства труда, приобретение и монтаж оборудования [3].

Доход в сутки (C_C) определяется:

$$C_C = S \cdot N \cdot t \cdot 24$$

Доход в месяц (C_M) определяется:

$$C_M = C_C \cdot 30$$

Затраты на эксплуатацию ($B_Э$) определяются:

$$B_Э = B_M + B_C$$

Прибыль до налогообложения (P_H) определяется:

$$P_H = C_M - B_3$$

Чистая прибыль ($P_ч$) - это прибыль после уплаты налога. Подразумевается упрощенная система налогообложения с уплатой 6% с оборота.

$$P_ч = P_H - (C_M \cdot 0,06)$$

Срок окупаемости (C_0) определяется:

$$C_0 = \frac{B_k}{P_ч}$$

Таким образом, согласно произведенным расчетам, срок окупаемости парковки составит 218 месяцев или 19 лет при средней заполняемости парковки 30%, что является большим сроком.

Рост транспортного парка, уменьшение количества парковочных мест и ужесточение наказания за незаконную парковку, особенно в центральной и особо загруженной частях города со временем способствуют увеличению заполняемости парковки, а следовательно - сократится срок ее окупаемости.

Также можно выделить и положительные социальные показатели реализации проекта:

- Обеспечение парковочными местами жителей и посетителей данного района;
- Создание новых рабочих мест;
- Поступление в бюджет города дополнительных денежных средств.

Целесообразность и эффективность строительства подземной парковки зависит от многих факторов, не всегда обеспеченных высокими показателями доходности и оптимальным сроком окупаемости, но создающих положительные моменты в развитии городской инфраструктуры.

Библиографический список

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

2. Проблема парковок в больших городах [Электронный ресурс] // Архитектурная студия «А2». [Электронный ресурс]. URL: http://a2-studio.pro/2residential/arts/residential_art_03.html (дата обращения: 26.03.2018).

3. Расчет окупаемости парковки [Электронный ресурс] // АП Технологии. [сайт]. URL: <http://www.vector-ap.ru/klientam/okupaemost-parkovki> (дата обращения 26.03.2018).

Научный руководитель: Архипова О.А., канд. экон. наук, доцент кафедры УСиЖКХ.

Анализ собственного веса стальных большепролетных балочных систем

Алексеева А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Большепролетные системы можно разделить на две основные группы: плоскостные конструкции (фермы, балки, рамы, арки) и пространственные конструкции (структурные плиты, купола, оболочки, мембраны, складки и т.д.) [1].

Учитывая то, что плоскостные конструкции являются основой и отдельными элементами более сложных пространственных конструктивных систем, за исключением некоторых висячих конструкций (мембран, оболочек, вант и др.), а также в процентном отношении большепролетные конструкции в подавляющем большинстве случаев являются именно плоскостными конструкциями, далее в статье будем рассматривать именно их.

Плоскостные конструкции работают под нагрузкой только в вертикальной плоскости, проходящей через опоры. В этих конструкциях нагрузка передаётся только в направлении несущего элемента.

Балочные и ферменные конструкции имеют ряд достоинств:

- не передают усилие распора на опоры;
- имеют простую статическую схему;
- простоту монтажа;
- малую чувствительность к неравномерным осадкам.

Большинство большепролетных зданий имеет простую прямоугольную в плане геометрическую форму, что обуславливает применение балочных конструкций, так как они наиболее рационально вписываются в габариты перекрываемого помещения.

Для оценки области применения балочных и ферменных большепролетных систем проанализируем рост собственного веса конструкций в зависимости от величины пролета, марки стали, шага конструкций и снегового района.

В качестве исходных данных принято следующее:

- величина собственного веса изначально принималась равной 5% от общей нагрузки, состоящей из снеговой нагрузки и нагрузки от «кровельного пирога» (условно принят 80 кг/м^2);
- значения снеговой нагрузки приняты для III, IV, V снеговых районов, так как, согласно Приложению Е.1 [2], они занимают большую часть территории РФ;
- марки стали были приняты С245, С345, С375, С390 согласно Приложению В.1 [3], для 2 группы конструкций, к которым относятся балки и фермы.

При анализе величины доли собственного веса от общей нагрузки (Рисунок 1) для балок и ферм с шагом конструкций 6, 12 и 18 м при увеличении пролет до 120 м получены следующие результаты:

- увеличение доли собственного веса балок происходит криволинейно, в то время как у ферм эта зависимость прямая;
- рост процента собственного веса от общей нагрузки для ферм зависит только от марки стали, в то время как для балок зависит от марки стали, снегового района и шага конструкций;
- при пролете конструкций до 120 м собственный вес ферм составляет 9÷15 %, а собственный вес балок 30÷63 % от общей нагрузки.

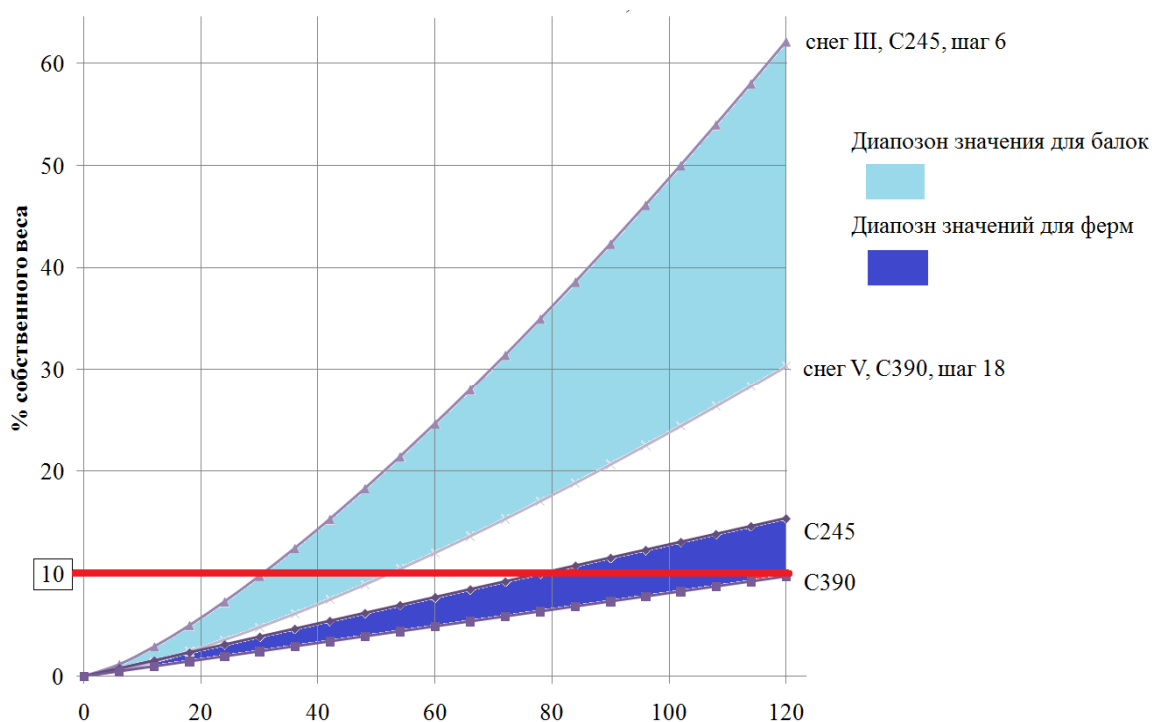


Рисунок 1. Доля значения собственного веса конструкции от общей нагрузки для балок и ферм шагом 6/12/18 м в зависимости от пролета, %

В ходе исследования введено разумное ограничение по величине доли собственного веса конструкций от общей нагрузки 10%. При этом, диапазон пролетов для балок составляет 30÷55 м, у ферм 80÷120 м.

На основании полученного графика зависимости удельного веса от величины пролета (Рисунок 2), можно сделать вывод, что при величине пролета до 30 м применение балок может быть обоснованным и менее затратным, по сравнению с фермами. Помимо этого, удельный вес ферм не зависит от шага конструкций, что говорит о возможности регулирования шага несущих конструкций без возможного увеличения расхода стали.

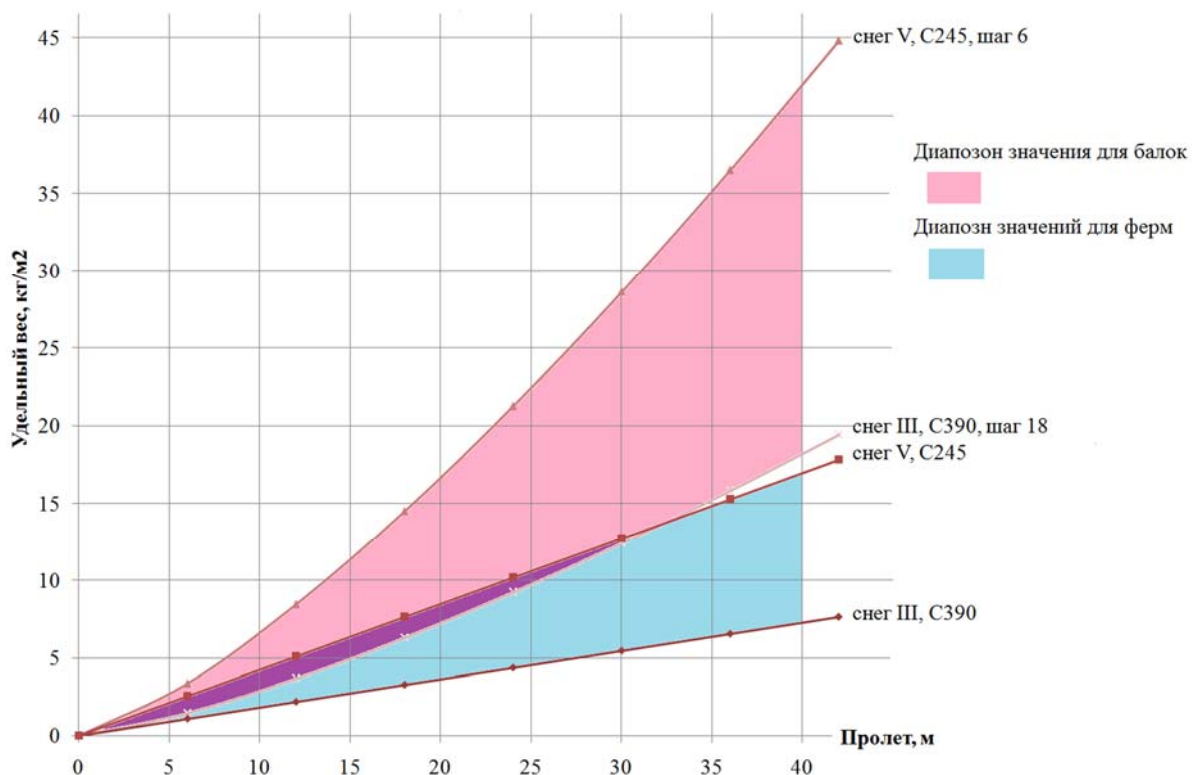


Рисунок 2. Зависимость удельного веса у балок и ферм шагом 6/12/18 м при пролете до 40 м, кг/м²

В заключение следует отметить, что собственный вес большепролетных плоскостных систем при пролете до 120 м может составлять до 60% от общей нагрузки. Поэтому оптимальное проектирование большепролетных конструкций и снижение собственного веса является основным условием при их разработке, что достигается правильным выбором конструкции и расчетной схемы сооружения в целом.

Библиографический список

1. Металлические конструкции: учеб. пособие для вузов / под ред. Н. С. Стрелецкий – 3-е изд., пер. – М.: Стройиздат, 1961. – 776 с.
2. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция 2.01.07-85* / ЦНИИСК им. Кучеренко – М., 2016 – 80 с.
3. СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81* / ЦНИИСК им. Кучеренко: – М., 2017 – 142 с.

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

Моделирование панельного здания с креном в ПК Лира-САПР

Андоверова У.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Неравномерные деформации оснований влияют на напряженно-деформированное состояние (НДС) надземных конструкций здания и поэтому являются одним из параметров оценки надежности сооружения. Предельные значения относительной разности осадок регламентируются СП 22.13330.2011 [1] и для крупнопанельных зданий составляют 0,0016. Однако исследования панельных зданий [2] показывают, что они сохраняют эксплуатационную пригодность при разности осадок, в разы превышающей предельно допустимую по своду правил. Поэтому актуальной задачей является моделирование панельного здания при запредельных деформациях основания с целью оценки НДС надземных конструкций.

Объектом исследования является крупнопанельный многоквартирный жилой дом по ул. Домостроителей, 34 в г.Тюмени (рис.1), испытывавший неравномерные деформации основания. Данное здание введено в эксплуатацию в 2008 г., необходимость в обследовании его технического состояния возникла в 2016 г. по причине видимого бокового отклонения блока подъездных секций №№ 4 и 5. Здание имеет Г-образную форму в плане, состоит из пяти подъездных секций и трех блоков. Крены получили четвертая и пятая секции третьего блока здания. Общие размеры рассматриваемого блока составляют 13,2×45 м. Фундаменты блока здания - свайные ленточные с длиной свай 12 м.

В ходе обследования были получены максимальные значения разности осадок фундаментов обследуемого блока более 550 мм [3], самая низкая и высокая точка расположены по диагонали, при этом относительная разность осадок ростверка в поперечном направлении составила 0,0159, что в 10 раз превышает предельное значение по СП 22.13330.2011. По результатам обследования фундаментов установлено, что отсутствует надежное опирание свай в песчаный грунт, грунтовое основание перегружено, проектный запас несущей способности свай не обеспечен.

По проектным решениям в программном комплексе Лира-САПР была построена расчетная модель (рис.2). Горизонтальные стыки панелей моделировались специальными конечными элементами КЭ-58, полученными из архитектурных элементов "стык" в библиотеке САПФИР 2017, имеющих следующие параметры: материал и длина шва, параметры закладных деталей, толщины верхнего и нижнего швов. Сваи моделировались стержневыми конечными элементами КЭ-57 с характеристиками: размеры поперечного сечения, длина, модуль деформации, коэффициенты условия работы, способ моделирования, опирание плиты на сваю и т.п.

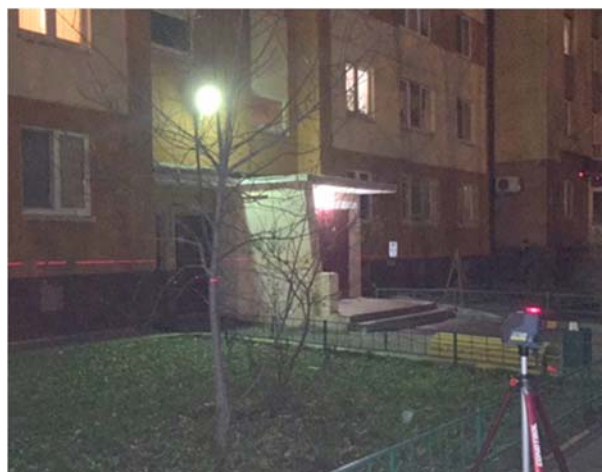


Рисунок 1. Общий вид здания по ул. Домостроителей, 34 (слева) и замер отклонения линии цоколя от горизонтали (справа)

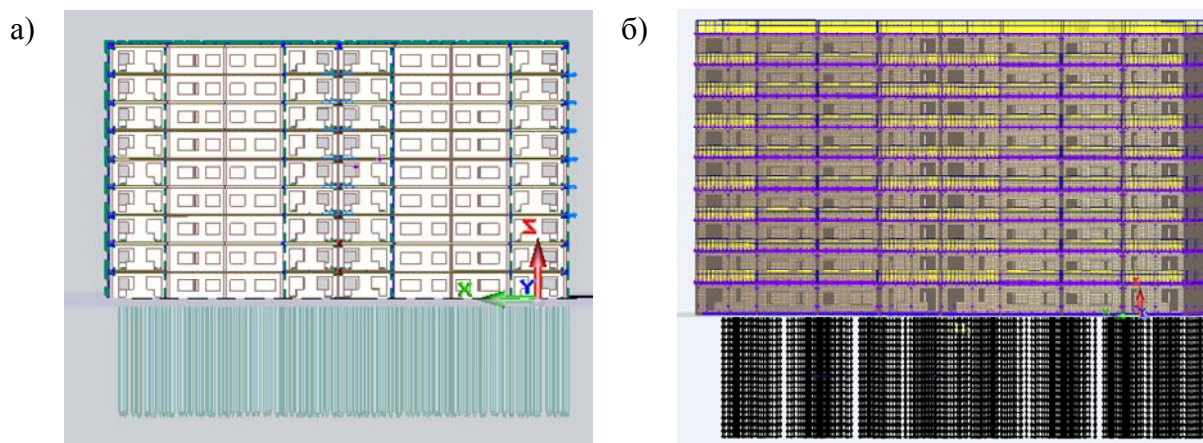


Рисунок 2. Моделирование панельного здания в САПФИР 2017: а) модель в архитектурных элементах, б) аналитическая модель

Для оценки влияния работы осадки свай на НДС несущих конструкций и стыков здания задавались жесткости связей, рассчитываемые как отношение нагрузки на связь к ее перемещению. При расчете модели в упругой постановке от влияния постоянных, временных (полезных, ветровых, снеговых) нагрузок и неравномерных осадок фундаментов получены следующие результаты:

- горизонтальные перемещения в продольном направлении составили $U_x=242$ мм
- горизонтальные перемещения в поперечном направлении $U_y=269$ мм
- вертикальные перемещения $U_z=565$ мм (рис. 3, 4).

Полученные результаты согласуются с результатами обследования здания и, следовательно, построенная модель блока здания адекватно описывает его поведение при неравномерных осадках основания.

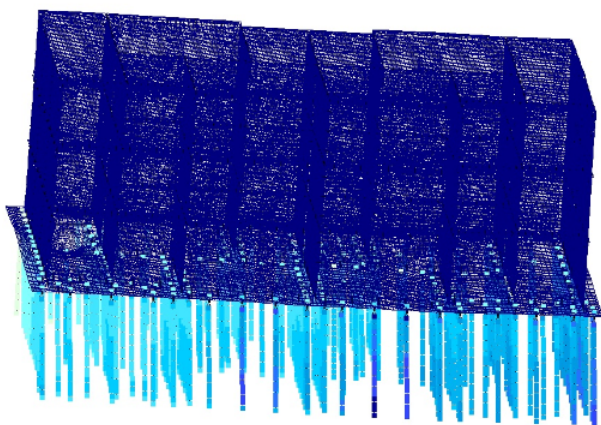


Рисунок 3 Общая схема деформирования

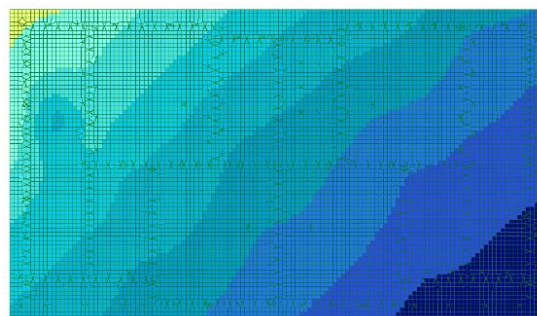


Рисунок 4 Изополюя перемещений по Uz

Библиографический список

1. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* // Минрегион России. - М.: ОАО "ЦПП", 2010 – 161 с.

2. Бакрышева, В. В. Анализ работы крупнопанельного здания с платформенными стыками при неравномерных деформациях основания / В. В. Бакрышева, И. И. Сахаров, К. Г. Шашкин // Инженерно-геотехнические изыскания, проектирование и строительство оснований, фундаментов и подземных сооружений: сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф. – СПб.: СПбГАСУ, 2017. – С. 22-28.

3. Пронозин, Я. А. Опыт обследования панельного жилого дома в г.Тюмени / Я. А. Пронозин, Р. В. Мельников, Н. Ю. Киселёв, Н. Д. Корсун // Инженерно-геотехнические изыскания, проектирование и строительство оснований, фундаментов и подземных сооружений: сб. тр. Всерос. науч.-техн. конф. – СПб.: СПбГАСУ, 2017. – С. 175-179.

Научный руководитель: Корсун Н.Д., канд. техн. наук

Исследование работы древесины в соединении «Ласточкин хвост» с применением прибора ТЕРЕМ 4.1

Антипин А.С., Балдин Д.Ю., Суханова Д.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В современном строительстве существует множество способов соединения бруса. В данной работе будут рассматриваться и рассчитываться вариант соединения «ласточкин хвост» (Рис. 1):

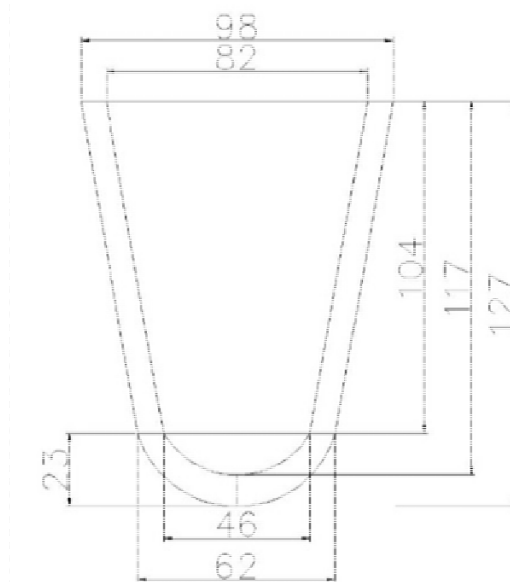


Рисунок 1. Ласточкин хвост

Вначале был произведен теоретический расчет. Расчет древесины на местное смятие производится на основании [1]. При выполнении ручного расчета необходимо учитывать криволинейность поверхности шипов и пазов, где непосредственно и возникает смятие.

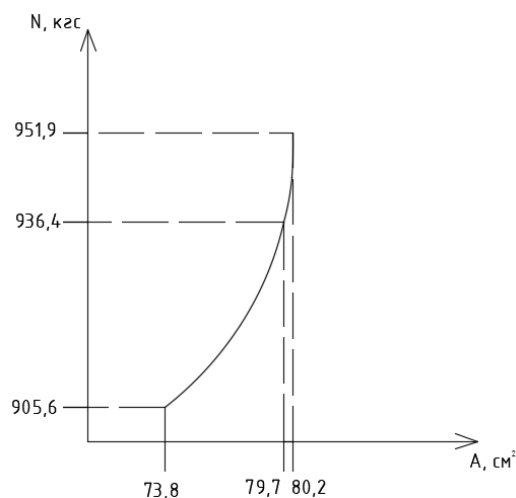


Рисунок 2. График зависимости несущей способности от площади поверхности смятия

Для предварительного расчета максимальной нагрузки, было рассмотрено несколько случаев, приближенных к реальному сечению. Криволинейный участок сечения разбивается на элементарные прямые участки. Проанализировав график (рис.2), был сделан вывод, что дальнейшее увеличение числа отрезков приводит к незначительному увеличению несущей способности, поэтому в качестве расчетного случая принят вариант, где криволинейная поверхность заменяется шестью участками, каждый из которых образует плоскость.

Согласно статье [2], можно выделить следующее: «Предел прочности при скалывании поперек волокон в 2 раза меньше, а предел прочности при перерезании поперек волокон в 4 раза больше, чем предел прочности при скалывании вдоль волокон». Тогда максимальная несущая способность древесины на срез поперек волокон будет равна:

$$N = 4 \cdot \tau_{\text{СК}} \cdot A = 276 \cdot 70,97 = 19587,72 \text{ кгс}$$

Испытание проводилось согласно [3]. Данное соединение устанавливается на площадку гидравлического пресса. Эксперимент проводится с использованием такого прибора, как ТЕРЕМ 4.1. (рис. 3). Данный прибор успешно использовался в [4].



Рисунок 3. Установка для проведения испытаний

После была проведена фото- и видеосъемка полученных деформаций, разрушения, смятия и разрыва древесины. Характер разрушения образца см. рис. 4.

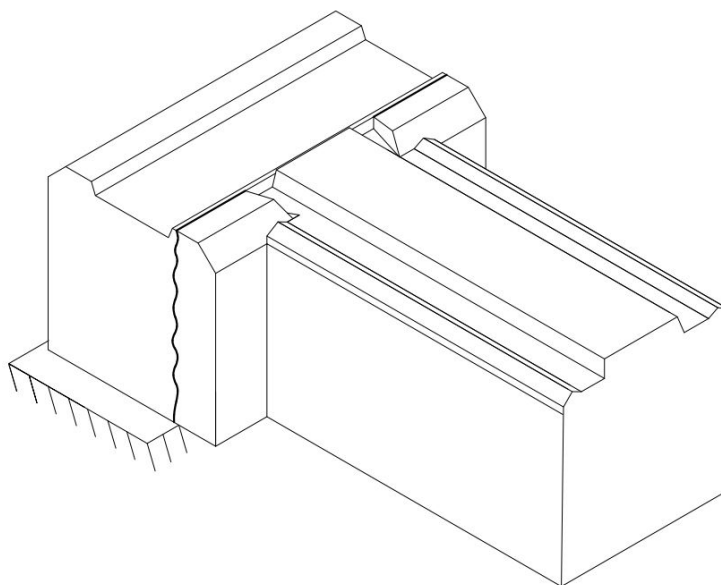


Рисунок 4. Характер разрушения образца

По результатам испытаний был построен график (Рис.5).



Рисунок 5. График зависимости деформаций от нагрузки

На основании результатов экспериментальных испытаний можно сделать следующие выводы:

– Фактическая несущая способность соединения ласточкин хвост составила $N_{\phi}=28,8$ кН, что в сравнении с теоретическим значением $N_T=9,5$ кН больше на 67%.

– В процессе эксперимента при потере несущей способности произошло вырывание узла.

Библиографический список.

1. СП 64.13330.2011 Деревянные конструкции. – М.: ЦНИИСК им В.А. Кучеренко. – 88 с.

2. Механические свойства древесины [Электронный ресурс]/ Первый лесопромышленный портал. – 2000. – Режим доступа: <http://www.wood.ru/ru/lpsmeh.html>.

3. ГОСТ 16483.11-72* Древесина. Метод определения условного предела прочности при сжатии поперек волокон. – М.: Государственные стандарты союза ССР. – 4 с.

4. Еренчинов, С. А. Комплексные исследования НДС стальной балки с применением прибора ТЕРЕМ 4.1./ С. А. Еренчинов, А. В.Гейдт, В. В. Прокопчук // Актуальные проблемы архитектуры, строительства, энергоэффективности и экологии . – 2016. – С. 217-226.

Научный руководитель: Еренчинов С.А., канд. техн. наук, зав. лаб. каф. строительных конструкций.

Особенности строительства жилых объектов в Республике Мали

Ба Демба, Койта Бубакар

Тюменское высшее военно-инженерное командное училище имени маршала инженерных войск А.И. Прошлякова, г. Тюмень

Территория Мали расположена в тропическом и субэкваториальном поясах, в зонах пустынь и полупустынь, саванн и редколесий. Почти всю западную, центральную и северную части страны (свыше 90 % территории) занимает равнина высотой 200—500 м. На севере — каменистые, песчано-каменистые или галечниковые пустыни Сахары. Климат на большей части территории Мали — тропический пустынный, на юге — субэкваториальный. Средние годовые температуры 28-29 °С, с незначительными колебаниями по месяцам. Население Мали на июль 2010 года составляет около 13,8 миллионов человек и очень быстро растет. Годовой прирост населения составляет 2,6 %. Основой традиционного сектора экономики Мали является земледелие, разведение домашнего скота для внутреннего потребления и на экспорт в прибрежные и лесные районы Западной Африки, а также лов рыбы для внутреннего и внешнего рынков. Хотя доходы от внешней торговли снижаются из-за необходимости использовать иностранные порты и импортировать промышленные товары, экономика страны в значительной мере поддерживается благодаря товарному производству хлопка и продукции текстильной промышленности. Природные ресурсы представлены — месторождениями железной руды, марганца, полиметаллов (медь, свинец, цинк, серебро), олова, бокситов, золота, лития, урана, алмазов, фосфоритов, гидроэнергетический потенциал. [1]

Производственный сектор остается наименее разработанным в Мали и вносит 23.4% валового внутреннего продукта. Добывающая промышленность включает добычу известняка и мрамора в районе Бафулабе, добычу золота старателями на юго-западе, производство электроэнергии. Помимо прежних традиционной разработки соляных копей и старательской добычи золота в настоящее время разрабатывают месторождение известняка близ Бафулабе, а получаемое сырье поставляют на построенный с помощью Советского Союза цементный завод в Диаму (мощность 50 тыс. т). Данное предприятие оснащено современной дробильной установкой для размола местного сырья.

В средние века в государствах, существовавших на территории Мали, развивалось градостроительство: города (Дженне, XI век; Томбукту, основан в 1100 году; Гао, XV век, и другие) обычно имели неправильную сеть улиц, были укреплены глиняными зубчатыми стенами (частично сохранились в Сикасо, близ Бугуни). Жилые 1-2-этажные дома «суданского стиля», в основном прямоугольные в плане, возводились из глины или банко (адобы); плоское земляное покрытие настилалось по балкам, стены укреплялись мощными тягами или делились на кессоны, образующие

внешний каркас здания, фасады завершались округлыми зубцами или миниатюрными башенками. Общественные здания с вертикальными тягами на стенах по архитектуре часто были сходны с жилыми домами (дворец в Томбукту, XIV век). Возводились мечети: в Мопти, в Дженне (XIV век; разрушена в 1830 году, реконструирована в 1906-1907 годы архитектор И. Траоре; восточный фасад украшен 3 пирамидальными минаретами; стала образцом для более поздних мечетей) и другие. Со времён колонизации (конец XIX века) в городах появились здания европейского типа - соборы, административные здания, особняки; строились также глинобитные жилые дома. Французские архитекторы создали так называемый неосуданский стиль, впервые использованный в форте Сегу (XIX век, архитектор Л. Ундерберг; не сохранился), а позднее - в административных зданиях в Сегу (муниципалитет, 1970 год) и другие. С 1950-х годов в крупных городах проектируются здания с применением современных строительных материалов; также используются необожжённый кирпич и бетон (комплекс медицинской клиники в Мопти, 1974 год, архитектор А. Раверо; планировка традиционной деревни с включением 1-2-этажных секций). В архитектуре традиционных жилищ преобладают круглые в плане дома, с конической низко свисающей крышей; у догонов - прямоугольные с плоской крышей. [2].

Недвижимость, которая строится в Мали сегодня, должна отвечать всем современным требованиям, должна быть оборудована современной системой кондиционирования, и иметь автономный источник электроэнергии. В столице государства – городе Бамако, расположенном на берегу реки Нигер, в городе есть бассейны, водопровод и городская инфраструктура, способная сделать быт удобным и налаженным.

Климатические условия, образ жизни населения, особенности социально-экономического развития страны предопределяет развитие в основном малоэтажного жилья, что также связано с его удобством и ценой.

Строительные материалы, которые используются для возведения любых зданий относятся к традиционным - это песок, арматура, цемент, кирпич, щебень, габионы. [3]

Как для любого малоэтажного строительства фундаменты выполняются в монолитном, кирпичном, каменном исполнении. Такие фундаменты являются более надёжными.

Для выполнения наружных и внутренних стен применяют такие материалы, как цементные блоки (цементный кирпич - местное название), кирпич из глины.

Кровля покрывается шифером, натуральной черепицей, камышовым африканским тростником. [4]

Таким образом, в Республике Мали преобладает малоэтажное строительство, с различными условиями комфорта, обусловленное выбором материалов, качеством и стоимостью построенных объектов. Использование местных материалов позволяет снизить стоимость строительства, в случае

применения привозных материалов, которые чаще доставляют из Франции, в разы увеличивается стоимость жилья. Поэтому местное население чаще использует традиционные местные материалы.

Библиографический список

1. Mali. Geography of Poverty in Mali [Электронный ресурс]/ Document of the World Bank, 2015. - Режим доступа: <http://documents.worldbank.org/curated/pt/877031468299934506/pdf/Mali-Geography-of-Poverty-Final.pdf>.
2. Jesse Russell History of Mali – М.: Книга по требованию, 2013. – 100 с.
3. Malijet Permis de construire [Электронный ресурс]/ Режим доступа: http://malijet.com/a_la_une_du_mali/38069-permis-de-construire-une-innovation-tres-attendue.html
4. Code de la construction et de l'habitation (code pour droit.org) [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?cidTexte=LEGITEXT000006074096>

Научный руководитель: Белявская О.Ш. ст. преподаватель

Анализ причин разрушения автомобильных дорог на территориях многолетней мерзлоты Ямало-Ненецкого автономного округа

Белкин В.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Целью развития дорожной сети Ямала является обеспечение круглогодичной транспортной связью национальных поселений и разрабатываемых нефтегазовых месторождений.

Ямало-Ненецкий автономный округ характеризуется суровыми природно-климатическими условиями. Низкие отрицательные температуры, сильные ветра, метели, бури, короткий период с положительными температурами, сложный рельеф, изменяющиеся условия теплообмена на поверхности – все это свидетельствует о необходимости применения нестандартных методов проектирования на данной территории.

Для сферы строительства, эксплуатации и содержания автомобильных дорог, на сегодняшний день, проблема защиты земляного полотна от постоянного воздействия внешней среды является одной из важнейших. Зачастую деформации и разрушения земляного полотна автомобильных дорог в зоне распространения многолетней мерзлоты могут являться следствием некачественно выполненных инженерных изысканий и проектных работ.

На этапе выбора способа строительства автомобильной дороги в условиях Крайнего Севера проектирование насыпи на устойчивость ведется по первому или второму принципу проектирования – то есть с сохранением существующих грунтов в мерзлом состоянии или допущением их оттаивания [1].

В рамках реализации договора на выполнение инженерных изысканий организации и специалисты, не имеющие достаточного опыта проведения изыскательских работ на участках многолетней мерзлоты, могут приводить не достоверные сведения, например, о теплотехнических свойствах грунтов, их структуре и типу. Вследствие чего проектировщики ошибочно производят расчет насыпи земляного полотна на устойчивость, допустив оттаивание грунтов в основании, закладывают в проект изначально неприменимые конструкции и технические решения, для реально существующих природно-климатических условий. Все это и является одной из главных причин не только разрушений и деформаций автодороги в период ее эксплуатации, но и нарушений экологии окружающей среды.

Не соблюдение технологии возведения земляного полотна и инженерных сооружений на этапе строительства автомобильных дорог, на территории распространения многолетней мерзлоты, может привести также к разрушениям и деформациям конструкций. Следствием может стать прекращение эксплуатации линейного объекта в целом. В силу особых природно-климатических условий, определенные виды работ допускается выполнять только в летний или зимний периоды. Нарушение этих временных рамок может быть вызвано отсутствием специально заготовленного грунта или нехваткой необходимого количества строительной техники. Преследуя цель сдать объект в назначенный срок, работы могут производиться не в соответствующий сезон и быть причиной разрушения дороги в дальнейшем. Примером является возведение насыпи по первому принципу при недостаточно промерзшем основании.

После сдачи объекта в эксплуатацию не соответствие реальных параметров автомобильной дороги, в частности физико-механических свойств грунтов, с теми, которые были заложены в проекте уменьшает срок службы работы линейного сооружения и ухудшает его качество. Это связано с недостаточным контролем производства работ, их приемкой, а так же отсутствием актов скрытых работ.

Совокупность изыскательских, проектных, технологических и организационных ошибок влечет появление различных видов разрушений земляного полотна. При высоких руководящих отметках граница многолетней мерзлоты поднимается в тело насыпи - это сопровождается потерей устойчивости земляных масс и спływом откосов по поверхности мерзлого грунта (рисунок 1). При понижении границы образуется чаша протаивания, способствующая неравномерной осадке и снижению значений продольных уклонов до недопустимых (рисунок 2). Наиболее распространенный во всех зонах вид деформаций – пучение земляного полотна, возникающее из-за расширения воды в грунте [2].

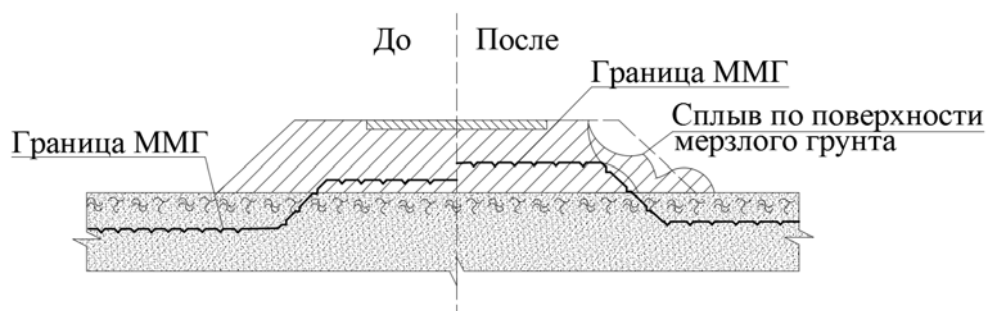


Рисунок 1. Поперечный профиль земляного полотна до и после поднятия границы многолетней мерзлоты

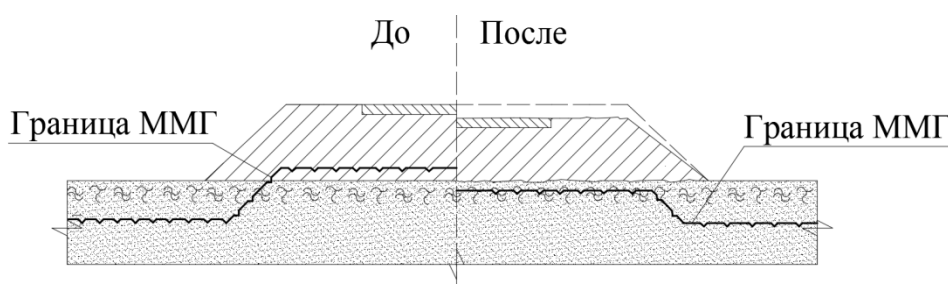


Рисунок 2. Поперечный профиль земляного полотна до и после снижения границы многолетней мерзлоты

Особого внимания заслуживает то, что при обосновании конструкций земляного полотна, на территории распространения многолетней мерзлоты, необходимо прибегать к использованию не только нормативной документации по строительству автомобильных дорог, но и к математическим расчетам и моделям, которые помогут оценить надежность конструкции. Следует уделять особое внимание теплотехническим расчетам и изучению физических свойств грунта. При обосновании высоты насыпи, помимо требований по снегонезаносимости и обеспечению оптимального водно-теплового режима, необходимо соблюдать температурный режим в насыпи автомобильной дороги.

В условиях Крайнего Севера земляное полотно следует проектировать в невысоких насыпях. Безусловно, особого внимания заслуживает опыт использования современных теплоизоляционных материалов в теле насыпи. Использование таких материалов позволяет не только понизить рабочую отметку автомобильной дороги, но и увеличить срок службы сооружения, снизить требования к грунтам, уменьшить объем качественных материалов и снизить стоимость строительства дороги [3].

Библиографический список

1. ВСН 84-89. Изыскания, проектирование и строительство автомобильных дорог в районах распространения вечной мерзлоты. – М.: Минтрансстрой СССР, 1990. – 246 с.

2. Земляное полотно автомобильных дорог: дефекты, повреждения и разрушения, их причины, методы профилактики и восстановления: Учебное пособие / М. Я. Крицкий, В. Н. Шестаков. – Омск: Изд-во СибАДИ, 2008. – 56 с.

3. Методические рекомендации по проектированию и устройству теплоизоляционных слоев дорожной одежды из пенополистирольных плит «Пеноплэкс» / Росавтодор / Минтранс РФ, Союздорнии. – М.: Информавтордор. – 2001. – 49 с.

Научный руководитель: Санников С.П., доцент, канд. техн. наук, заведующий кафедрой автомобильных дорог и аэродромов.

Технология деревянного панельного строительства Massiv Holz Mauer, свойства панелей и методы расчета.

Бодрызов И.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Massiv Holz Mauer – технология возведения зданий из крупных, готовых деревянных панелей заводского производства, возникшая в Германии и широко используемая на территории Европы.

Панели Massiv Holz Mauer представляют собой панели из досок мебельной влажности (15%) из хвойных пород дерева толщиной 23-24мм с прорезами, направленными по всей длине доски, толщиной 3-5мм. Доски в слоях расположены перпендикулярно (рис. 1) и скреплены между собой с помощью алюминиевых штифтов, расположенных в шахматном порядке. Алюминиевые штифты забиваются в панель с помощью специальной автоматизированной установки, по технологии, разработанной в Hundegger Maschinenbau GmbH.

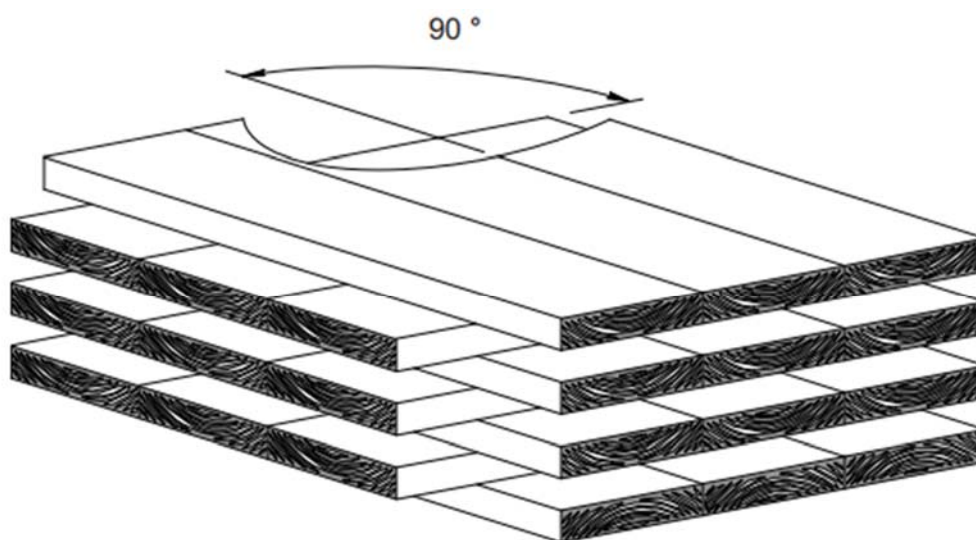


Рисунок 1. Принципиальная схема панели Masiv Holz Mauer

Согласно исследованиям, произведенными MFPA Leipzig GmbH по заказу Massiv-Holz-Mauer Entwicklungs GmbH на пожарную безопасность при испытании 5-ти слойной панели толщиной 160мм в соответствии с DIN 1365 была подтверждена безопасность данного элемента при одностороннем воздействии огня [1], что соответствует воспламенению внутри или снаружи эксплуатируемого помещения, класс пожарной опасности панелей МНМ соответствует классу F90 [2].

Возможность использования панелей Massiv Holz Mauer как несущих стеновых элементов подтверждается сертификатом (действительным на территории Европейского союза) выданным Европейской организацией технических разрешений (European Organisation for Technical Approvals) по заказу Massiv-Holz-Mauer Entwicklungs GmbH, номер сертификата ETA-13/0799. Благодаря исследованиям, произведенным в ЕОТА (по методике, описанной в EN 338) определены физико-механические свойства для расчета панелей МНМ.

Таблица 1.

Физико-механические свойства панелей МНМ

| Физико-механическое свойство | Значение |
|---|----------|
| Модуль упругости - перпендикулярно направлению досок | 370 МПа |
| Модуль сдвига - параллельно направлению досок | 690 МПа |
| Прочность на сжатие | 21 МПа |
| Предел прочности | 14 МПа |

Более подробное описание панелей и их свойств с формулами вычисления, а также областью применения описана в заключении ETA-13/0799.

При проектировании зданий из панелей МНМ, ввиду особенности взаимного расположения досок в панели, в европейской практике проектирования при расчете панелей рекомендуется метод сдвиговой аналогии (англ. shear analogy method) основанный на аналитической модели Крейзенгера (англ. Analytical Kreuzinger model), изображенной на рисунке 2, описанной в методических указаниях TECHNICAL REPORT 019 «Calculation models for prefabricated wood-based Loadbearing stressed skin panels for use in roofs» разработанных Европейской организацией технических разрешений.

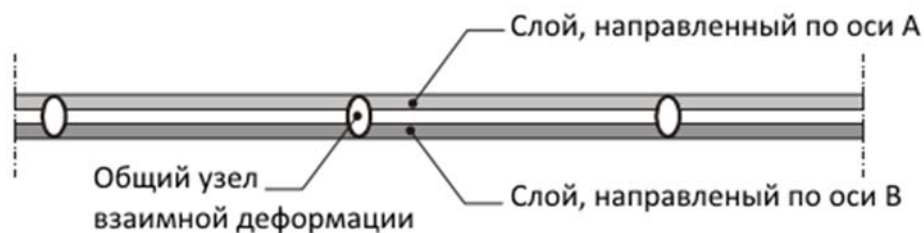


Рисунок 2. Аналитическая модель балки Крейзенгера

При анализе применимости панелей МНМ в несущих конструкциях зданий следует учесть наработки зарубежных специалистов и применимость существующих методов расчета к панелям, производимым на данный момент российскими производителями. Метод сдвиговой аналогии может быть проверен с использованием САПР, экспериментальных исследований и сопоставлен с действующими в России нормативными документами. На основании полученных данных можно сделать вывод о справедливости применяемых методов или о необходимости разработки новых.

Анализируя применимость технологии Massiv Holz Mauer при возведении несущих конструкций зданий необходимо дополнительно детально исследовать взаимодействие соединенных между собой панелей, а именно:

- определить характер местных напряжений в панелях в местах соединения;
- изучить распределение напряжений в слоях;
- оценить вероятность расслоения панелей в местах соединения за счет деформации алюминиевых штифтов.

Библиографический список

1. Heil, C. Massiv-Holz-Mauer МНМ eine innovative Holzbauweise / C. Heil. // Der Bausachverständige. – 2007. – №3. – P. 37.
2. Mohr, J. Brand- und Schallschutz bei МНМ-Elementen REI 90 und 78 dB Holzbauweise / J. Mohr. // Holzbau die neu Quadriga. – 2012. – №3. – P. 53.

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

Анализ конструктивных систем и элементов жесткости высотных зданий

Волощук Д.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Высотные здания имеют ряд особенностей, которые существенно отличают их от обычных зданий и влияют на выбор применяемых конструктивных систем.

Повышение этажности приводит к увеличению горизонтальных нагрузок в нарастающей степени, в связи с чем расчет по предельным деформациям становится основополагающим. Необходимую несущую способность здания достигают при помощи конструктивной системы, которая должна отвечать требованиям прочности, устойчивости и жесткости. При этом конструктивная система оказывает прямое влияние на объемно-планировочные и инженерно-технические решения здания, оптимизация

которых сводится к определению оптимальных габаритов ядра, обеспечивающего жесткость здания.

Выбор рациональной конструктивной системы зависит от многих факторов, некоторые из них показаны на рисунке 1.

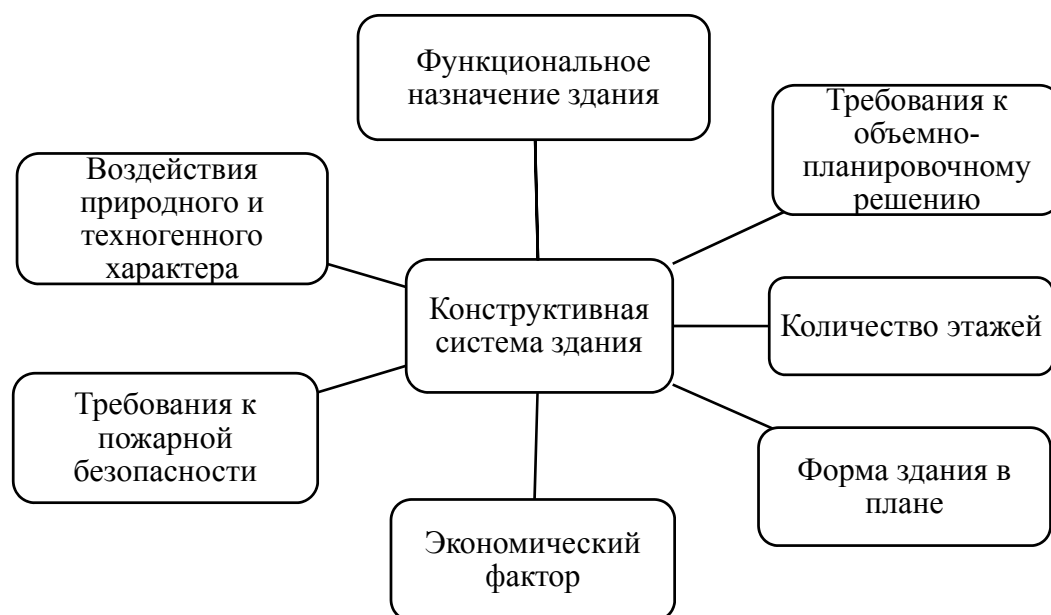


Рисунок 1. Факторы, влияющие на выбор конструктивной системы высотного здания

Зарубежная практика проектирования предлагает следующую классификацию основных конструктивных систем высотных зданий: каркасная, рамная; каркасная с диафрагмами жесткости; каркасно-ствольная; коробчато-ствольная; коробчатая (оболочковая); ствольная; бескаркасная с поперечными несущими стенами. В целом она не противоречит принятому делению конструктивных систем в РФ на: рамную; рамно-связевую; связевую; пространственную; бескаркасную; комбинированную. В строительных нормах [1] приводится классификация конструктивных систем в зависимости от типа вертикальных несущих элементов, которые подразделяются на: колонные, стеновые и колонно-стеновые.

Обобщив и проанализировав данные классификации, можно сделать вывод, что существует две основные конструктивные системы¹: рамная (горизонтальные нагрузки воспринимаются узлами соединения вертикальных и горизонтальных несущих элементов здания) и связевая (горизонтальные нагрузки воспринимаются связями, диафрагмами, стенами, ствольными, оболочками и т.д.).

Самой распространенной из представленных связевых систем является ствольная конструктивная система и ее подсистемы. В качестве основной несущей конструкции используется вертикальный пространственный стержень

¹ Рассматривались только плоскостные конструктивные системы

– ствол жесткости. Он представлен в сечении железобетонного высотного здания как стена-диафрагма, обеспечивающая необходимую боковую устойчивость и воспринимающая горизонтальные нагрузки от ветра.

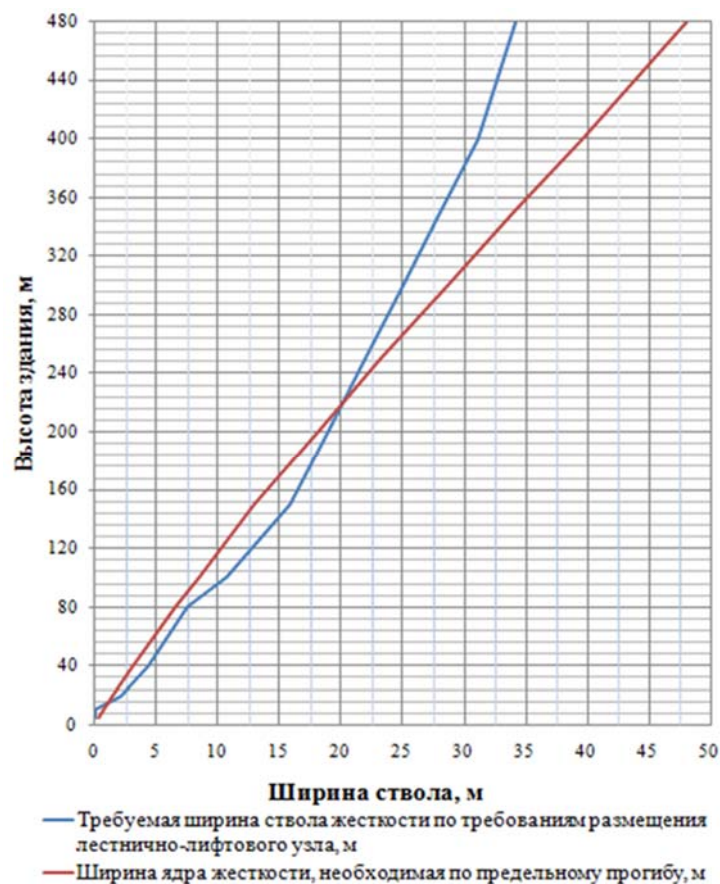


Рисунок 2. Диаграмма зависимости ширины ствола здания от его высоты при различных критериях

Важным параметром при проектировании является определение ширины ствола, ведь кроме обеспечения жесткости, он должен также обеспечивать необходимое пространство для размещения вертикальных коммуникаций – высокоскоростных и пожарных лифтов, лестничных клеток, шахты инженерных коммуникаций (вентиляции, водоснабжения, канализации и др.), кроме этого, важно учитывать размещение коридоров, технических, служебных и хозяйственных помещений (санузлы, венткамеры, шкафы с инженерным оборудованием)² [2]. При расчете требуемого количества лифтов на высоту (этажность) здания следует понимать, что общее количество лифтов и размещение их в плане отличается, это связано с наличием в высотных зданиях аутригерных (технических) этажей, которые размещаются в среднем через каждые 50 м [3]. На них происходит смена

² Пространство внутри ядра жесткости, включающего в себя лестницы, лифты, зоны безопасности, технические помещения и шахты инженерных коммуникаций называется лестнично-лифтовым узлом (ЛЛУ).

лифтового транспорта, обеспечивающего определенные этажи, как например – офисные, гостиничные, жилые. Зависимость ширины ствола жесткости высотного здания по предельным деформациям и размещению вертикальных коммуникаций и сопутствующих помещений от высоты здания представлена на рисунке 2.

Из диаграммы следует, что необходимые габариты ядра жесткости для здания высотой до 220 м назначаются исходя из размещения ЛЛУ, при этом данные габариты уже заведомо обеспечивают требуемую устойчивость ствола жесткости. После высоты здания в 220 м основным параметром при расчете габаритов является предельные прогибы – отклонение от вертикальной оси ствола жесткости здания.

Следует отметить, что ни одна конструктивная система не является безусловно предпочтительной. Выбор конструктивной системы здания необходимо делать исходя из определенного диапазона высот. Обоснование данного выбора должно включать рассмотрение экономических факторов, функционального назначения здания и требований к объемно-планировочным решениям.

Применив полученный график к ядру жесткости высотного здания БЦ «Высоцкий», г. Екатеринбург, можно установить, что при высоте здания 188 м и размерах в плане 40х40 м ширина ядра жесткости должна составлять 16,5 м по требованиям предельного прогиба (при воздействии горизонтальных нагрузок) и 18 м по требованиям размещения ЛЛУ и сопутствующих помещений соответственно. Ширина ствола БЦ «Высоцкий» составляет 20х20 м, таким образом, можно наблюдать хорошую сходимость результатов проведенного исследования.

Библиографический список

1. СП 52-103-2007. Железобетонные монолитные конструкции зданий. – М.: Госстрой. – 2007. – 22 с.
2. Современное высотное строительство. Монография. – М.: ГУП «ИТЦ Москомархитектуры», 2007. – 440с.
3. Проектирование высотных зданий: МГСН 4.19-05 – М.: ГУП НИАЦ, 2002. – 97 с.

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

Определения давления образования гидравлических разрывов и радиуса их распространения

Гейдт А.В., Гейдт Л.В., Самохвалов М.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В результате инъекции раствора в пылевато-глинистый грунт с использованием манжетной или высоконапорной инъекционной технологии

раствор распространяется в грунтовом массиве в режиме образования и распространения кинжальных вертикальных или горизонтальных гидравлических разрывов (гидроразрывов) [1-3]. Таким образом исследование процессов формирования и выявления закономерностей распространения в пылевато-глинистом грунтовом основании гидроразрывов в результате инъекции под давлением различных составов инъекционных растворов является актуальной темой исследований.

Если описать процесс формирования гидроразрывов с позиции механики, то он представляет собой раскрытие треугольника в точке грунтового массива. В данную точку направляется основной вектор давления инъекции раствора и при выполнении условия $p_{ин} > p_{тр}$ происходит образование в грунтовом массиве трещин гидравлических разрывов. $p_{тр}$ – минимальное давление трещинообразования в пылевато-глинистом грунтовом массиве. $p_{ин}$ – давление инъекции раствора.

При выборе математического аппарата для моделирования процессов образования и распространения гидроразрывов необходимо учитывать пластический характер деформирования околосоайного грунтового массива. Как следствие использование аналитического моделирования в рамках упругого подхода не представляется возможным [3]. Для решения данного вопроса рекомендуется использовать численное моделирование уплотнения с использованием современных программных комплексов и развитых грунтовых моделей [4]. В свою очередь для определения минимального давления образования гидроразрывов ($p_{тр}$) необходимо использовать формулы, соответствующие сдвиговому характеру разрушения грунтового массива. Также следует отметить, что от значения $p_{тр}$ зависит радиус распространения гидравлических разрывов, $R_{тр}$.

Во время проведения полевых исследований на строительной площадке в г. Тюмени были определены экспериментальные значения $p_{тр}$ (таблица 1). Данные значения определялись по манометру растворонасоса с учётом потери давления в процессе движения раствора по шлангам высокого давления до 50-60% [4].

Для определения значения $p_{тр}$ аналитическим способом предлагается воспользоваться следующими способами:

1. Способ, основанный на использовании критерия прочности Мора-Кулона [5]

$$p_{тр} = C \cdot ctg\varphi + \sigma_0 \quad (1)$$

2. Способ, основанный на определении значений тангенциальных напряжений на контуре скважины заданной глубины z [6]:

$$\sigma_\theta = 2 \cdot \gamma \cdot z - p_{ин} \Rightarrow p_{тр} = 2 \cdot \gamma \cdot z + p_{ин} \quad (2)$$

3. Способ, основанный на использовании критерия прочности критерий прочности Мизеса-Шлейхера-Боткина, который в отличие от критерия

прочности Мора-Кулона позволяет учитывать объёмное напряженное состояние грунтового массива [7]:

$$\tau_i \geq C + f \cdot \sigma_{02}, (3),$$

где τ_i – интенсивность касательных напряжений:

$$\tau_i = \frac{1}{\sqrt{6}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2} (4)$$

$$C = \frac{\frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sigma_c \cdot \sigma_p}{\sigma_c + \sigma_p}, f = \frac{\sqrt{3} \cdot (\sigma_c - \sigma_p)}{(\sigma_c + \sigma_p)} (5),$$

где σ_c, σ_p – прочность грунтобетона при сжатии (растяжении), которую необходимо учитывать при повторной инъекции гидравлических разрывов во время инъекции различных составов, в том числе цементных:

$$p_{\text{тр}} = \gamma \cdot z \cdot (1 + \sqrt{3} \cdot \text{tg} \varphi) + \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot C (6)$$

Таблица 1

Определение давления образования гидравлических разрывов во время инъекции различных составов, в том числе цементных

| № п/п | Способ определения $p_{\text{тр}}$ | Давление гидроразрыва $p_{\text{тр}}$, кПа | | Среднее отклонение расчётного значения от экспериментального, % |
|-------|------------------------------------|---|-----------|---|
| | | $z=0-1$ м | $z=1-2$ м | |
| 1 | Экспериментальный | 60 | 90 | - |
| 2 | По формуле №1 | 49 | 71 | 20,0 |
| 3 | По формуле №2 | 47 | 48 | 33,5 |
| 4 | По формулам №3-6 | 55 | 82 | 8,6 |

Таким образом, значения $p_{\text{тр}}$, определенные способом №3 (формулам 3-6) имеют наименьшие отклонение (до 9%) по сравнению с другими. Т

Радиус уплотнённой зоны околосвайного грунтового массива $R_{\text{упл}}$ зависит от радиального перемещения стенки скважины u и радиуса распространения гидроразрывов $R_{\text{тр}}$, зависит от следующих параметров:

- от объёма раствора, $V_p, \text{м}^3$;
- от шага отверстий перфорации $b_{\text{отв}}$ и их количества в сечении горизонта инъекции $n_{\text{отв}}$ (увеличение данных параметров приводит к локализации трещин гидроразрыва в околосвайном грунтовом массиве);
- от количества повторений инъекций в один и тот же горизонт $n_{\text{ин}}$ (т.е. однократная или повторная инъекция).

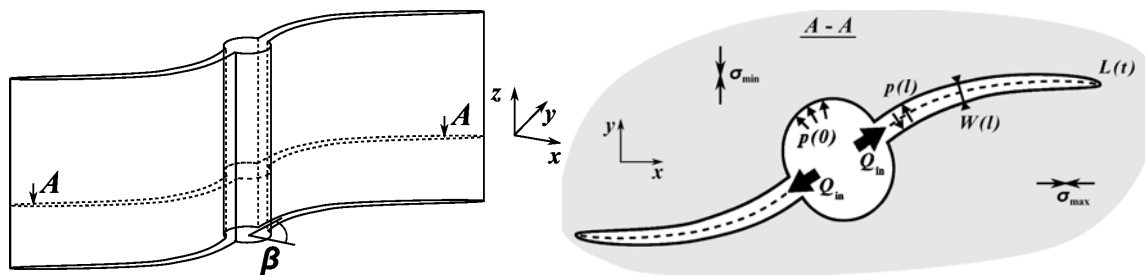


Рисунок 1. Определение радиуса распространения гидравлических разрывов

Следует отметить, что из-за хаотичного образования гидравлических разрывов во время инъекции различных составов, в том числе цементных и не контролируемого характера их распространения значение $R_{тр}$ принимается по данным полевых исследований.

Библиографический список

1. Драновский, А. Н. Предельное давление на стенки цилиндрической скважины / А. Н. Драновский // ОФМГ. – 1980. – № 5. – С. 22-25.
2. Осипов, В. И. Уплотнение и армирование слабых грунтов методом «Геокомпозит» / В. И. Осипов, С. Д. Филимонов // ОФМГ. – 2002. – № 5. – С. 15-21.
3. Ермолаев, В. А. Упрочнение основания зданий и сооружений методом гидроразрыва с использованием манжетной технологии / Е. С. Вознесенская, В. А. Ермолаев, А. И. Осокин, С. В. Татаринцов // ОФМГ. – 2014. – № 4. – С.19-23.
4. Петрухин, В. П. Новые способы геотехнического строительства: Научное издание / В. П. Петрухин, О. А. Шулятьев, О. А. Мозгачева. – Москва: Издательство АСВ, 2015. – 224 с.
5. Федоровский, В. Г. О расширении цилиндрической скважины в упругопластической среде. / В. Г. Федоровский // ОФМГ. – 2000. – № 2. – С. 28-30.
6. Сахаров, И. И. Геотехническое сопровождение закрепления оснований зданий и сооружений высоконапорной инъекцией. / И. И. Сахаров, М. Аббуд // Труды междунар. семинара по механике грунтов, фундаментостроению и транспортным сооружениям– М. – 2000. – с.134-136
7. Малинин, А. Г. Обоснование технологических параметров инъекционного закрепления слабых грунтов в режиме гидроразрыва. Давление гидроразрыва / А. Г. Малинин // Подземное пространство мира. – 2002. – № 6.

Результаты теоретических исследований образования гидроразрывов в пылевато-глинистых грунтах

Гейдт А.В., Паронко А.А., Самохвалов М.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В условиях интенсивного развития современных городов особое место занимает проблема усиления оснований и фундаментов, исключения запредельных деформаций зданий и сооружений существующей застройки при строительстве новых масштабных объектов городской инфраструктуры, исправления неравномерных осадок зданий и сооружений, выявленных в процессе строительства или эксплуатации. Исходя из этого, исследования направленные на разработку технологий улучшения строительных свойств грунтового основания, несомненно, являются актуальными [1-4].

Цель исследования - повышение качества и расширение области применения манжетной технологии с инъекцией раствора в режиме образования «гидроразрывов».

Задача исследования - разработка алгоритма расчёта по определению изменения физико-механических характеристик закрепляемого массива грунта для качественной оценки его сжимаемости.

Для определения зависимости изменения модуля деформации грунта, армированного гидроразрывами во время инъекции раствора, (E_a) от объёма инъекции раствора на 1 м.п. длины инъектора (рис. 1) предлагается воспользоваться следующими формулами [5]:

$$E_a = \frac{f_a \cdot E_s \cdot E_d}{f_a \cdot k_a \cdot E_d + (1 - k_a) \cdot E_s} \quad (1)$$

$$f_a = \exp[k_a \cdot (1 + e_d)] \quad (2)$$

$$k_a = \frac{V_s \cdot V_p}{V_d^2} = \frac{V_s \cdot n}{V_d} \quad (3)$$

Определение зависимости изменения модуля деформации грунта, уплотненного гидроразрывами после инъекции раствора в процессе консолидации (E_c) от объёма инъекции раствора на 1 м.п. длины инъектора (рис. 2) следует выполнять по формулам [5]:

$$E_c = E_d \cdot \exp[e_d - e_c] \quad (4)$$

$$e_c = e_d - k_a \cdot (1 + e_d) \quad (5)$$

Соответственно среднее значение модуля деформации уплотнённого грунта по манжетной технологии E_{cp} будет определяться по формуле:

$$E_{cp} = \frac{E_c + E_a}{2} \quad (6)$$

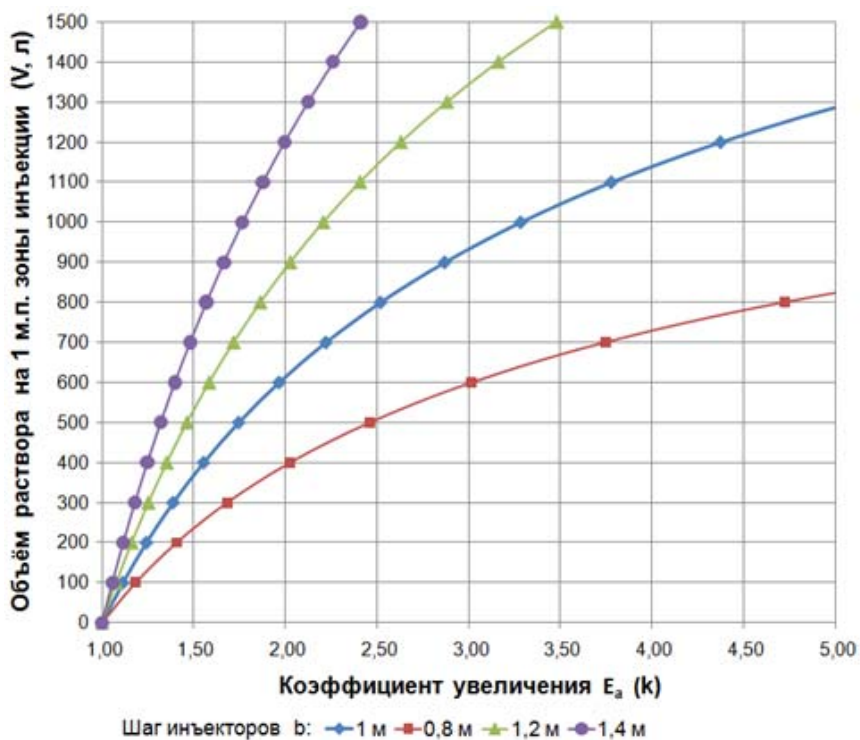


Рисунок 1. Определение изменения модуля деформации грунта, армированного гидроразрывами во время инъекции раствора (E_a) в зависимости от объема инъекции раствора на 1 м.п. длины инъектора

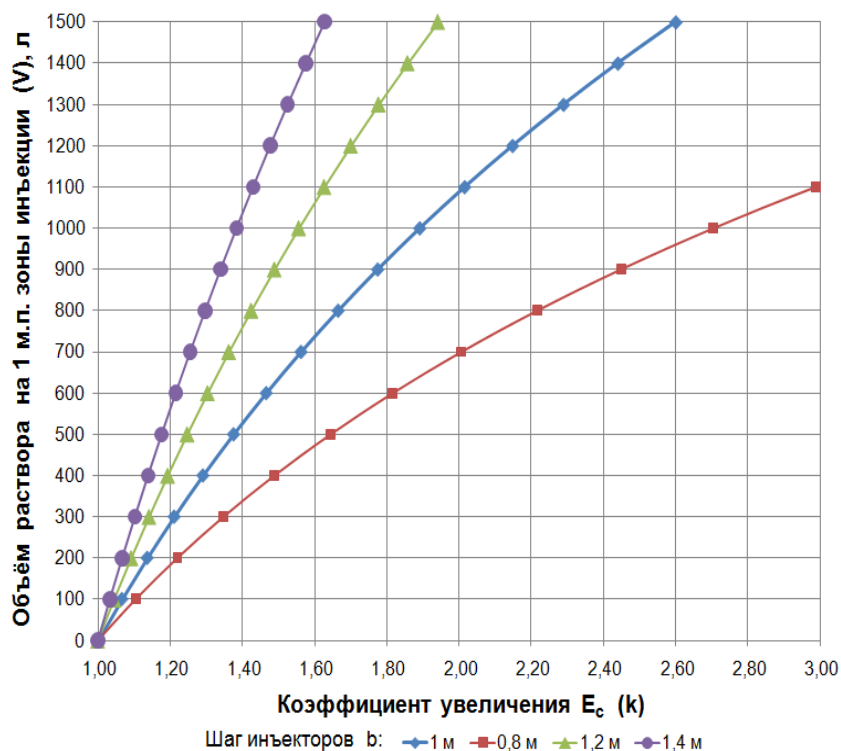


Рисунок 2. Определение зависимости изменения модуля деформации грунта, уплотненного гидроразрывами после инъекции раствора в процессе консолидации (E_c) от объема инъекции раствора на 1 м.п. длины инъектора

Сравнение результатов теоретических исследований по определению изменения деформационных характеристик закрепляемого массива грунта с экспериментальными показаны на гистограмме сравнения (рис. 3)

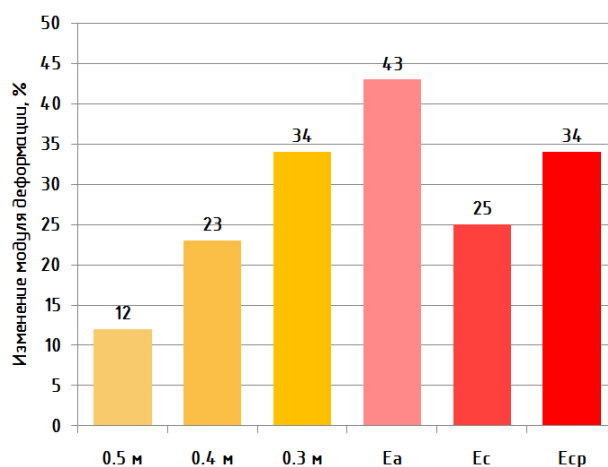


Рисунок 3. Сравнение результатов исследований для суглинка мягкопластичного (0,5 м – шаг отверстий перфорации)

Выводы:

Разработан алгоритм расчёта, позволяющий с отклонением до 7% определять изменение деформационных характеристик закрепляемого массива грунта по манжетной технологии с повторной (многократной) инъекцией раствора в режиме гидроразрывов и шагом отверстий перфорации (манжетных горизонтов) - 0,3 м.

Библиографический список

1. Гильман, Я. Д. Усиление и восстановление зданий на лессовых просадочных грунтах / Я. Д. Гильман, Е. Д. Гильман. – Москва: Стройиздат, 1989. – 160 с.
2. Драновский, А. Н. Предельное давление на стенки цилиндрической скважины / А. Н. Драновский // ОФМГ. – 1980. – № 5. – С. 22-25.
3. Осипов, В. И. Уплотнение и армирование слабых грунтов методом «Геокомпозит» / В. И. Осипов, С. Д. Филимонов // ОФМГ. – 2002. – № 5. – С. 15-21.
4. Сахаров, И. И. Гидроразрывной метод закрепления оснований эксплуатируемых зданий и сооружений / И. И. Сахаров, М. Аббуд // Геотехника. Наука и практика: сб. науч. тр. – Санкт-Петербург, 2000. – С. 72-76.
5. Ланис, А. Л. Использование метода напорной инъекции при усилении земляного полотна железных дорог: дис. ... канд. техн. наук.:05.22.06 / Ланис Алексей Леонидович. – Москва: 2009. – 156 с.

Анализ факторов, влияющих на скорость возведения и качество ленточно-оболочечных фундаментов

Гиматова А.Р., Усольцева Д.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На сегодняшний день в строительстве актуально направление инновационных технологий в возведении фундаментов, так как фундамент является наиболее важной частью любого возводимого здания или сооружения. В связи с этим набирает популярность ленточно-оболочечный вид фундаментов [1] (рис.1).



Рисунок 1. Ленточно-оболочечный фундамент

Как известно, нулевой цикл строительства занимает около 20% трудоемкости и продолжительности от всего процесса строительства. Как ускорить процесс возведения данного вида фундамента без потери качества? Мы провели анализ и выделили следующие факторы, влияющие на скорость возведения ленточно-оболочечных фундаментов:

- уровень квалификации рабочих;
- достаточное обеспечение материалами и приспособлениями. Наличие подходящих, наиболее эффективных инструментов ускорит рабочий процесс. Например, готовые пространственные арматурные каркасы, исключают процесс их «загибания» и перевязки;
- вид, состав грунта и его мерзлотность, т.к. для мерзлых грунтов потребуются дополнительные мероприятия по подготовке стройплощадки и отрывке котлована. Вид грунта при формировании оболочечного пространства будет иметь очень большое значение, например, песок будет просто рассыпаться, а глинистый грунт будет хорошо держать форму полуцилиндра;
- способ подачи бетонной смеси и дальность нахождения строительной площадки от завода. Если бетонирование будет производиться при помощи автобетононасоса, то скорость будет возрастать, если же при помощи выгрузки бетона из автобеносмесителя, то потребуются гораздо больше времени;
- наличие подземных вод (высокий уровень подземных вод может помешать началу возведения фундамента, понадобятся мероприятия по водопонижению);

- время года и температура воздуха, т.к. в теплое время года не нужны защитные сооружения и вспомогательные меры по утеплению бетона;
- погодные условия, наличие осадков (атмосферные осадки в виде дождя негативно сказываются на проведении работ по формированию грунтовых целиков под железобетонную оболочку, так как разрушается их форма и размывается основание);
- марка бетона и скорость набора им проектной прочности;
- вид опалубки. Использование несъемной опалубки, исключает время на ее демонтаж.

Факторами, влияющими на качество данного вида фундамента, являются:

- Соблюдение технологии бетонирования [2]:
 - обеспечение непрерывности подачи бетонной смеси;
 - выполнение бетонирования только после проверки правильности установки опалубки, арматурного каркаса;
 - уплотнение б/с глубинными вибраторами, для избегания появления пустот, уплотняют каждый слой (толщина одного слоя 20-50 см);
 - при большой площади бетонирования фундамент разбивают на блоки или карты, так, чтобы соблюдалось условие непрерывности бетонирования;
 - выдерживание бетона до набора проектной прочности;
 - гидроизоляция;
 - уход за бетоном.
- Способ перевязки арматуры. Перевязка арматуры вручную вязальной проволокой прочнее сварного способа.
- Создание защитного слоя при армировании фиксаторами в шахматном порядке с шагом 1 м [3].
- Воздействие внешних факторов.
- Качественное проведение земляных работ.
- Укрепление слабых грунтов.

Учитывая данные факторы, мы предлагаем следующие мероприятия по увеличению скорости возведения ленточно-оболочечного фундамента и снижению трудоемкости нулевого цикла строительства. Во-первых, работы стоит производить в теплый период времени, так как в холодный период сокращается время рабочей смены, затрудняется процесс разработки грунта, бетонирование осложняется дополнительными мероприятиями по утеплению и набору прочности. Во-вторых, стоит использовать автобетононасос, потому что это снижает временные затраты на подачу бетонной смеси. В-третьих, проводить работы в 2 смены с делением на захватки с фронтом работ на 2 бригады, при этом в составе бригады должны быть рабочие не ниже 4 разряда. В-четвертых, применять несъемную опалубку, например опалубка из железобетонных блоков. В-пятых, использование

шаблонов для формирования и последующего уплотнения грунта в требуемую форму полуцилиндра. Таким образом, данные мероприятия ускорят процесс устройства фундамента, без потери качества, а так же позволят сократить трудоемкость данного процесса.

Библиографический список

1. Пронозин, Я. А. Перспективные фундаменты на сильносжимаемых грунтовых основаниях / Я. А. Пронозин, Л. Р. Епифанцева, Ю. В. Наумкина, Р. В. Мальников, О. С. Порошин. – Москва: Изд-во АСВ, 2016. – 349 с.

2. Пронозин, Я. А. Технологические аспекты и экономические показатели устройства ленточных фундаментов мелкого заложения, объединенных пологими оболочками / Я. А. Пронозин, М. А. Цыганкова, Д. В. Волосяк // сборник материалов Всероссийской конференции с международным участием «Фундаменты глубокого заложения и проблемы освоения подземного пространства». – Пермь: издательство ПНИПУ, 2014. - С.179-193

3. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП2.02.01-83* / Минрегион России. – М.: ОАО «ЦПП», 2011. – 161 с.

Научный руководитель: Цыганкова М.А., старший преподаватель.

Обзор исследований по вопросу учёта стеснённых условий при комплексной застройке на слабых грунтах

Гирко Е.Д., Епифанцева Л.Р.

Тюменский индустриальный университет, Тюмень.

Пренебрежение особыми условиями комплексного строительства может привести к нарушению нормальных условий эксплуатации существующих зданий, а иногда даже к аварийным ситуациям. Особенно возрастает опасность подобных деформаций при строительстве на основаниях, сложенных слабыми грунтами, так как эти грунты сравнительно легко подвержены технологическому разрушению и характеризуются значительными и медленно затухающими осадками.

Вопросами исследования взаимного влияния фундаментов при комплексной застройке занимались такие учёные как Сотников С. Н., Симагин В. Г., Вершинин В.П. [1], Четвериков А. Л. [2], Прокопов А. Ю., Прокопова М.В. [3], Бровко И. С. [4], Пилягин, А. В., Махова, С. И. [5] и другие.

Сотниковым С. Н., Симагиным В. Г. и Вершининым В. П. было исследовано, что деформации конструкций зданий от дополнительной осадки

имеют значительное отличие от деформации, вызванной собственной осадкой [1].

Четвериков А.Л. занимался подобным вопросом [2]. В результате его исследований было отмечено, что давление по подошве возводимого объекта и расстояние между зданиями имеют наибольшее влияние на дополнительные деформации существующих зданий (в отличие от высоты или прочности существующих зданий). Вследствие чего была представлена методика определения степени влияния возводимого здания на близлежащие здания и назначения комплекса мероприятий по снижению его негативного воздействия.

Работа Прокопова А. Ю. и Прокоповой М. В. была исследована с применением конечно-элементного анализа [3]. В результате полученных данных был сделан вывод о значительном отличии состояний напряжения и перемещения в основаниях, фундаментах и других конструкциях одного объекта и двух рядом стоящих объектов.

Бровко И. С. в исследовании по расчёту деформации оснований промышленных сооружений и гражданских зданий при взаимном влиянии фундаментов привёл методику расчёта взаимовлияющих фундаментов повышенной несущей способности по деформациям основания с учётом глубины приложения нагрузки и фактора времени [4].

Пилягиным А. В. и Маховой С. И. был проведён анализ существующих методов определения осадок фундаментов с учетом влияния загрузки соседних фундаментов, приведены новые методы расчета [5].

Богомолова О.А., Богомоллов А.Н., Бартоломей И.Л., Качурин Я.В., Якименко И.В. в совместной работе наблюдали взаимное влияние параллельных незаглубленных ленточных фундаментов [6]. В результате исследований выяснилось, что области пластических деформаций фундаментов меньше тогда, когда эти фундаменты расположены ближе по отношению друг к другу.

Воронин Е. Б. и Леднова Ю.А. работали над подбором основного типа фундамента для двух 16-этажных зданий, находящихся в зоне взаимного влияния, исследованы возможные развития больших осадок и увеличение крена зданий [7].

Леднёв В. В. и Тью Тхи Хоанг Ань в своих теоретических и экспериментальных исследованиях взаимного влияния нагруженного фундамента на ненагруженный при действии вертикальной внецентренной силы определили зависимости между влияющими параметрами при действии на один цилиндрический фундамент вертикальной внецентренной силы, когда другой оставался ненагруженным [8].

В работе Берловской Е. И. и Пчелицевой Е. Ю. главное внимание было уделено анализу развития зон напряженного состояния и деформаций у существующих зданий, даны рекомендации по уменьшению и ограничению взаимного влияния фундаментов [9].

Малышкиным А. П. и Есиповым А. В. выполнен анализ осадок свайных групп с различным шагом свай [10]. Были получены графики осадок свайных групп и оценено взаимное влияние свай между собой.

Библиографический список

1. Сотников, С. Н. Проектирование и возведение фундаментов вблизи существующих сооружений (Опыт строительства в условиях Северо-Запада СССР) / С. Н. Сотников, В. Г. Симагин, В. П. Вершинин; под ред. С. Н. Сотникова. — М.: Стройиздат, 1986. — 96 с.

2. Четвериков, А. Л. Взаимное влияние оснований и фундаментов зданий и сооружений в условиях городской застройки (на примере г. Ростова-на-Дону): дис. ... канд. тех. наук: 05.23.02 / Четвериков Алексей Львович. — Ростов-на-Дону, — 2003. — 145с.

3. Прокопов, А. Ю. Проблемы проектирования фундаментов зданий и сооружений, возводимых в условиях плотной городской застройки / А. Ю. Прокопов, М. В. Прокопова // Вісник дніпропетровського національного університету залізничного транспорту ім. Академіка в. Лазаряна, — 2008. — №21. — С. 159-161.

4. Бровко, И. С. Расчет деформаций оснований промышленных сооружений и гражданских зданий при взаимном влиянии фундаментов / И.С. Бровко // Промышленное и гражданское строительство, — 2009. — №5. — С. 53-54.

5. Пилягин, А. В. Учет взаимного влияния фундаментов в расчетах по деформациям / А. В. Пилягин, С. И. Махова // Вестн. Волгоградского гос. архитектурно-строительного ун-та. Сер.: Строительство и архитектура. — 2011. — №25. — С. 36-41.

6. Богомолова, О. А. К вопросу о взаимном влиянии близко расположенных параллельных незаглубленных ленточных (плитных) фундаментов на связном основании / О. А. Богомолова, А. Н. Богомолов, И. Л. Бартоломей, Я. В. Качурин, И. В. Якименко // Вестн. Волгоградского гос. архитектурно-строительного ун-та. Сер.: Строительство и архитектура. — 2013. — №30. — С. 50-70.

7. Воронин, Е. Б. Расчет фундаментов двух многоэтажных жилых зданий, расположенных в зоне взаимного влияния / Е. Б. Воронин, Ю. А. Леднова // Городское хозяйство и рациональное природопользование. — 2016. — С. 9-14.

8. Леднёв, В. В. Взаимное влияние близко расположенных фундаментов / В. В. Леднёв, Т. Х. А. Тью // Вопросы современной науки и практики, Университет им. В.И. Вернадского. — 2016. — №2. — С. 61-68.

9. Берловская, Е. И. Анализ взаимного влияния фундаментов зданий и сооружений в стесненных условиях городской застройки / Е. И. Берловская, Е. Ю. Пчелинцева // Избранные доклады 63-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых учёных. — 2017. — С. 187-191.

10. Малышкин, А. П. Численные исследования взаимного влияния свай в группах / А. П. Малышкин, А. В. Есипов // Академический вестник УРАЛНИИПРОЕКТ РААСН. – 2017. – №2(33). – С. 86-89.

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

Применение вант при монтаже большепролетных конструкций

Глухих Д.И., Клыков Р.Ф.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Большепролетные сооружения позволяют в полной мере раскрыть потенциал материала и получить экономичные, легкие пролеты и покрытия [1].

Ярким примером такого сооружения стал мемориальный мост Майка О'Каллагана-Пэта Тиллмана в США через каньон реки Колорадо (Рисунок 1). Мост по праву считается самым высоким бетонным арочным мостом в мире.



Рисунок 1. Общий вид мемориального моста Майка О'Каллагана-Пэта Тиллмана

Основная функция моста – создать объездной путь узкой извилистой дороги с малой пропускной способностью через платину Гувера.

Особенности конструктивного решения

После исследования и анализа различных мест и аспектов инженерами было принято решение о строительстве железобетонного арочного моста в месте, известном как пересечение горы Сугерлоаф.

Конструктивное решение было оправдано суровыми климатическими условиями местности: сильные ветра (среднесуточная скорость равно 28 м/с), высокие температуры (40°С – средняя температура в течении ше-

сти месяцев). Железобетонная конструкция, обладающая малой парусностью – наиболее подходящий вариант для подобных условий.

Основной несущий элемент моста состоит из двух параллельных железобетонных арок. От нижней точки арки поднимаются на высоту 76 метров, от края до края – 323 метра.

Каждая арка выполнена из железобетонных сегментов полых внутри. Каждый сегмент примерно 4 метра в высоту и весит почти 40 тонн, использован высокопрочный бетон, способный выдерживать давление в 700 килограммов на квадратный сантиметр. Такое решение позволило на порядок сократить общий вес конструкции [2].

Особенности монтажа

Перед инженерами стояла сложная задача: как удержать сегменты арки, перед тем как они встретятся на середине пролета? Решением стали временные ванты – они поддерживали элементы в проектном положении до стыковки сторон (Рисунок 2).



Рисунок 2. Применение временных вант

Для использования временных вант потребовалось установить временные пилоны над началом арочных элементов - на краях уже смонтированного дорожного полотна. Пилоны, как и вся арка, так же состояли из сборных полых железобетонных элементов и были усилены металлическими каркасами, которые уменьшали колебания от ветра.

В процессе заливки, уплотнения и твердения бетона растущие полуарки поддерживались вантами, протянутыми с временных башен-пилонов. Поскольку в процессе наращивания полуарок их вес менялся, то постоянно устанавливались дополнительные поддерживающие тросы. Натяжение

поддерживающих тросов регулировалось таким образом, чтобы обеспечить необходимое пространственное положение возводимых элементов арки. Для этого за геометрическими параметрами сооружения осуществлялся непрерывный контроль комплексом высокоточных инженерно-геодезических измерений.

Для доставки необходимого материала, элементов арки и рабочих в центральную часть арки использовалась система Деррик кранов (Рисунок 3). Система деррик кранов поддерживает два стальных троса толщиной 7,6 см, идущих параллельно, а они поддерживаются четырьмя стрелами по две с каждой стороны.



Рисунок 3. Система Деррик кранов

Процесс установки такой системы крайне сложен, так как стрелы высотой около 100 метров расположены на расстоянии 760 метров друг от друга. Основная проблема: как протянуть трос через каньон до того, как эта система будет готова?

Решить эту задачу удалось за несколько этапов: сначала с помощью вертолета протянули трос толщиной 1,3 см, затем к нему прикрепили трос 2,2 см, после на этот трос прикрепили другой толщиной 5,4 см, а уже потом прикрепили основной трос толщиной 7,6 см.

Библиографический список

1. Демина, А. В. Здания с большепролетными покрытиями : учеб. пособие / А. В. Демина ; М-во образования Рос. Федерации. Тамбов. гос. техн. ун-т. - Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2003 (ИПЦ ТГТУ). - 88 с. : ил.

2. Mike O'Callaghan-Pat Tilman Memorial Bridge: [Интернет источник]// Highestbridges. URL: <http://www.highestbridges.com/> [Дата обращения 22.03.2018]

Научный руководитель: Шестакова А.П., канд. экон. наук, доцент.

Оценка влияния транспортно-эксплуатационного состояния дорожного покрытия на социально-экономические затраты пользователей дорог (на примере автомобильной дороги Р-404 Тюмень – Тобольск – Ханты-Мансийск)

Гостев Д.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Эффективность работы автомобильного транспорта (далее – АТ), в первую очередь, зависит от уровня транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги (далее – АД) в целом, позволяющего обеспечить не только высокую ритмичность в безопасности перевозок на возможно больших скоростях, но и снизить социально-экономические потери пользователей дорог.

На решение подобных вопросов, в существенной степени влияет состояние покрытия проезжей части АД, а именно дорожной одежды (далее – ДО).

В данной статье рассмотрен вопрос об оценке влияния состояния дорожного покрытия при фактических и нормативных условиях на социально-экономические затраты пользователей дорог, на примере участка км 367+000 – км 368+000 АД федерального значения Р-404 Тюмень – Тобольск – Ханты-Мансийск, III категории.

Данная оценка произведена на основании методики изложенной в «Методических рекомендациях по технико-экономическому сравнению вариантов дорожных одежд» (далее – ТЭСВДО), в части расчёта эксплуатационных социально-экономических потерь от снижения транспортно-эксплуатационных качества ДО, который состоит из следующих показателей: потери от увеличения себестоимости перевозок, увеличения времени пребывания в пути, увеличения потребности в оборотных средствах, капитальные вложения в АТ и ущерб от дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП) [1].

Общая величина социально-экономических потерь определяется по формуле 1:

Формула 1

$$\Pi_t = \Delta C_{at} + \Delta P_t + \Delta K_{at} + \Delta O_t + \Delta D_t$$

где ΔC_{at} – потери от увеличения себестоимости перевозок; ΔP_t – потери от увеличения времени пребывания в пути; ΔK_{at} – капитальные вложения в АТ; ΔO_t – потери от увеличения потребности в оборотных средствах; ΔD_t – ущерб от ДТП.

Основными факторами, существенно влияющими на изменения общей величины социально-экономических потерь, являются следующие показатели: динамика интенсивности движения АТ с учетом её прогнозирования ($N_{2017}=7606$ авт./сут, прирост 3,38%), изменение скорости АТ в процессе эксплуатации дороги (в год на 1,5 км/ч, согласно табл.3 методики ТЭСВДО), увеличение количества ДТП, а также ухудшение транспортно-эксплуатационных характеристик дорожного покрытия, которые могут быть восстановлены путём проведения ремонтных работ [1, 3].

В соответствии с Приложением 4, Постановления Правительства РФ [2], нормативный межремонтный период по ремонту АД федерального значения III категории составляет 12 лет, на основании этого был принят аналогичный срок сравнения социально-экономических потерь пользователей дорог при нормативных и фактических условиях использования рассматриваемого участка АД.

Результаты расчёта социально-экономических потерь пользователей дорог, по вышеуказанным показателям, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение социально-экономических потерь пользователей дорог при нормативных и фактических условиях

| Виды затрат | Социально-экономические затраты, млн.руб. | | |
|---|---|---------------------|--------------------|
| | Фактические условия | Нормативные условия | Изменение Δ |
| Потери от увеличения себестоимости перевозок, C_{at} | 1 570,138 | 1 545,998 | 24,140 |
| Потери от увеличения времени пребывания в пути, P_t | 156,320 | 139,222 | 17,098 |
| Капитальные вложения в АТ, K_{at} | 2 975,845 | 2 651,725 | 324,120 |
| Потери от увеличения потребности в оборотных средствах, O_t | 0,09761 | 0,08443 | 0,01318 |
| Ущерб от ДТП, D_t | 0,47598 | 0,30777 | 0,16821 |
| Всего затрат | 4 702,87659 | 4 337,3372 | 365,53939 |

Кроме того, в проведённом расчёте потерь пользователей дорог, также были учтены следующие не маловажные показатели [1]:

- себестоимость 1-го авт.-км пробега: расчёты затрат на топливо, смазочные материалы, ремонт АТ, амортизационные отчисления, заработная плата водителя, восстановление износа шин;
- себестоимость 1-го авт.-ч работы и простоя автомобиля;

- количество перевозимых грузов АТ, т;
- количество ДТП на 1 млн. авт./км, в зависимости от итогового коэффициента аварийности ($K_{ит}$);
- величина потерь народного хозяйства на 1 чел., руб./ч.

Из представленного выше расчёта, видно, что затраты пользователей в период 12 лет, при состоянии дорожного покрытия в фактических условиях составляют 4 702,87659 млн.руб, при нормативных условиях 4 337,3372 млн.руб, следовательно, общие потери от снижения транспортно-эксплуатационных показателей АД и качества ДО в процессе её эксплуатации, будут равны 365,53939 млн.руб.

Согласно Постановлению Правительства РФ [2], норматив финансовых затрат на поддержание в нормативном состоянии АД III категории протяженностью 1 км, при проведении работ по содержанию составляет 1 257,905 тыс.руб в год и ремонту 16 657,155 тыс.руб с межремонтным сроком 12 лет. Кроме того, согласно табл.2 [1], с учётом применения понижающих коэффициентов 0,78 и 0,39, учитывающие долю затрат на ДО от норматива на АД, затраты при содержании ДО составят 409,583 тыс.руб и ремонте 12 992,581 тыс.руб, суммарные эти затраты, в период 12 лет, будут равны 17 907,577 тыс.руб, что является 4,89% от социально-экономических потерь пользователей дорог.

Исходя из вышепредставленного результата оценки видно, что экономия затрат на своевременном проведении мероприятий по содержанию и ремонту ДО не эффективна и не сопоставима с потерями, которые несут пользователи дорог.

Библиографический список

1. ОДМ 218.2.028-2012 Методические рекомендации по технико-экономическому сравнению вариантов дорожных одежд от 06.06.2013 N 791-р [Текст]: Распоряжение Росавтодора: [принят ФДА 6 июня 2013 г.]. – Режим доступа: <http://rosavtodor.ru/docs/prikazy-rasporyazheniya/13283>
2. Постановление. О нормативах финансовых затрат и Правилах расчета размера бюджетных ассигнований федерального бюджета на капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог федерального значения от 30.05.2017 N 658 [Текст]: Постановление Правительства РФ: [принят Правительством РФ 30 мая 2017 г.]. – М.: Собрание законодательства РФ N 23, 2007. – 7 с
3. Данные пункта учёта интенсивности движения ТС, автомобильной дороги Р-404 Тюмень – Тобольск – Ханты-Мансийск км 345+000 [Электронный ресурс] / ФКУ «Уралуправтодор // Режим доступа: http://91.191.235.30:19999/cts_control/map

Научный руководитель: Некрасова И.Ю., канд. экон. наук, доцент.

Реконструкция фундаментов инфраструктурных объектов нефтяной и газовой отраслей

Грузин В.В.¹, Грузин А.В.², Щербанёв В.В.²

¹Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Астана

²Омский государственный технический университет, г. Омск

В настоящее время при решении вопросов, связанных с реконструкцией инфраструктурных объектов нефтяной и газовой отраслей, очень часто приходится решать задачу повышения несущей способности фундаментов уже существующих зданий и сооружений. Такая задача, как правило, усложняется наличием вблизи реконструируемого других объектов, а так же их коммуникаций. Существующая практика проведения реконструкции фундаментов объектов промышленного и гражданского назначения изобилует техническими и технологическими решениями, приводящими к значительному удорожанию работ. Поэтому, несомненно, не теряют своей актуальности поиски инновационных решений, обеспечивающих выполнение требуемых показателей по несущей способности с одновременным снижением себестоимости работ по усилению нулевого цикла уже существующих зданий и сооружений [1-3].

Решение данной проблемы видится в комплексном подходе, подразумевающим уплотнение грунтового основания реконструируемого объекта для придания ему дополнительных несущих свойств и увеличение площади опирания фундамента на грунты основания. Для этого предлагается по периметру существующего фундамента вдавливать предварительно изготовленные железобетонные блоки, в вертикальной плоскости имеющие форму трапеции (см. рисунок 1). Такая форма блоков позволит сформировать вокруг них уплотненные зоны грунта.

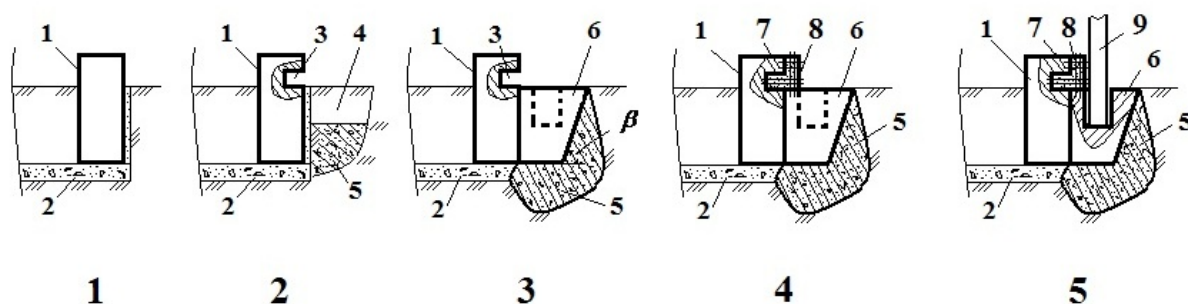


Рисунок 1. Технологическая последовательность операций усиления грунтового основания и фундамента здания в стеснённых условиях

На рисунке 1 представлена технологическая последовательность операций усиления грунтового основания и фундамента реконструируемого здания или сооружения. Позиция 1 рисунка 1 представляет исходное состояние ленточного фундамента 1 и грунтового основания 2 реконструи-

руемого здания или сооружения. Первый этап реконструкции представлен на позиции 2 рисунка 1. На данном этапе выполняются следующие подготовительные операции:

- устройство в существующем фундаменте 1 ниш 3 шириной l , равной ширине верхнего основания бетонного блока 6 на расстоянии $L_{з.у}$ между ними;
- выемка грунта 4 под нишей 3 около ленточного фундамента 1 объемом, равным объему бетонного блока 6;
- засыпка жесткого строительного материала 5 (глина, щебень, бетонная смесь и т.д.) в образованную выемку 4.

Второй этап реконструкции представлен на позиции 3 рисунка 1. На данном этапе в выемку 4 под нишей 3 в ленточном фундаменте 1 устанавливают бетонный блок 6 и осуществляют постепенное его задавливание в жесткий строительный материал 5 до проектной отметки с учетом формирования ширины зоны уплотнения $L_{з.у}$ в грунтовом основании 2 в соответствии с формулой:

$$L_{з.у} = l \cdot \frac{K_{упл} \cdot \rho_{max}}{(K_{упл} \cdot \rho_{max} - \rho_0)}, \quad (1)$$

где ρ_0 , ρ_{max} – соответственно, плотность грунта до уплотнения и его максимальное значение при оптимальной влажности после уплотнения;

$K_{упл}$ – коэффициент уплотнения грунта при погружении в него железобетонного блока в соответствии с условием:

$$\frac{\rho_1}{\rho_{max}} = K_{упл} \geq 0,95, \quad (2)$$

где ρ_1 – требуемая плотность грунта основания.

Железобетонный блок выполнен с углами наклона апофем боковых трех граней равным β или больше угла внутреннего трения грунта φ :

$$\beta \geq \varphi. \quad (3)$$

Далее устанавливают каркас 7, выполненный из базальтовых прутков или арматуры, в нишу 3 и в распор железобетонного блока 6 для крепления к ленточному фундаменту 1 (позиция 4 рисунка 1). На заключительном этапе (позиция 5 рисунка 1) возводят опалубку и отливают из бетона распорный элемент 8, а после его затвердения в гнездо железобетонного блока 6 устанавливают колонну 9 для обеспечения передачи требуемой нагрузки на фундамент.

Ожидается, что выполнение указанных технологических последовательностей операций позволит более качественно усилить грунтовое основание и фундамент реконструируемого здания или сооружения, при этом уменьшить расход строительных материалов и достичь требуемой несущей способности по грунту основания фундамента в стеснённых условиях существующей технологической инфраструктуры.

Библиографический список

1. Абраменков, Д. Э. Средства механизации и технология строительного производства: монография / Д. Э. Абраменков, А. В. Грузин, В. В. Грузин ; под общ. ред. д.т.н., проф. Э.А. Абраменкова. – Saarbrücken, Germany: Palmarium academic publishing, 2012. – 327 с.
2. Gruzin, A. V. The Artificial Additives Effect to Soil Deformation Characteristics of Oil and Oil Products Storage Tanks Foundation / A. V. Gruzin, V. V. Tokarev, V. V. Shalai, Yu. V. Logunova // Procedia Engineering. – 2015. – №113. – pp. 158-168.
3. Gruzin, A. V. Theoretical researches of rammer's operating element dynamics in a soil foundation of oil and oil products storage tank / A. V. Gruzin, V. V. Gruzin, V. V. Shalay // Procedia Engineering. – 2016. – №152. – pp. 182-189.

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

Обследование жилого дома в городе Тюмень

Давлатов Д.Н., Марзбоншохи Сайдахмад

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Объектом обследования является многоквартирный жилой дом по ул. Домостроителей, 34 в г. Тюмени, а именно блок здания в осях «8-10» с подъездными секциями № 4 и 5. В блоке располагаются 72 квартиры.

Жилой дом имеет Г-образную форму в плане, состоит из трех блоков: блоки в осях «1-3» и «8-10» - 9-этажные панельные дома 83 серии размерами 13,2×42,0 м и 13,2×45,0 м соответственно; блок в осях «4-7» - 9-этажная угловая кирпично-панельная вставка. Период строительства объекта 2006-2008 г, ввод в эксплуатацию 2008 год [1].

Первые деформации блока здания в осях «8-10» в форме крена были отмечены в августе 2016 года. После чего силами управляющей организации был проведен поквартирный осмотр жилого дома. В сентябре 2016 года авторами данной статьи было проведено обследование и оценка технического состояния блока жилого дома в осях «8-10».

Так как причинами дефектов жилого здания являлись неравномерные осадки фундаментов, анализ инженерно-геологических условий и проектных решений фундаментов позволил установить следующее:

1. Территория объекта исследования приурочена к пойме р. Тура, обладающей выраженной неоднородностью и высокой изменчивостью слагающих грунтов. С поверхности залегают насыпные грунты техногенного происхождения, в результате "гидронамыва" территории.

2. Изначально жилое здание должно было состоять из четырёх секций и на основании этого были выполнены инженерно-геологические изыскания.

Впоследствии количество секций изменили на пять, поэтому пятно застройки было смещено относительно существующих геовыработок (рис.1).

3. Фундамент здания свайный ленточный с длиной свай 12,0 м. Фактическое опирание свай происходит не в глубинный слой песка а в текучепластичный глинистый грунт (рис.2). Несущая способность сваи по результатам статического вдавливания составила 460,1 кН. Расчетная нагрузка на сваю равнялась 340,3 кН, что составляет 89,5% от предельной величина расчетной нагрузки (запас 10,5%).

4. В соответствии с генеральным планом территория была дополнительно отсыпана на высоту более 1,10 м. Авторами была оценена глубина развития области отрицательного трения, составившая более 65% длины свай.

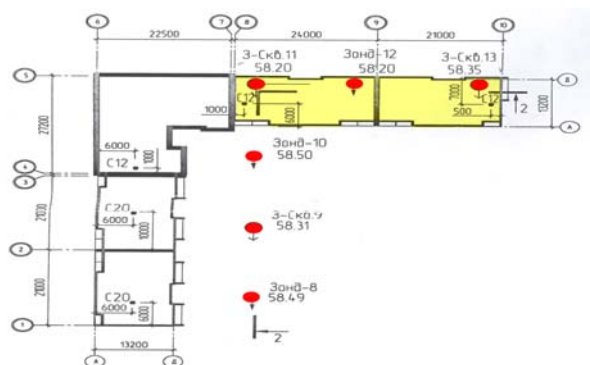


Рисунок 1. Выкопировка из генерального плана с расположением геовыработок и ГП-1

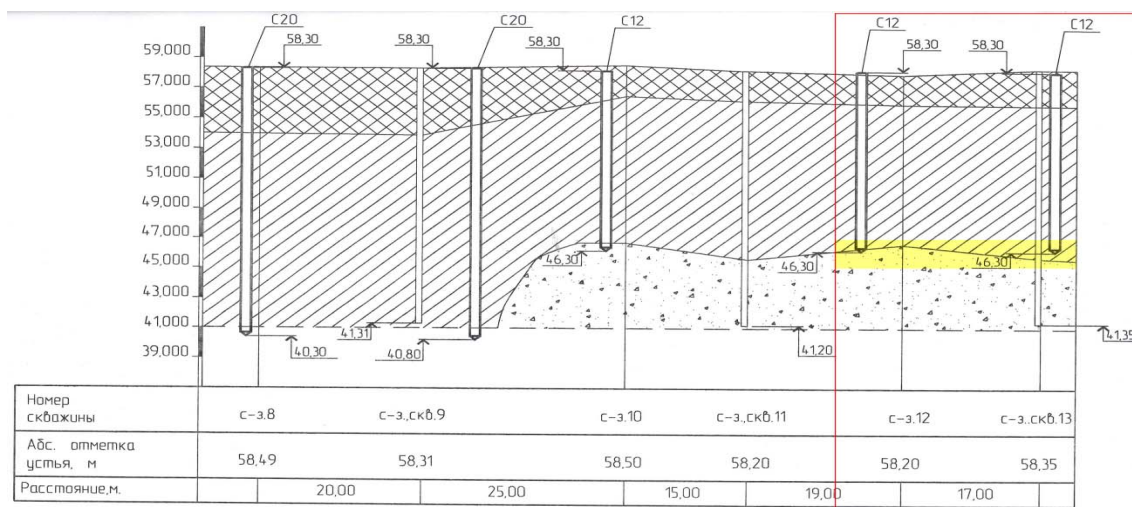


Рисунок 2. Инженерно-геологический разрез с расположением свайного фундамента

Для выявления характера деформаций жилого здания был проведен геодезический мониторинг, позволивший выявить следующее:

1. Максимальная разница осадок фундаментов составляет более 550 мм, самая низкая и самая высокая точки расположены диагонально. Были построены изополя вертикальных перемещений ростверка (рис. 3).

2. Относительная неравномерность осадок ростверка в продольном направлении составляет 0,0091, в поперечном направлении – 0,0159.

3. Неравномерная осадка ростверка сопровождается его прогибом в центральной части. Прогиб в продольном направлении составляет 80 мм, в поперечном направлении – 30 мм.

4. Максимальные горизонтальные перемещения здания зафиксированы в уровне парапета. Неравномерные горизонтальные поперечные перемещения свидетельствуют о "раскрытии" остова здания.

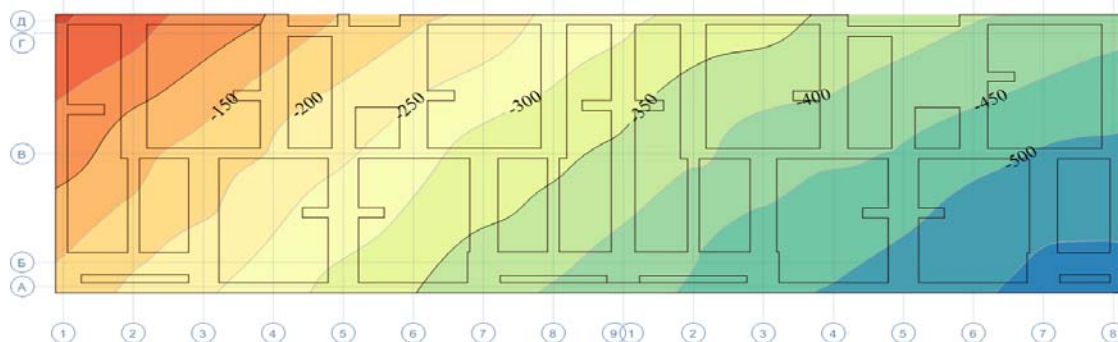


Рисунок 3. Изополюса относительных вертикальных перемещений ростверка (мм)

Данные геотехнического мониторинга свидетельствуют о зафиксированных существенных деформациях здания, оказывающих влияние на его безопасную эксплуатацию. В таблице 1 представлены отклонения фактических значений деформаций здания от предельных значений. Проведенное обследование и оценки технического состояния секции жилого здания установлены причины образования дефектов, влияющих на эксплуатационную надёжность здания:

1. В результате:

- отсутствия надежного опирания свай в песчаный грунт;
- развития сил отрицательного трения по боковой поверхности свай на глубину, превышающую 65% от длины свай, проектный запас несущей способности свай, составлявший 10%, не обеспечен, в результате чего грунтовое основание свайного фундамента находится в перегруженном состоянии.

2. В результате перегруженного грунтового основания осадки свайного фундамента и их относительная неравномерность превышены, по отношению к предельным значениям.

3. Горизонтальные перемещения главных фасадов имеют общее направление, при этом разница максимальных значений составляет $0,042 \div 0,173$ мм, что свидетельствует о неравномерных деформациях остова здания.

4. По данным геотехнического мониторинга максимальное приращение осадок за месяц 1,6 мм – стабилизации осадок фундаментов не наступает, происходит развитие абсолютных значений осадок и их относительной неравномерности.

Исходя из вышеизложенного следует, что выявленные дефекты имеют повсеместное распространение, характерны для всего здания и оказывают существенное влияние на надежность и эксплуатационную пригодность здания.

Таблица 1

Отклонения фактических значений деформаций здания от предельных значений

| Контролируемые параметры | Предельное значение (Табл. Д.1 [2], табл. Е.4 [1]) | Фактическое значение по результатам геотехнического мониторинга | Превышение предельного значения |
|--|--|---|---------------------------------|
| Осадка \bar{s}_u | 12 см | 36 см (<i>средняя осадка</i>) | + 200% |
| | | 55 см (<i>максимальная осадка</i>) | + 358% |
| Относительная разность осадок $(\Delta s/L)_u$ | 0,0016 | 0,0091 (<i>продольное направление</i>) | + 468% |
| | | 0,0159 (<i>поперечное направление</i>) | + 893% |
| Горизонтальные предельные перемещения f_u | 0,056 м | 0,27 м (<i>продольное направление</i>) | + 382% |
| | | 0,392 м (<i>поперечное направление</i>) | + 600% |

Надземная часть находится в ограниченно-работоспособном состоянии при условии недопущения раскрытия существующих и появления новых трещин.

Для дальнейшего безопасного использования жилого здания по своему функциональному назначению необходимо проведение противоаварийных мероприятий, а именно необходимо выполнить усиление свайного фундамента.

Библиографический список

1. Давлатов, Д. Н. Усиления свайных фундаментов путем переустройства их в комбинированный фундамент с опрессовкой и цементацией грунтового основания/ Я. А. Пронозин, Р. В. Мельников, Н. Д. Корсун // Геотехника – Москва, 2017. – №4 – С. 36-44.

Научный руководитель: Пронозин Я. А., докт. тех. наук, профессор.

Каркасная панель перекрытия с продольными ребрами из деревоклееной двутавровой балки из LVL и OSB

Долейко А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время существует необходимость в распространении инновационных материалов в строительстве с более эффективными проч-

ностными, деформационными, экологическими и экономическими показателями, в частности, выдающиеся свойства LVL бруса по праву ставят этот материал в один ряд с наиболее перспективными и технологичными конструкционными материалами, используемым сегодня в строительстве.

А также с активным развитием технологий создания мощных клееных элементов, дающих возможность шире использовать деревянные конструкции в качестве несущих.

С учетом отличных экологических характеристик, а также высокого потребительского интереса и сравнительно невысокой стоимости, здания, возведенные с применением деревянных конструкций в частности конструкций из ЛВЛ, начали занимать достойное место в жилищном и гражданском строительстве. [1]

Основой домов, построенных по деревянно-каркасной технологии, является двутавровая балка, изготовленная в заводских условиях из деревянного клееного бруса и плиты OSB (oriental strand board) или ОСП (ориентированно - стружечная плита). Высокая механическая прочность и устойчивость к внешним воздействиям (в том числе влаги) позволяет использовать OSB в любой сфере хозяйственной деятельности. Для изготовления OSB используется тонкомерная и неделовая древесина хвойных пород, быстрый рост которых обеспечивает получение недорогого сырья. [2]



Рисунок 1. LVL брус

Панельно-Каркасное домостроение по немецкой технологии одно из самых высокотехнологичных направлений строительства. Дома до 90% готовности производятся на заводе. С конвейера выходят панели, из которых на строительной площадке монтируется дом. Производство полностью автоматизировано, а ручной труд сведен к минимуму. На участке производится лишь сборка дома, которая занимает несколько дней. [3]



Рисунок 2. Ориентированно-стружечная плита

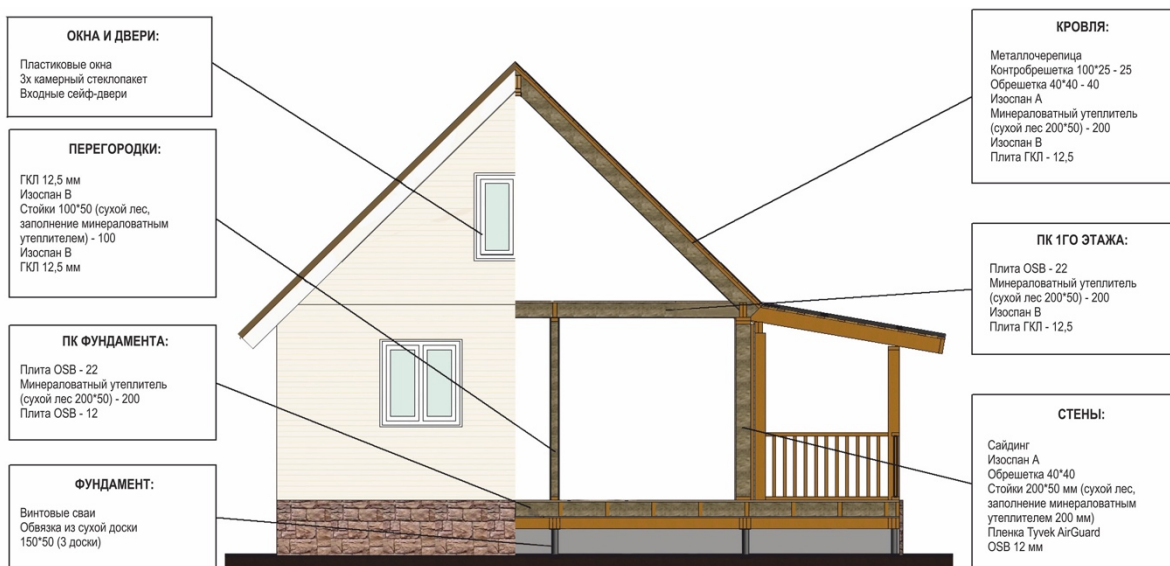


Рисунок 3. Каркасная технология

Данная конструкция обладает высокими тепло и звукоизоляционными свойствами (высокими коэффициентами звукоизоляции и звукопоглощения), которые достигаются за счет технологии производства. Используя их для строительства стен, полов, перекрытий и межкомнатных перегородок в помещениях, можно обеспечить комфортные условия проживания и работы, а также снизить затраты на отопление. [4]

Панели перекрытия с продольными ребрами из деревоклееной двутавровой балки из LVL и OSB очень прочные за счет разнонаправленных слоев древесной стружки и горячей прессовки состава.

Они отлично противостоят влаге, благодаря наличию в составе воска. Внешнее ламинирование делает этот материал прочным. На них не за-

водится плесень и грибок, их не едят грызуны. Не меняют свою форму – постоянство геометрии.

Срок службы плит практически не ограничен, свойства материала не ухудшаются с течением времени при использовании их в условиях, соответствующих требованиям и техническим характеристикам продукции.

Библиографический список

1. Возведение зданий с применением деревянных конструкций. [Электронный ресурс]. 16.01.2010 - Режим доступа: <http://www.studmed.ru/docs/document11800?view=53>

2. Веницкий, А. Л. Журнал «Современное промышленное и гражданское строительство» / Г. К. Рябов, Н. А. Сеник, А. В. Мешков, Ю. А. Коростелёва, Е. Г. Фетюхина - Том 8, Номер 2, 2012.

3. Каркасно-панельное строительство - инновации и традиции. Александр Лившиц [Электронный ресурс] / А.С.Лившиц // председатель совета директоров ГК «Феникс Групп». – 2014. - Режим доступа: <http://www.radidomapro.ru/ryedktzij/stroytelstvo/kapitalnoye/karkasno-panelnoe-stroiteligstvo-innovatzii-vs-t-8189.php>

4. Качественные характеристики ОСП (OSB) [Электронный ресурс]. 22.07.2015 – Режим доступа: <http://kalevalaosb.ru/products/osp/kachestvennye-kharakteristiki-osp-osb/>

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

Динамический метод контроля качества уплотнения щебёночных оснований

Долматов Е.В., Дениченко Я.С., Шматок В.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Наличие дефектов и разрушение покрытий дорожной одежды, напрямую влияют на безопасность и комфорт при движении. Деформации на поверхности покрытия могут быть обусловлены несколькими факторами: отсутствием необходимой подготовки основания земляного полотна; некачественным выполнением работы по возведению земляного полотна и устройству дорожной одежды. Нередко, причиной разрушений является несоблюдение требований к контролю качества при строительстве автомобильной дороги. Действующие нормативные документы устанавливают количественные показатели, в виде коэффициентов уплотнения для наиболее часто используемых конструктивных слоев дорожной одежды, кроме щебёночного. Плотность щебёночного основания, согласно [1], контролируется лишь визуально, что является субъективным, а данный показатель

обуславливает прочность дорожной одежды в целом. Лабораторные исследования, выполненные в ТИУ на кафедре автомобильных дорог и аэродромов, показали, что при увеличении плотности слоя из щебня на 18%, прочность (модуль упругости) возрастает на 68%, что как следствие, ведет к увеличению межремонтных сроков. Это подтверждает значимость плотности.

Все выше сказанное обуславливает актуальность и необходимость разработки методики, позволяющей объективно (количественно) оценить качество уплотнения щебёночного основания.

Проведя анализ существующих способов, нами было выделено четыре:

– способы, предполагающая использование метода оценки качества уплотнения за счет измерения прочности конструктивного слоя на его поверхности. Показателями измерений могут являться модуль деформации и модуль упругости. Приборами, позволяющими оценить качество уплотнения щебня через его прочность, являются динамические плотномеры и статические прогибомеры, работающие на основе прямых измерений амплитуды перемещения штампа и силы, действующей на круглый жесткий штамп.

– в основе первого, лежит измерение коэффициента уплотнения, предусматривающий определение плотности щебня в конструкции и максимальной плотности щебня в лабораторных условиях, по аналогии с методикой, используемой для определения качества уплотнения грунтов [2,3];

– радиоизотопный, предусматривающий изучение зависимости между плотностью контролируемого материала и характеристиками ослабления и рассеивания измеряемого потока энергии гамма-излучения;

– подповерхностное зондирование, основанное на изучение влияния физико-механических свойств материала на распространение электромагнитных волн. Определение плотности щебёночного основания при помощи приборов, использующих электромагнитные волны (георадары, плотномеры и т.д.);

Каждый из приведенных выше способов имеет свои преимущества и недостатки, но при наличии методики может быть применен на практике и позволит количественно оценить качество уплотнения щебёночных оснований и покрытий. В данной статье рассмотрена особенность оценки качества уплотнения с применением первого способа.

На сегодняшний день, на рынке приборов и оборудования для контроля качества уплотнения, многие производители представляют приборы динамического контроля (ПДУ-МГ4.01, НМР LFG4, ZFG 3.0 и т.д.). Применение данного способа позволяет оперативно определить прочность на поверхности слоя, что является показателем зависящем в том числе и от плотности щебня, однако оценить качество уплотнения невозможно, так как нет требований к прочности на поверхности щебёночного слоя. Для определения требуемой прочности, нами предлагается использовать методику приведенную в [4]. Данная методика позволяет по эмпирическим зависимостям определить прочность на поверхности любого слоя, зная

прочностные характеристики самого материала и нижележащих слоев. На основе данной методики разработаны программные комплексы, позволяющие в автоматизированном режиме посчитать требуемое значение прочности, пример результат таких расчетов приведен на рисунке 1.



Рисунок 1. Результаты расчета дорожной одежды на прочность

Методика оценки прочности конструкции в соответствии с [4], включает как оценку прочности конструкции в целом (с использованием эмпирической зависимости допускаемого упругого прогиба от числа приложений нагрузки), так и оценку прочности с учетом напряжений, возникающих в отдельных конструктивных слоях и устанавливаемых с использованием решений теории упругости.

Таким образом, предлагаемая методика позволяет определить требуемый модуль упругости на поверхности щебня, который будет являться эталоном при контроле качества уплотнения щебня, во время выполнения строительного-монтажных работ. Используя проектное (требуемое) значение прочности, можно произвести как оперативный контроль качества уплотнения щебёночного слоя, так и приемочный. На практике не все так просто. Для того, чтобы правильно проконтролировать качество уплотнения, через модуль упругости на поверхности щебня, необходимо знать прочность нижележащего слоя. Помимо этого, необходимо знать, материал и его свойства (влажность, гранулометрический состав и т.д.).

Разработка и внедрение предлагаемой методики позволит при выполнении строительного-монтажных работ оперативно контролировать, не плотность конструктивных слоев, а их прочность, обеспечивающую надежность всей конструкции дорожной одежды. Кроме того, в случае от-

клонения прочности нижележащих слоев от проектных значений, возможно оперативное внесение изменений в конструкцию, например, за счет увеличения толщины слоя, использованием материала с другим гранулометрическим составом и т.п.

Продолжением работы будет детальная проработка методики, позволяющей количественно определить степень уплотнения конструктивного слоя из щебня, с применением динамических приборов контроля качества.

Библиографический список

1. СП 78.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85* / Министерство регионального развития Российской Федерации. – М., 2013. – 73 с.
2. ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик – М.: Стандартинформ, 2016. – 42 с.
3. ГОСТ 22733-2002. Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности – М.: Стандартинформ, 2016. – 11 с.
4. ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд. – ФГУП «Союздорнии», 2001 – 81 с.

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

Исследование работы узловых соединений на лобовой врубке с одним зубом

Еренчинов С.А., Моздор А.С., Устинова Ю.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Соединения на врубках-одни из наиболее старых и простых способов узловых соединений элементов из дерева. Применяют врубки, в основном, в узлах брусчатых и бревенчатых ферм.

Анализируя учебную литературу [2], научные статьи [3] и различные методические указания по исследованию лобовой врубки [4], не было выявлено исследование данного вида соединения в программных расчетных комплексах при разных углах наклона элементов. На основании этого был проведен анализ работы соединения «лобовая врубка», используя теоретический, численный и экспериментальный метод исследования соединений на лобовых врубках.

Основной задачей исследования, стояла в оценке характера работы соединения при наступлении предельного состояния по критерию прочности элементов соединения, на основании сравнения результатов испытаний с теоретическими данными полученные при расчете. Также понимание принципа работы соединения при различных углах - 30°, 45° и 60°. Общий вид лобовой врубки с одним зубом представлен на рисунке 1

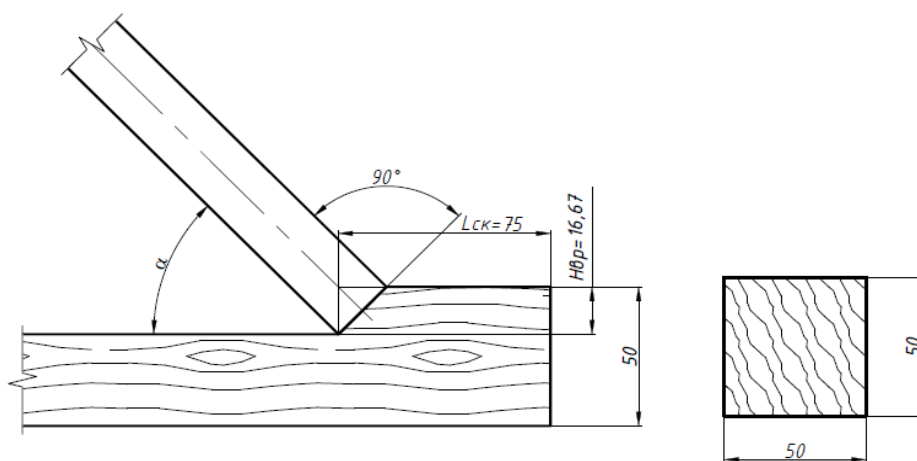


Рисунок 1. Лобовая врубка с одним зубом

Теоретический расчет

Для определения несущей способности соединения требовалось определить значение нагрузки, при которой может произойти разрушение образца. Эти значения определяются из условия смятия и скалывания древесины согласно указаниям п. 7.2 и п. 7.3 [1], а расчетные сопротивления материалов принимаем по п. 5.2 [1]. Для углов $\alpha = 30^\circ, 45^\circ$ и 60° , результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Расчётные значения внешней нагрузки

| | 30° | 45° | 60° |
|----------|------------|------------|------------|
| $T_{ск}$ | 6,62 | 11,48 | 19,88 |
| $T_{см}$ | 9,8 | 10,95 | 12,04 |

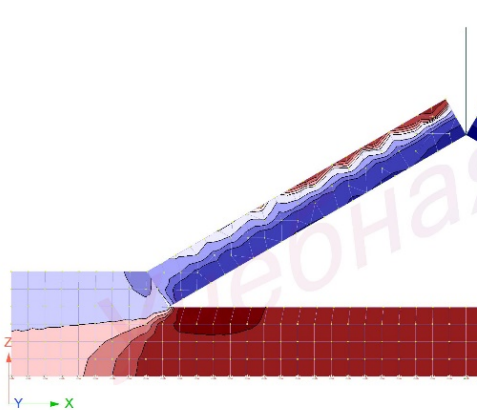
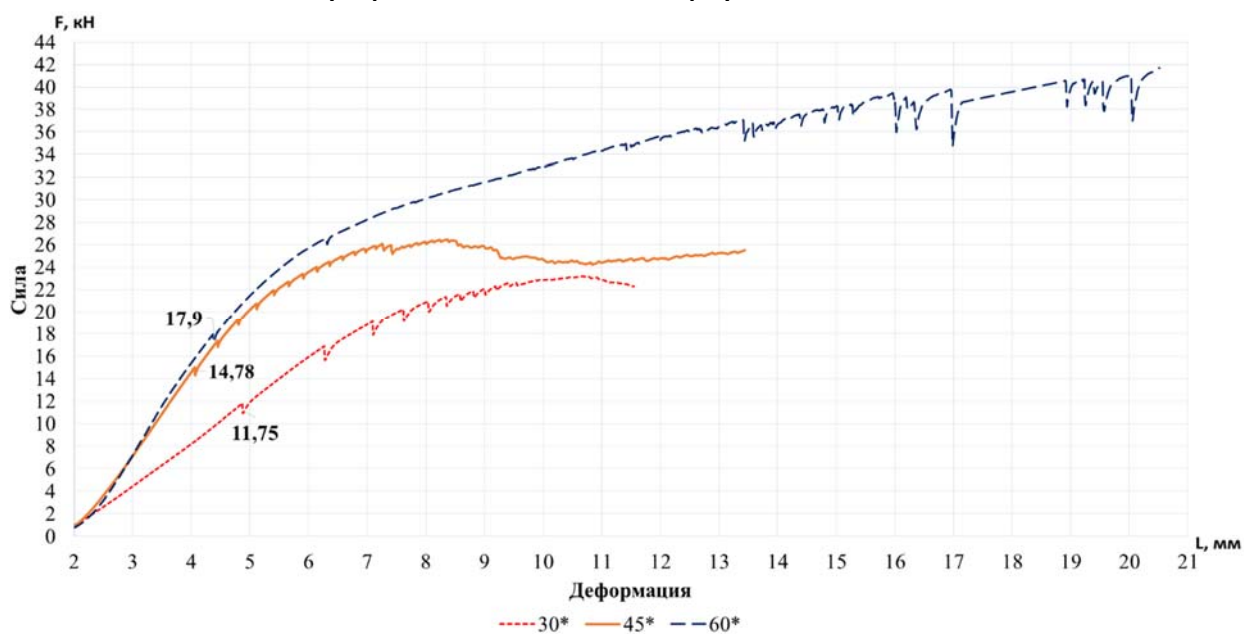
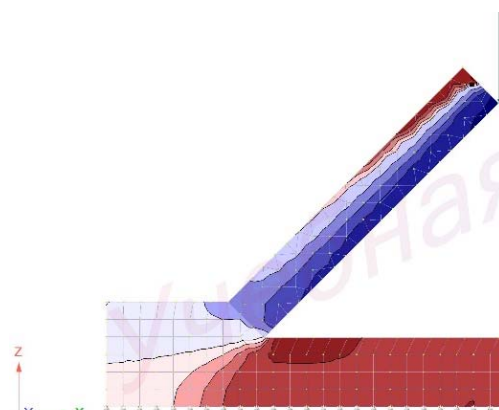
Меньшая величина-расчетная нагрузка. Для угла в 30° расчетной нагрузкой является нагрузка из условия скалывание древесины $T_{ск}=6,62$ кН, а для углов 45° и 60° из условия смятия $T_{см}=10,95$ кН и $12,04$ кН соответственно.

Испытание соединения лобовая врубка

Испытание проводились в лаборатории каф. «строительные конструкции» ТИУ. Из брусков сечением 50x50 мм были вырезаны образцы с учетом требований проектирования для лобовых врубок п.7.9 и п.7.11 [1]. Далее, под прессом, образцы были нагружены сосредоточенной силой. Результаты испытаний представлены на графике 1.

Для визуализации работы элементов лобовой врубки при загрузении ее расчетной нагрузкой, представлен расчет в ПК Лири Софт. На рисунках 2(а, б, в) приведены модели с применением МКЭ для оценки работы соединения на лобовых врубках с одним зубом.

График зависимости деформаций от силы

Рисунок 2а. Работа лобовой врубки $\alpha=30^\circ$ Рисунок 2б. Работа лобовой врубки $\alpha=45^\circ$ Рисунок 2в. Работа лобовой врубки $\alpha=60^\circ$

Сводная таблица данных теоритического расчета и эксперимента

| Т,(кН) | 30° | | 45° | | 60° | |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | теор. | опыт. | теор. | опыт. | теор. | опыт. |
| | 6,62 | 11,75 | 10,95 | 14,78 | 12,04 | 17,9 |

На основании проделанной работы можно сделать следующие выводы:

– При угле в 60° у образца наименьшая несущая способность при расчете на смятие, что подтверждается при теоритическом расчете ($F_{см}=12,04кН$). При проведении эксперимента при данном угле произошла наибольшая деформация от смятия;

– Теоретический расчет образца при $\alpha=30^\circ$ показал, что образец разрушается от скалывания ($T_{ск}=6,62кН$) быстрее, чем от смятия ($T_{см}=9,8кН$), что подтверждается экспериментом. Образец под воздействием сосредоточенной силы скололся по линии скалывания;

– При угле в 45° отмечаются промежуточные значения. Образец работает как на смятие, так и на скалывание. Это подтверждается теоритическим расчетом ($T_{см}=10,95кН$, $T_{ск}=11,48кН$). Расчетная нагрузка принята из условия работы образца на смятие. При проведении эксперимента подтвердилось, что образец быстрее разрушился от смятия.

Библиографический список

1. СП 64.13330.2011. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. / Минрегион России. – М.: ОАО «ЦПП», 2011. – 92 с.
2. Зубарев, Г. Н. Конструкции из дерева и пластмасс / Г. Н. Зубарев, И.М. Лялин. – М. : Высш. шк, 1980. – 311 с.
3. Маркович, А. С. К вопросу напряжённого состояния соединения деревянных элементов на лобовых врубках. / А. С. Маркович // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2016. – №4. – С. 21-25.
4. Методические указания к лабораторным работам по конструкциям из дерева и пластмасс / Владим. гос. ун-т; сост. : С. И. Рощина, Е. А. Смирнов, М. В. Грязнов. – Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. – 46 с.

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

Графическое решение задачи зон видимости на аэродромных объектах в Autodesk Revit

Есипов А.В., Каренгин Г.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В данной статье приведено графическое решение задачи определения зоны видимости для объекта «Контрольно-диспетчерский пункт в г. Тюмени». Данная задача была решена в трехмерном пространстве на основе программы *Autodesk Revit*.

3D графика позволяет решать вопросы, связанные с определением зон видимости объектов. Технология автоматического определения видимости имеется у таких программ как *Civil 3D* и *ArcGIS*, но использование данных программ для быстрой оценки ситуации нецелесообразно. Статья дополняет классический метод определения видимости, используя современные технологии и ускоряя процесс обработки данных и принятия решений [1, 2].

Задачами являлось оценка видимости диспетчерами контрольно-диспетчерского пункта (КДП) порогов взлетно-посадочных полос (ВПП) и возможного перекрывания видимости лесным массивом.

Расчет минимальной высоты башни КДП произведен с целью удовлетворения условия обеспечения видимости для диспетчеров, находящихся в башне КДП по формуле:

$$H_{\text{тр}} = L \cdot \text{tg}(0,8) + h, \text{ где}$$

$H_{\text{тр}}$ – требуемая высота башни КДП;

L – расстояние от места расположения башни до самого дальнего порога ВПП, м;

$\text{tg } 0,8$ – тангенс минимального угла, при котором сохраняется видимость;

h – разница абсолютных отметок поверхности между точкой расположения башни и порогом самой дальней ВПП, м.

С учетом параметров аэродрома получим минимальную высоту башни КДП:

$$H_{\text{тр}} = L \cdot \text{tg}(0,8) + h = 2375,48 \cdot 0,014 + (3,61) = 36,87 \text{ м.}$$

Расчет максимальной высоты башни КДП выполнен в соответствии с «Методикой оценки соответствия нормам годности к эксплуатации гражданских аэродромов» МАК и ФАП №262 «Требования, предъявляемые к аэродромам, предназначенным для взлета, посадки, руления и стоянки гражданских воздушных судов» [3] по формуле:

$$H - h = 165,09 - 109,29 = 55,8 \text{ м, где:}$$

H - отметка высоты поверхности ограничения препятствия, м;

h - максимальная отметка взлетно-посадочных полос, м.

Тем самым была получена максимальная высота башни КДП.

Далее была построена 3D модель в программе *Autodesk Revit*, содержащая в себе рельеф местности, башню КДП, ВПП, лесной массив и призмы видимости.

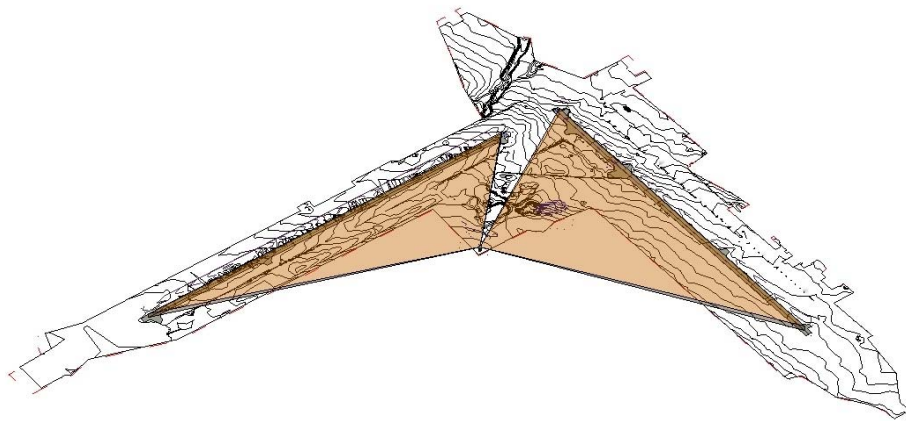


Рисунок 1. 3D модель местности, башни КДП, ВПП, лесного массива и призмы видимости

Анализ показал, что лесной массив не препятствует видимости – диспетчер сможет увидеть взлетно-посадочные полосы, так как лесной массив не попал в призму видимости.

Сравнительный анализ работы в программах *Autodesk Revit* и *Autodesk AutoCAD* показал значительное повышение производительности труда для решения такого рода задач.

На основании полученных данных можно сделать следующие выводы о пригодности данного метода для графической оценки видимости/невидимости объектов, однако он лишен автоматизации и затруднителен для оценки объектов сложной формы и находящихся на сложном рельефе. Развитием для данного метода может являться написание скрипта в среде *Dynamo* для автоматического построения зон видимости внутри среды *Autodesk Revit*.

Библиографический список

1. Шлей, М. Д. Алгоритм построения зон видимости объектов поселения / М. Д. Шлей // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия Математическое моделирование и программирование – 2013. – Т. 6. – № 1. – С. 112-123.

2. Шлей, М. Д. Особенности компьютерной реализации построения зон видимости объектов с учетом застройки и рельефа местности / М. Д. Шлей, А. А. Рогов, К. В. Матюшичев // Учен. зап. Петрозавод. гос. ун-та. Сер.: Естественные и технические науки. – 2013. – № 2 (131). – С. 107-113.

3. Приказ Минтранса России от 25.08.2015 N 262 (ред. от 24.11.2017) "Об утверждении Федеральных авиационных правил "Требования, предъявляемые к аэродромам, предназначенным для взлета, посадки, руления и стоянки гражданских воздушных судов" (Зарегистрировано в Минюсте России 09.10.2015 N 39264) – 148 с.

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

Особенности BIM. Опыт применения BIM в России

Жахина У.А., Епифанцева Л.Р.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Временной промежуток с конца XX в. – начала XXI в. обусловлен ускоренным развитием информационных технологий, что благотворно повлияло на появление новых, ранее не изученных способов проектирования вновь создаваемых зданий. Одним из таких способов является информационное моделирование зданий (BIM).

BIM (Building Information Model) – это хорошо организованная, согласованная и взаимосвязанная информация о проектируемом или уже существующем объекте, используемая как на стадии проектирования и строительства, так и в период эксплуатации и даже сноса [1].

Данное понятие имеет своей отправной точкой эпоху становления САД-систем (конец XXв.), и было впервые обозначено профессором Технологического института Джорджии Чаком Истманом (Chuck Eastman) в 1975 г. в журнале американского института архитекторов (AIA). Чак Истман дал ему рабочее название «Building Description System» (Система описания здания), концепция которого в процессе развития в США («Building Product Model») и Европе («Product Information Model») и путем лингвистического слияния этих терминов приобрело свой конечный вид. Первое упоминание термина BIM в научной литературе датируется 1992 г. в статье А. Недервеен и Толмена [1,2].

В настоящее время технология информационного моделирования зданий позволяет облегчить и упростить все операции, связанные с разработкой идеи, ее реализацией, а также создать полное информационное описание строящегося объекта, включая его проектную, техническую и организационно-финансовую документацию. Оно является цифровым представлением всех характеристик объекта и является источником получения информации для всех участников проекта в ходе всего жизненного цикла здания. Результатом проектирования становится объектно-ориентированная информационная модель, в которой чертежи становятся одной из форм ее представления. В отличие от САД-систем, имеющаяся в модели информация позволяет автоматически создавать чертежи и отчеты,

моделирует график выполнения работ, производит подсчет технико-экономических показателей, и что самое главное, объединяет всех участников проекта и дает им возможность быстрого обмена информацией [2].

Можно выделить несколько этапов создания информационной модели здания (BIM):

1 этап – разработка семейств, блоков, несущих информацию об объектах, относящихся к зданию, но производящихся вне строительной площадки (плиты перекрытия, окна, двери, отопительные приборы, и.т.п)

2 этап – создание информации, относящейся к элементам, создаваемых непосредственно на строительной площадке (фундамент, стены, и.т.п).

3 этап – дальнейшее использование ранее созданной информации, решение отдельных задач, связанных с проектированием и эксплуатацией здания [1].

Достоинства и недостатки применения BIM в проектировании:

Самыми главными и основными достоинствами применения BIM в проектировании являются такие аспекты как, во-первых, возможность создания всего проекта и проектной документации в короткие сроки, что значительно уменьшает время его реализации, а также значительно экономит средства. Во-вторых, это возможность согласовать работу разных специалистов и уже на ранних сроках выявить наличие коллизий между компонентами и системами проекта будущего сооружения. В-третьих, это возможность использования модели не только на стадии проектирования, но и эксплуатации. А также, информационное моделирование дает новые возможности в прогнозировании эксплуатационных характеристик будущего объекта и является абсолютно прозрачным, т.к. эта технология производит точные расчеты сметной стоимости [1].

Существенным недостатком применения BIM-технологии в России является: отсутствие необходимой нормативно-правовой базы (во-первых, BIM-моделирование не должно противоречить Градостроительному кодексу, а во-вторых, сложность прохождения информационной модели государственной экспертизы); также значительным минусом является высокая стоимость перехода на BIM-технологии, что связано с большой стоимостью лицензий программных обеспечений и необходимостью переобучения сотрудников компании. Вдобавок, стоит отметить, что для полного раскрытия потенциала BIM-технологий необходимо создание на базе программных комплексов единой среды проектирования [3].

Примеры применения информационной модели здания в России:

В настоящее время довольно большое количество строительных компаний в России применяют технологию BIM в своей работе. К примеру, некоторые станции Московского метро (как проектируемые, так и строящиеся), стадион «Спартак», бассейн в Лужниках, олимпийские объекты в Сочи, и многие другие здания и сооружения были созданы с применением данной технологии.

Одними из самых известных BIM-объектов в России являются проект нового здания Государственного академического Мариинского театра в Санкт-Петербурге и проект реконструкции плавательного центра «Лужники» в Москве.

Для реализации таких масштабных проектов предпочтение было отдано комплексу программ компании Autodesk. При создании применялись: Revit Architecture – для архитектурного проектирования, Revit Structure – для строительных конструкций, Revit MEP – для инженерного оборудования, которые позволили создать модель в самые короткие сроки со всеми имеющимися конструкциями, системами и коммуникациями, а в дальнейшем беспрепятственно ее корректировать и детализировать. Civil 3D - для моделирования имеющегося рельефа и генерального плана, а Autodesk 3ds MAX - для визуализации архитектурных решений. Кроме того были задействованы широко применяемые в России расчетные программные комплексы SCAD, Plaxis, SOFiSTiK и Лира.

В итоге можно сделать вывод, что применение современной технологии информационного моделирования зданий всецело оправдала себя при проектировании настолько трудных и культурно значимых объектов, а опыт полученный специалистами проекта будет применяться при проектировании последующих зданий.

Библиографический список

1. Талапов, В. В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий./ В. В. Талапов. – М.: Издательство «ДМК Пресс», 2011. – 392с.: ил.
2. Астафьева, Н. С. Преимущества использования и трудности внедрения информационного моделирования зданий / Н. С. Астафьева, Ю. А. Кибирева, И. Л. Васильева. // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2017. – №8 (59). – С.42-62.
3. Коровина, М. Д. Сложности перехода к BIM проектированию/ М. Д. Коровина, А. А. Шавва // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2016. – С. 124-127.

Научный руководитель: Елифанцева Л.Р., канд. техн. наук, доцент кафедры строительных конструкций.

Создание параметрических элементов в среде AutoCAD

Закирова Р.В., Тарханова О.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Отличительной особенностью инженера строителя является, то, что в своей работе он применяет знания не только технических аспектов, но и занимается разработкой проектов, которые предполагают наличие творческих уме-

ний, эстетического восприятие объектов. Кроме того в наше время происходит активное внедрение необычных архитектурных и дизайнерских решений в интерьеры жилых и общественных помещений. В качестве самых современных и креативных решений выступают элементы, которые появились благодаря развитию параметрической графики и моделирования.

При этом скорость совершенствования систем автоматизированного проектирования (САПР) значительно опережает темпы их внедрения, как в практику проектных организаций, так и в учебный процесс. Поэтому не только интересно, но и необходимо уметь создавать параметрические элементы интерьеров: мебель, стены, перегородки, предметы декора, целые параметрические пространства.

В случае параметрического проектирования создается математическая модель объектов с параметрами и геометрическими соотношениями, при трансформации которых происходят изменения конфигурации объекта, взаимные перемещения элементов в узле и т.д. Параметры определяют поведение каждого элемента модели и его взаимосвязь с другими элементами [1]. Следует говорить о параметризме, как о вычислительной парадигме, которая принципиально затрагивает и архитектуру, и дизайн, и искусство. Эстетика меняется в сторону сложных форм, а параметрическая методология позволяет с ними работать [2].

В САПР различной степени сложности параметризация реализуется на разных уровнях. Однако изучать принципы и основные особенности создания параметрических моделей удобно на САПР начального уровня. В соответствии с этим для реализации нашей модели выбрана среда AutoCAD, разработанная компанией Autodesk. Метод построения параметрических элементов нами был использован на примере проектирования модели лавочки.

В работе были последовательно рассмотрены все этапы построения трёхмерной модели. Некоторые из них:

- создание основы будущей модели (рис 1.);

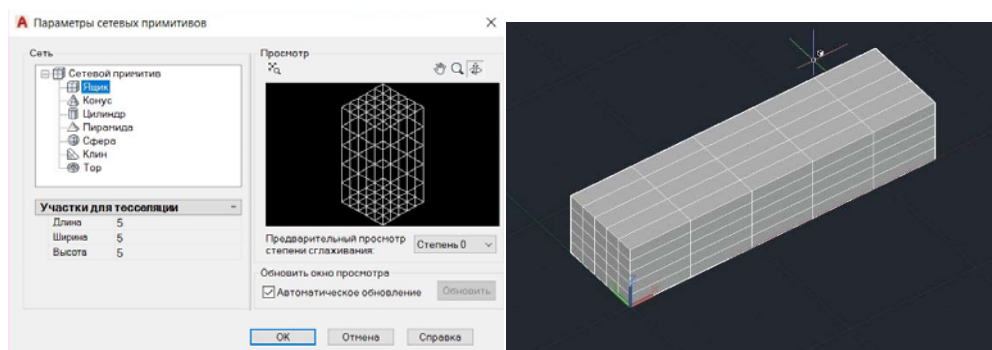


Рисунок 1. Создание основы

- поэтапное редактирование всех элементов конструкции – граней, рёбер, вершин (рис. 2);

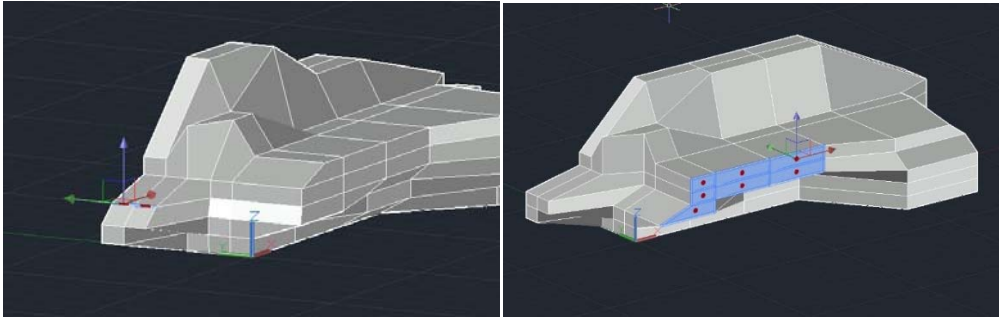


Рисунок 2. Редактирование модели

- определение уровня гладкости объекта (рис. 3);

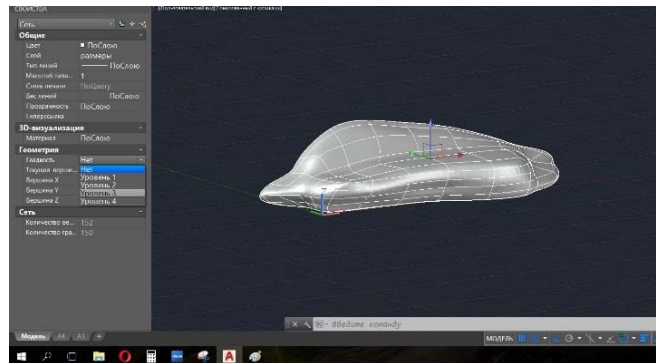


Рисунок 3. Придание гладкости

- создание массива, который определяет шаг отдельных элементов будущей лавочки, наложение его на подготовленную модель и исключение элементов в области пересечения фигур (рис. 4);

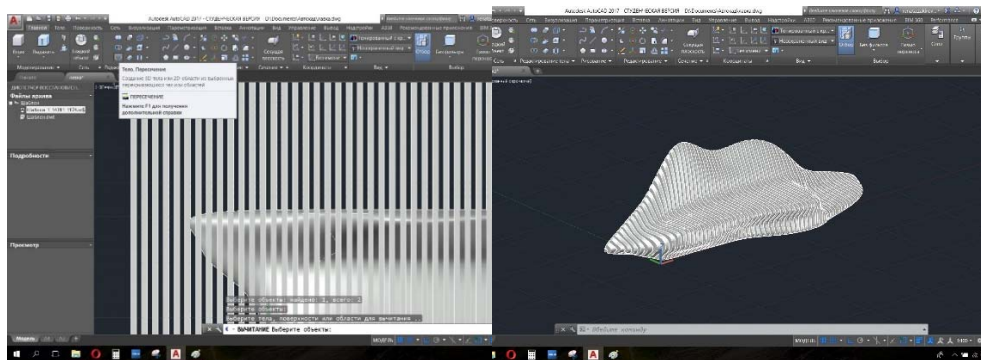


Рисунок 4. Создание массива и исключение элементов в области пересечения фигур

- оформление чертежей для отправки на производство.

В работах такого рода многое зависит от творческой задумки архитектора, его эстетического вкуса. Можно заметить, что процесс разработки проекта идёт не от чертежа, а от трёхмерной модели. Также построенные таким образом параметрические объекты можно легко использовать в дру-

гих программах компании Autodesk, например, Revit и 3DS Max, которые имеют функцию визуализации модели.

Работа над данной задачей показала, что обучение параметрическому моделированию позволяет студенту изучить базовые знания о форме и её моделировании, развивается пространственное трехмерное мышление, формируется способность чувствовать актуальные тенденции в теории моделирования. Параметрическое моделирование может эффективно применяться в процессе подготовки творческих, курсовых и дипломных проектов. Эффективное использование инструментов параметризации возможно лишь при условии глубокого понимания геометрической сути этих процессов и большой логической работы, к которым необходимо готовиться в процессе начальной геометро-графической подготовки.

Для дальнейшего развития в данном направлении планируется изучение более сложных направлений современной архитектуры – генеративная, интерактивная, динамическая, которые ориентированы на создание определенной модели, выходящей за рамки стандартных конструктивных решений [3]. Благодаря этим направлениям понимание пространства становится более глубоким и многоуровневым, что позволяет проектировать гармоничную среду, учитывая эмоциональное психологическое состояние человека и его потребности. Именно на этом основана разработка концепций городов будущего [4].

Библиографический список

1. Параметрическое моделирование зданий: основа технологии BIM [Электронный ресурс] // Interface.ru, Режим доступа: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=22424>
2. Как параметрическая методология меняет работу архитектора [Электронный ресурс] // Look At Me, Режим доступа: <http://www.lookatme.ru/mag/people/experience/194585-parametric-architecture>
3. Ившин К.С., Башарова А.Ф. Принципы современного трехмерного моделирования в промышленном дизайне [Электронный ресурс] // Архитектон. Известия ВУЗов, Режим доступа: http://archvuz.ru/2012_3/11
4. Города будущего [Электронный ресурс] // LiveJournal, Режим доступа: <https://evan-gcrm.livejournal.com/291665.html>

Научный руководитель: Тарханова О.В., канд. пед. наук, доцент.
Шушарина И.В., старший преподаватель

Анализ работы буринъекционных анкерных свай при строительстве подземного паркинга в г. Тюмень

Иванова К. Е., Гейдт Л.В., Самохвалов М. А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

При создании проекта двухуровневого подземного паркинга в г. Тюмени было принято решение закреплять стены котлована от обрушения при помощи шпунтового ограждения с одноярусным закреплением буринъекционными анкерными сваями, поскольку данная технология обладает значительными преимуществами [1-3]. Физико-механические характеристики грунтового основания представлены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-механические характеристики грунтового основания

| ИГЭ | z, м | γ , кН/м ³ | W, % | e, д. ед. | И _L | ϕ , град | c, кПа | E, МПа |
|----------|-----------|------------------------------|-----------|-------------|----------------|---------------|-----------|-----------------------------|
| 1 | 3,4 | 19,8 | 19 | 0,61 | 0,29 | 24 | 18 | 17.9 ($m_k=4.72$) |
| 2 | 3,0 | 20.2 | 19 | 0,56 | 0,44 | 24 | 12 | 15.4 ($m_k=3.85$) |
| 3 | 5,0 | 19.0 | 28 | 0,82 | 0,83 | 17 | 13 | 8.9 ($m_k=3.49$) |
| 4 | 16 | 18,5 | 30 | 0,90 | 0,38 | 17 | 26 | 10.06 ($m_k=2.68$) |

Эта технология дает значительные преимущества перед другими для создания глубоких котлованов. В тоже время её применение требует проведения полевых испытаний для подтверждения несущей способности при заданном перемещении закрепляемой подпорной стенки [1]. В свою очередь разработка рационального метода определения несущей способности анкерной сваи по результатам сравнения расчётов, выполненным по различным методикам [2-6] со статическими испытаниями анкерной сваи в реальных условиях является актуальной темой исследований.

Анкерная свая представляет собой металлическую полую винтовую трубку диаметром 57 мм. Длина корня анкерной сваи составляет 8 м из общей длины 23 м, угол наклона к горизонту составляет 30 градусов. Расчётная схема закрепления стен котлована паркинга показана на рисунке 1.

Для определения несущей способности анкерных свай на строительной площадке в марте 2017 г. были выполнены контрольные статические испытания в соответствии с требованиями ГОСТ [8].

По результатам статических испытаний при нагрузке $N=660$ кН, перемещение анкерной сваи составило 53 мм и испытания были завершены. Таким образом, несущая способность анкерной сваи составила $F_d=550$ кН (предыдущая ступень нагружения).

Результаты расчётов по определению несущей способности анкерных свай по различным методикам [2-6], а также сравнение его значения с результатами статических испытаний при строительстве подземного паркинга в г. Тюмень показаны на рисунке 2.

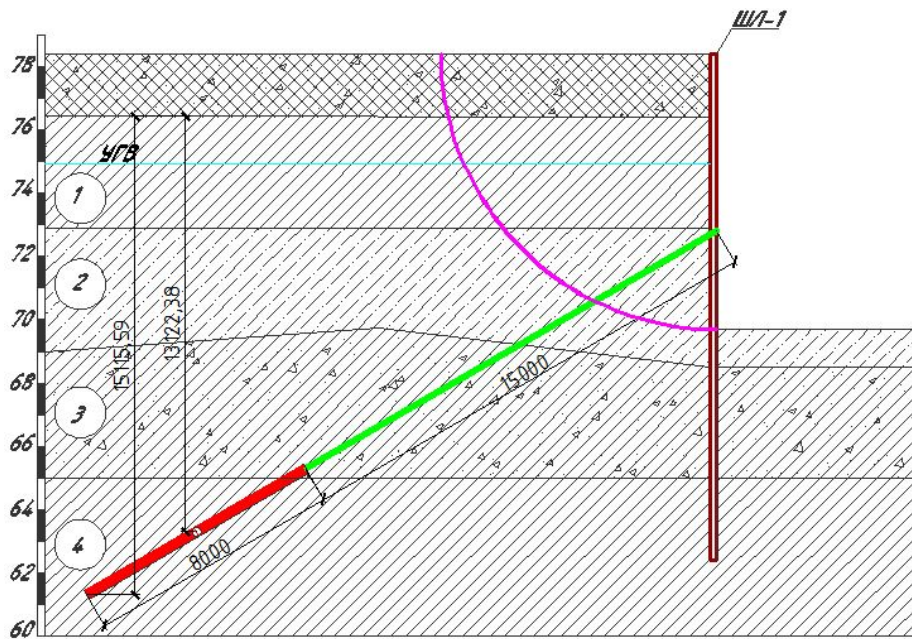


Рисунок 1. Расчетная схема закрепления стен котлована паркинга

Анализируя данное сравнение можно заметить, что максимальное отклонение между результатами несущей способности анкера по грунту (8) в сравнении со статическими испытаниями составляет 66,5 % и получено по методике МинМонтажСпецСтрой (3), минимальное отклонение составляет 4,5% по предлагаемой авторами методике (5).

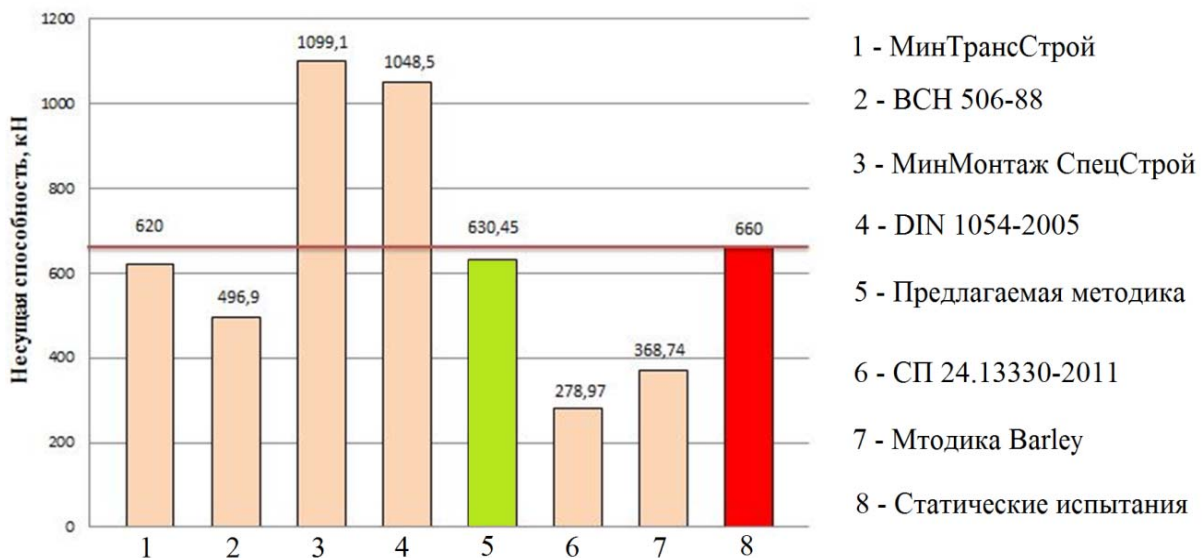


Рисунок 2. Сравнение несущей способности анкерной сваи

Предлагаемая авторами методика определения несущей способности анкерной сваи заключается в выполнении расчетов по следующей формуле:

$$F_b = \gamma_{cu} \sum \gamma_{cf} f_i h_i$$

где γ_c – коэффициент условий работы сваи в грунте (п. 7.2.5 СП [5]);

$u = \pi d$ – периметр поперечного сечения сваи, м;

γ_{cf} – коэффициент условий работы грунта по боковой поверхности сваи (табл. 7.6 СП [5]);

h_i – толщина i -того слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м,

f_i – расчетное сопротивление i -того слоя грунта на боковой поверхности ствола сваи принимается формула [7] :

$$f_i = f_{\text{бок}} = \sigma_{r2}^{\text{обж}} \cdot \text{tg}\varphi + C_{\text{упл}}$$

Выводы:

1. Использование анкерных свай позволяет эффективно, технологично и в короткие сроки выполнить крепление подпорных стен в котлованах, например для закрепления шпунтовой стены 2-х уровневой парковки в г. Тюмени от действия активного давления грунтового массива;

2. Расчетные методики определения несущей способности буронабивных анкерных свай различаются в значениях до 70%.

3. Расчёты, выполненные по предлагаемой авторами методике, позволяют с высокой точностью до 10% определить несущую способность анкерной сваи от действующей выдергивающей нагрузки в сравнении с контрольными полевыми статическими испытаниями.

Библиографический список

1. Проектирование и устройство подземных сооружений в открытых котлованах / Р.А. Мангушев, Н.С. Никифорова, В.В. Конюшков, А.И. Осокин, Д.А. Сапин. – СПб.: изд-во АСВ, 2013. – 256 с.

2. ВСН 506-88. Проектирование и устройство грунтовых анкеров, Минмонтажспецстрой СССР, Москва, 1989.

3. Основания, фундаменты и подземные сооружения / М.И. Горбунов-Посадов, В.А. Ильичев, В.И. Крутов и др. – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с.

4. DIN 1054:2005. Subsoil. Verification of the safety of earthworks and foundations. Deutsches Institut für Normung (Грунты. Проверка безопасности земляных работ и фундаментов), 2005 г. – 118 с.

5. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 / Минрегион России. – М.: ОАО «ЦПП», 2016.

6. High Capacity and Fully Removable Soil Anchors (Высокопроизводительные и инвентарные грунтовые анкеры)/ A.D. Barley, D.A. Bruce, E.C. Bruce, J.C. Lang // PTI Journal. – 2003 – 250 с.

7. Тер-Мартиросян, З. Г. Взаимодействие анкеров с упругопластическим массивом грунта / З. Г. Тер-Мартиросян, В. С. Аванесов // Вестник МГСУ. – 2015 – С. 47-54.

8. ГОСТ 5686-2012. Грунты. Методы полевых испытаний свай. – М.: Минстрой. – 2012.

Испытание нагельного соединения. Сопоставление результатов ручного расчета соединения с расчетом в программном комплексе

Изосимова Е.К., Калимуллина К.П., Ефремов Н.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Для исследования реальной работы нагельного соединения был собран образец данного соединения из трех брусков поперечным сечением 145x50 мм и четырех арматурных стержней гладкого профиля диаметром 12 мм, представляющих собой цилиндрические нагели.

Образец был испытан в лаборатории кафедры Строительных конструкций ТИУ на испытательной машине ИП-500М-авто (рис.1). Во время испытания происходило построение графика зависимости деформации соединения от нагрузки (рис.2).



Рисунок 1. Испытательная машина и образец соединения

Для сопоставления результатов различных методик расчета соединения был проведен полный расчет нагельного соединения с помощью действующих в Российской Федерации норм и сводов правил, а именно расчеты на смятие древесины, скалывание древесины вдоль волокон и изгиб металлического нагеля.

Параллельно с ручным расчетом проводилось построение конечно-элементной модели нагельного соединения в программном комплексе Лира-САПР.

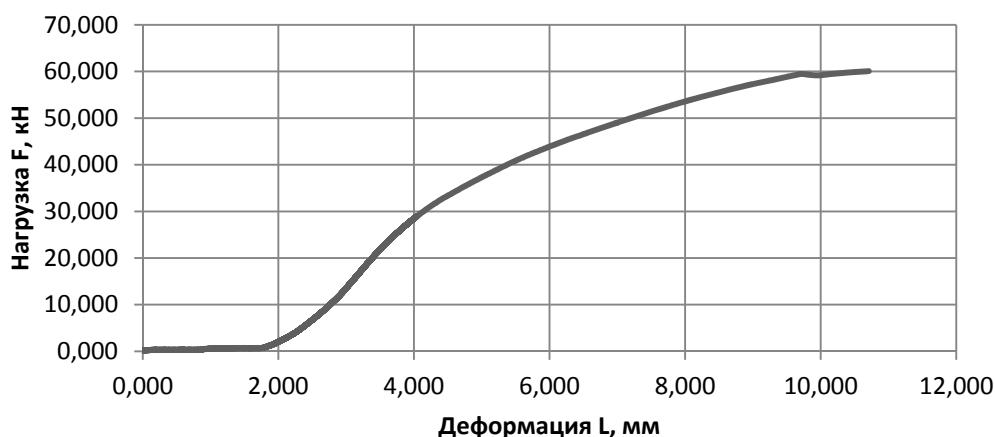


Рисунок 2. График зависимости деформаций, мм, от нагрузки, кН

После проведения испытаний и ручных расчетов можно сделать несколько выводов:

1) во время проведения опыта допустимая величина сдвига нагельного соединения (2 мм) была достигнута при нагрузке $N_{экс}^I = 25,64$ кН, что больше теоретического сдвигающего усилия $N_{теор} = 24,5$ кН на 6,83%. Из этого мы можем сделать вывод, что расчет по нормативным документам не отображает полной работы реального соединения.

2) максимальная сила, приложенная к образцу, составила 60,08 кН. Если сравнивать данное значение с теоретическим изгибающим усилием нагеля $N_{ст}$, то видим, что во время эксперимента предел прочности стального нагеля не был достигнут, значительные деформации отсутствуют. Вследствие этого мы можем заключить, что данное соединение было жестким.

3) если сравнивать экспериментальное значение нагрузки, при которой соединение деформируется на 2 мм, с максимальным экспериментальным значением, то получим, что «слабым местом» данного соединения являются деревянные элементы, подверженные нескольким вариантам разрушения.

Для расчета в ПК Лира-САПР было выполнено преобразование объемной модели в расчетную схему, подходящую для анализа результатов с помощью метода конечных элементов. Для этого доски нагельного соединения были представлены в виде пластин, а стальные нагеля в виде стержней.

Пластины были разбиты на 12 равных частей, так чтобы угловые узлы пластин находились по центру оси нагелей. Стержни также разбивались на элементы, в результате получалось 4 стержня нагеля, узлы которых совпадали с узлами пластин. Все дробления элементов производились для более качественного и точного расчета методом конечных элементов.

После сопоставления результатов классического расчета с результатами расчета в программном комплексе можно сделать вывод о том, что конечно-элементная модель соединения адекватно оценивает работу ре-

ального узлового соединения во время загрузки и работы. А значит, во время конструирования реальных соединений элементов строительных конструкций возможно моделирование расчета этих соединений без дополнительной проверки ручным расчетом. Это позволяет сократить временные затраты на расчет отдельных узлов, повысить степень достоверности полученных результатов за счет снижения влияния ошибок, связанных с человеческим фактором.

Библиографический список

1. СП 64.13330.2011 Свод правил деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-80. – М.: Минрегион России, 2011. – 92 с.
2. СП 16.13330.2011 Свод правил стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*. – М.: Минрегион России, 2011. – 177 с.
3. Шапошников, В. Н. Особенности работы многонагельных соединений элементов деревянных конструкций и теория их расчет при действии кратковременных, длительных и повторных нагрузок: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Шапошников Владимир Николаевич. – Н., 1983. – 260 с.
4. Шешукова, Н. В. Несущая способность и деформативность нагельных соединений деревянных конструкций при циклическом нагружении: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.01 / Шешукова Наталья Владимировна. – СПб., 2001. – 152 с.
5. Смирнов, П. Н. Работа торцевых нагельных соединений в деревянных конструкциях / П. Н. Смирнов // Научно-исследовательский центр «Строительство». – 2015. – 27 с.
6. Черных, А. Г. К вопросу определения несущей способности нагельных соединений в конструкциях из бруса, клееного из однонаправленного шпона (LVL) / А. Г. Черных, К. С. Григорьев, П. С. Коваль, Е. В. Данилов, В. В. Бакрышева, И. Т. Кашапов // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4.

Научный руководитель: Еренчинов С.А., канд. техн. наук, зав. лабораторией каф. «Строительные конструкции».

Определение усилий в стержнях сетчатого покрытия сложной геометрической формы

Ильин В.И., Токарев А.Е., Самохвалов М.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В результате развития города Ялуторовска и большого внимания уделяемого развитию детского и подросткового спорта, возникла потребность возвести современное здание спортивно-оздоровительного комплекса. В ходе проведенных опросов, было установлено, что в городе не хватает сооружений спортивно-развлекательного характера.

Геология местности, на которой планируется возведение объекта позволяет выполнить данное сооружение, используя современные пространственные конструкции покрытия. Внешний облик здания, архитектура которого выполнена в стиле модерн, украсит данный город. Здание будет отвечать всем современным требованиям и нормам [1-3].

Было принято решение для здания спортивно-оздоровительного комплекса использовать сетчатое покрытие сложной геометрической формы для создания уникального архитектурного образа в стиле модерн, по примеру выставочного центра в Валенсии (рис. 1).



Рисунок 1. Здание выставочного центра в Валенсии

Для определения усилий в стержнях покрытия нужно произвести статический расчет несущей конструкции. Сложность и уникальность состоит в том, что в сетчатых покрытиях сложной геометрической формы каждый стержень имеет свой угол наклона и, следовательно, свой показатель нагрузки.

Для того, чтобы корректно найти усилия для любого элемента конструкции, была построена конструкция покрытия в формате 3D и перенесена в расчетный комплекс Stark. Общий вид покрытия показан на рисунке 2 [4-5].

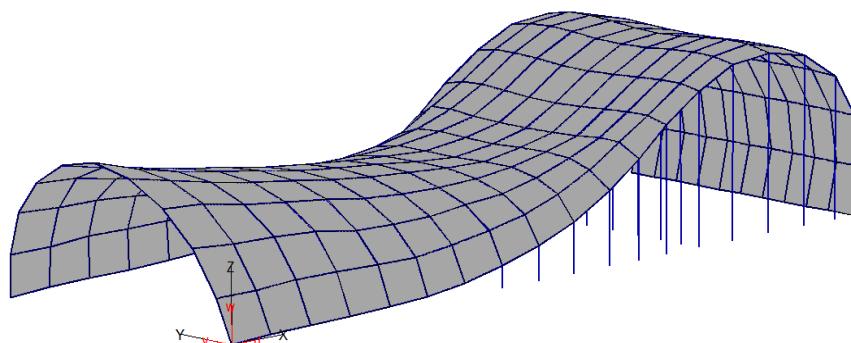


Рисунок 2. Общий вид покрытия

На основании статического расчета конструкции покрытия необходимо будет определить следующие параметры:

- Вид напряженно-деформированного состояния каждого элемента конструкции;
- Показатели нагрузки на элементы и всего покрытия;
- Внутренние усилия стержней несущих конструкций;
- Показатели деформаций как отдельного элемента, так и всей конструкции покрытия в целом.

По результатам статического расчёта необходимо выполнить конструктивный расчёт всех стержней конструкции покрытия с определением сечения элементов и разработки узлов их крепления.

Библиографический список

1. Пространственные конструкции в строительстве гражданских и промышленных зданий: сборник трудов. / Московский инж.-строит.ин-т им. В.В. Куйбышева. – М: МИСИ, 1992. – 111с.
2. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81 / Минрегион России. – М.: ОАО «ЦПП», 2016.
3. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85 / Минрегион России. – М.: ОАО «ЦПП», 2016.
4. Металлические конструкции. Элементы конструкций: учеб. Пособ. / В. В. Горев, Б. Ю. Уваров, В. В. Филиппов и др. – М.: Высш.шк., 2004. – 551 с.
5. Расчет и конструирование структурных покрытий / Р. И. Хисамов. – Киев: Будивельник, 1981. – 48с.

Опыт применения манжетной технологии закрепления слабых пылевато-глинистых грунтов основания при возникновении неравномерных осадок

Кайгородов М.Д.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Фундаменты являются основой любого сооружения и определяют его долговечность и надёжность. Подошвы фундаментов взаимодействуют с грунтовым основанием сооружения, и его просадки приводят к катастрофическим последствиям. Ярким примером опасности неравномерных осадок является авария при строительстве типового пятиэтажного дома в г. Туле, возведенное на 90%(до плит совмещенной кровли) здание, обрушилось в одной из секций на высоту всех 5-ти этажей. Причиной послужила неравномерная осадка сборного ленточного фундамента, вследствие перегрузки основания под центральной частью здания с образованием выпора грунта.[2].

Аналогичная ситуация могла произойти в городе Тюмени.[3] В ходе строительства жилого многоэтажного, бескаркасного здания обнаружилось значительное отклонение остова здания от вертикали, тем не менее застройщик не остановил работы, в результате по окончании основных строительных работ максимальное горизонтальное перемещение составило 47см. Причиной таких деформаций послужила неравномерная осадка фундамента.

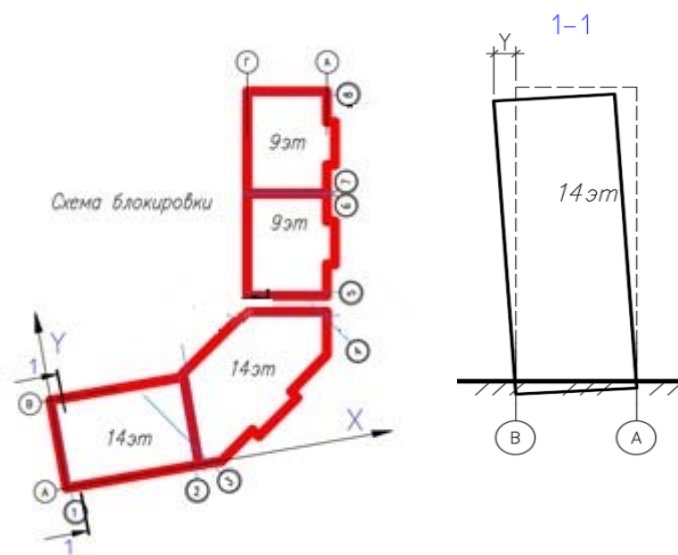


Рисунок 1. Накренившееся здание в г. Тюмени

Рисунок 2. Схема блокировки

Согласно результатам геодезической съемки максимальное отклонение от вертикали фасада «В-А» 14-этажной части здания (разрез 1-1, рисунок 1) составило вдоль оси $Y=660\text{мм}$ в сторону двора при допустимой норме в 11,5 см, относительная разность осадок достигла величины $\Delta s / L = 0,01 > [\Delta s / L] = 0,0024$ (таблица Д1 [4]). В ходе анализа ситуации было принято решение закрепить основание со стороны с наибольшими деформации грунтового основания (по оси «В») с применением манжетной технологии (рис.3) [1].

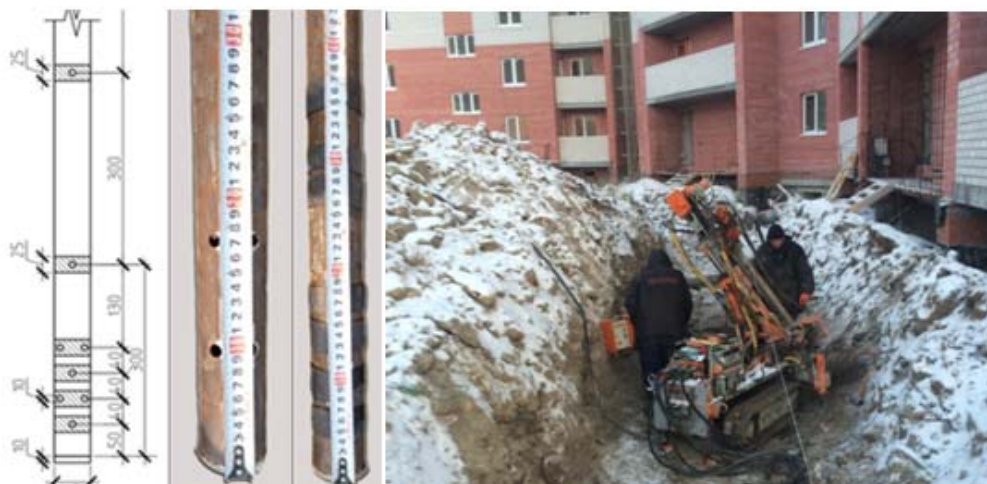


Рисунок 3 Процесс закрепления основания

Устройство буроинъекционных свай (БИС) осуществляется путём закачки раствора в иньектор, погруженный в предварительно пробуренную скважину. На конце иньектора имеется заглушка. Все отверстия перфорации закрываются резиновыми манжетами. Закачка раствора ведётся с использованием пакера двойного действия, герметично перекрывающего межтрубное пространство иньектора с двух сторон, позволяющего локально прокачивать каждую зону перфорации и выполнять многократное закрепление глинистых грунтов с возможностью регулирования давления по любому горизонту[3].

Результаты мониторинга представлены на графике рис.4. Работы по иньектированию основания проводились в период с 08.10.2015 по 07.02.2016, таким образом, после закрепления грунта удалось остановить возрастания относительной неравномерности осадки, но не удалось уменьшить неравномерность осадок, которая значительно превышала нормируемые по СП [4] значения $[\Delta s / L] = 0,0024$.

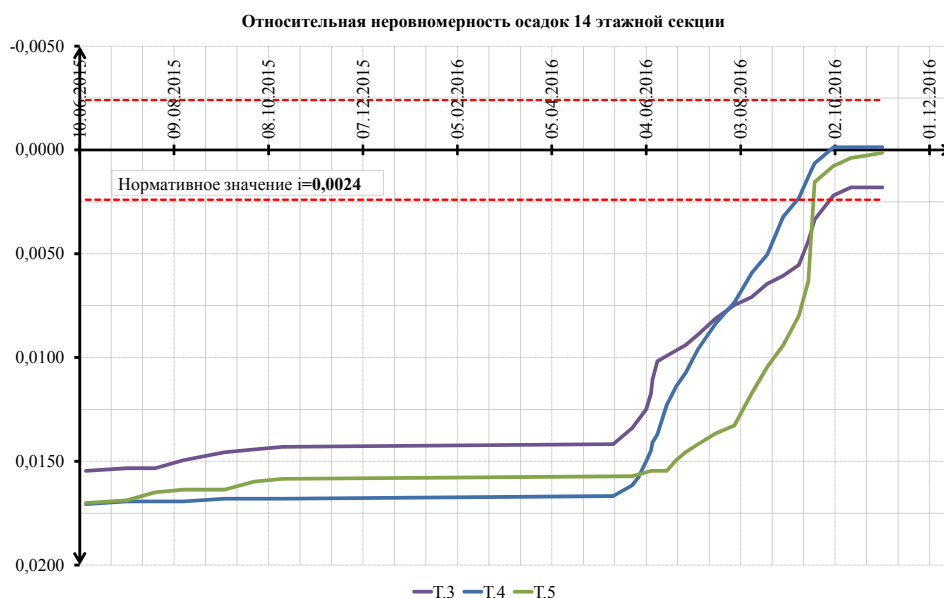


Рисунок 4 Результаты мониторинга

Выводы

1. При условии нарастающих абсолютных и относительных осадках, первым этапом регулирования геометрического положения фундаментов мелкого заложения должно являться мероприятие по закреплению основания и стабилизации осадок.

2. Закрепление основания эффективно проводить по манжетной технологии, иньекция проводится не менее чем в три этапа с технологическими паузами, предусмотренными в проекте производства работ

3. Опыт мониторинга реального объекта в городе Тюмень показал, что закрепление основания позволяет замедлить абсолютную осадку до 0.5мм в месяц, но не решает проблему разности осадок фундамента.

Библиографический список

1. Samoxvalov, M. A. Results of a study of stress-strain state of the soil massive around the resulting broadening at the end drill-injection pile. / M. A. Samoxvalov, Yu. V. Zazulya, M. D. Kajgorodov // Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2017. № 4 (36). С. 50-57.
2. Коновалов, П. А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий / 4-е изд., перераб. и доп. – м.: вниинтпи, 2000. – 318 с.
3. Прозин, Я. А. Крены зданий, проблемы и пути решений / Я. А. Прозин, Л. Р. Епифанцева // Сборник материалов 15 научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, соискателей и магистрантов в двух томах. г. Тюмень, 2015. С. 116-120.
4. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* / Минрегион России. – М.: ОАО «ЦПП», 2016. – 161 с.

Научный руководитель: Прозин Я.А. доктор технических наук, доцент.

Результаты лабораторных исследований по определению растекаемости инъекционных растворов

Карпова И.А., Турнаева Е.А., Самохвалов М.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В последние годы всё большую популярность приобретают инъекционные способы искусственного улучшения строительных свойств грунтового основания и усиления фундаментов зданий [1].

В современных условиях на строительном рынке существует довольно большой выбор инъекционных растворов: цементные, цементозольные, глиноцементные, вспененные и вспученные цементные растворы, и другие растворы с самыми различными добавками [2].

Таким образом, **цель исследования** заключается в определении рационального состава инъекционного раствора для закрепления грунтов. Для достижения цели необходимо выполнить лабораторные исследования разных составов инъекционных растворов по реологическим свойствам.

Для приготовления растворов и их испытаний в лаборатории кафедры Геотехники использовались следующие реагенты: портландцемент марки М 400 с водоцементным соотношением изменяющимся от 0,6 до 1,0 и с различными процентными добавками бентонита марки ПБМБ, жидкого стекла (силикат натрия $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$), поверхностно-активного вещества «карбоксинор» и специальной инновационной добавки для уменьшения времени твердения раствора и увеличения прочности цементного камня «карнамина» [3].

После проведения эксперимента (рис. 1) было выявлено 12 образцов (см. табл. 1), которые соответствуют требованиям ГОСТ [4].



Рисунок 1 Лабораторные исследования растекаемости раствора

Таблица 1

Реологические свойства инъекционных растворов
(требуемое значение растекаемости 180-220 мм)

| | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|
| № п/п | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| В/Ц | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Бентонит, % | - | - | - | - | 5 | 5 | - | - | - | 5 |
| Жидкое стекло, % | - | 1 | - | 1 | 1 | 3 | - | 1 | 3 | 1 |
| Растекаемость, мм | 85 | 70 | 160 | 140 | 130 | 180 | 180 | 145 | 100 | 140 |
| № п/п | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| В/Ц | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Жидкое стекло, % | - | - | - | 1 | 3 | - | - | - | 1 | 1 |
| ПАВ, % | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,6 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,4 | 0,6 |
| Растекаемость, мм | 125 | 140 | 165 | 130 | 120 | 160 | 190 | 200 | 185 | 195 |
| № п/п | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| В/Ц | 0,6 | 0,6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Бентонит, % | 5 | 10 | - | - | - | - | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Жидкое стекло, % | 3 | 3 | 1 | - | 1 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 |
| ПАВ, % | 0,6 | 0,6 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,05 | 0,1 | 0,05 | 0,1 |
| Растекаемость, мм | 90 | 60 | 160 | 200 | 160 | 120 | 170 | 180 | 140 | 150 |
| № п/п | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |
| В/Ц | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Бентонит, % | 10 | 10 | - | - | - | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Жидкое стекло, % | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - |
| ПАВ, % | 0,05 | 0,1 | - | - | 0,2 | - | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| «Карманин», % | - | - | 4 | 6 | 6 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Растекаемость, мм | 130 | 140 | 160 | 150 | 180 | 155 | 185 | 170 | 160 | 155 |
| № п/п | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 |
| В/Ц | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Бентонит, % | 5 | 5 | 5 | 5 | - | - | - | - | - | - |
| ПАВ, % | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | - | - | - | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| «Карманин», % | 2 | 3 | 4 | 5 | 4 | 5 | 6 | 4 | 5 | 6 |
| Растекаемость, мм | 195 | 185 | 175 | 160 | 165 | 155 | 145 | 185 | 170 | 160 |

Выводы:

1. По результатам лабораторных исследований, изучив реологические характеристики, были определены рациональные состава, представленные в таблице 2.

Таблица 2

Составы растворов, удовлетворяющие техническим требованиям по растекаемости

| № п/п | 6 | 28 | 37 | 41 | 42 | 48 |
|-------------------|-----|-----|------|-----|-----|------|
| В/Ц | 0,8 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Бентонит, % | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | - |
| Жидкое стекло, % | 3 | 1 | - | - | - | - |
| ПАВ, % | - | 0,1 | 0,05 | 0,1 | 0,1 | 0,05 |
| «Карнамин», % | - | - | 3 | 2 | 3 | 3 |
| Растекаемость, мм | 180 | 180 | 185 | 195 | 185 | 180 |

2. Добавка бентонита повышает стабильность раствора, но уменьшает его растекаемость. Данный недостаток компенсируется добавлением ПАВ, т.к. ПАВ увеличивает растекаемость, поэтому на 5% бентонита необходимо добавить 0,2% ПАВ.

3. Жидкое стекло и «карнамин» сокращают сроки схватывания раствора. Проанализировав данные растекаемости, можно сделать вывод, что добавление 1% жидкого стекла оказывает такое же действие на раствор, как и добавление 6 % «карнамина».

4. ПАВ не рекомендуется добавлять более 0,1 %, т.к. при большем количестве добавки цемент выпадает в осадок.

Библиографический список

1. Мацегора, А. Г. Инъекционное укрепление грунтов основания фундаментов / А. Г. Мацегора, А. И. Осокин, В. А. Ермолаев // Промышленное и гражданское строительство, 2006. – №7. – С. 52-53.

2. Ибрагимов, М. Н. Закрепление грунтов инъекцией цементных растворов: монография. – М: Издательство АСВ, 2012. – С.32-33

3. Богов, С. Г. Исследование свойств инъекционных растворов на основе цемента для качественного закрепления грунтов / С. Г. Богов, И. А. Запечалов // Реконструкция городов и геотехническое строительство. – 2000. – № 2.

4. ГОСТ 26798.1-96 Цементы тампонажные. Методы испытаний. – М: Минстрой, 1998. – С.6-7.

Применение перфорированной балки в строительстве

Кирпищиков А.И.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

При строительстве объектов инфраструктуры и промышленных сооружений, таких как административные здания, мосты, торгово-развлекательные центры, сооружения спортивного назначения, также в качестве кран-балок в цехах различных производств (Рис. 1, а), широко применяются перфорированные балки, изготавливаемые путем разрезания двутаврового профиля ломаной линией в продольном направлении, с последующим сдвигом и свариванием. Особенно распространены балки с шестиугольными, круглыми, овальными и восьмиугольными вырезами. В основном, отверстия в балках используют для пропуска инженерных сетей и коммуникаций (Рис. 1, б).



Рисунок 1. Перфорированные балки;
а - В качестве кран-балки; б - Пропуск инженерных сетей.

Возможность использования перфорированных балок основывается на экономии металла по сравнению с исходными двутаврами, относительной дешевизне и эксплуатационных показателях. В то же самое время трудозатрат на изготовление возрастают.

В последние годы было разработано множество конструктивных решений оформления перфорации стенки с целью уменьшения отходов материала при изготовлении, концентрации напряжений и увеличения несущей способности. Этим занимался Притыкин А.И. в своих работах [4, 6], Пикин Д.Ю. и Курочкина Е.И. [7]. Разработкой способа расчёта прочности сжатых и сжато-изогнутых перфорированных балок шестиугольного сечения занималась Рогатовских Т.М. [5]. Однако, несмотря на большое количество работ по этой теме, четкий и единый метод расчета перфорированных балок с различными видами перфорации до сих пор не разработан. Проектирование выполняется приближенными методами без использования реальной несущей способности таких балок.

Стоит отметить, что в СНиП II-23-81*[1] и СП 53-102-2004[2] приводятся рекомендации для расчёта перфорированных балок на прочность и устойчивость, но данный метод относится к балкам с шестиугольными перфорациями стенки.

Также с 1 декабря 2017г. стал действовать новый СП 294.1325800.2017[3] в котором приведены рекомендации для расчёта на прочность, устойчивость и прогибов перфорированных балок, но как и прежде данные нормы приведены только для балок с шестиугольной перфорированной стенкой.

Всё это указывает на актуальность темы и необходимость дальнейшего исследования и совершенствования расчетов балок с перфорированной стенкой, определение их напряженно-деформированного состояния, и получения более достоверной оценки несущей способности и устойчивости конструкций с вырезами, поиск новых, актуальных и экономичных конструктивных исполнений перфорированных балок.

Основанием для дальнейшего исследования будет служить перфорированная балка сложного составного сечения (Рис. 2), классифицированная как перфорированная балка с прямоугольными вставками, но в данной конструкции вставки привариваются не встык, а внахлест, что приводит к особенностям в работе конструкции.



Рисунок 2. Перфорированная балка сложного составного сечения

Достоинством подобных балок является возможность увеличения высоты сечения, для достижения необходимого момента инерции, также возможны варианты использования сталей различных марок в поясах, тем самым получаем бистальную балку с высокими эксплуатационными и прочностными характеристиками. Перфорированные балки сложного со-

ставного сечения предоставляют возможность развития сечения не только в высоту, но и в пространстве, тем самым увеличивается общая устойчивость сечения, а также прочность при поперечных нагрузках.

Следствие данных достоинств - использование данных балок на больших пролетах, в силу увеличенной жесткости. При этом трудозатраты будут намного ниже, чем при использовании обычных балок на тех же пролетах.

Для рационального и экономичного использования балок сложного составного сечения с перфорациями различной формы необходимо найти диапазон параметров (пролет, величина и вид нагрузки и др.), при котором их применение будет экономичнее, чем у фермы или обычной балки. Критерием экономичности может служить величина приведенных затрат.

Библиографический список

1. СНиП II-23-81* Стальные конструкции. - М.: ЦИНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР, 1982. – 201 с.
2. СП 53-102-2004 Общие правила проектирования стальных конструкций. М.: ЦИНИИСК им. Кучеренко Госстроя России, 2005. – 137 с.
3. СП 294.1325800.2017 Конструкции стальные. Правила проектирования. М.: ЦИНИИСК им. Кучеренко Госстроя России, 2017. – 167 с.
4. Притыкин, А. И. Разработка методов расчета и конструктивных решений балок с однорядной и двухрядной стенкой: автореф. дис. д-ра техн. наук / Притыкин Алексей Игоревич. – М., 2011. – 44 с.
5. Рогатовских, Т. М. Прочность стальных сжато-изогнутых перфорированных элементов в упруго-пластической стадии: автореф. дис. к. техн. наук / Рогатовских Татьяна Михайловна. – М., 2009. – 26 с.
6. Притыкин, А. И. Влияние ширины полки и толщины стенки на местную устойчивость перфорированных балок/ А. И. Притыкин // Вестник МГСУ. – 2010. – С. 133-137.
7. Пикин, Д. Ю., Конструирование металлических балок составного сечения с перфорированной стенкой / Д. Ю. Пикин, Е. И. Курочкина // Молодежь и XXI век Том 3. – 2016. – С. 294-298.

Научный руководитель: Ефимов А.А., канд. техн. наук, доцент.

К вопросу о возможностях строительства в стесненных условиях

Колкунова Я.М.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Тюмень является динамично развивающийся и красивый городом, со своей богатой историей. В городе находится более 200 памятников архи-

тектуры. Объекты, имеющие значительный хронологический возраст, постепенно перестают удовлетворять гигиеническим, функциональным, конструктивным требованиям, утрачивают некоторые художественные элементы, снижаются характеристики прочности и надежности, вследствие чего требуют реконструкции. [1] Некоторые получается восстановить за счет бюджет средств, другие за счет частных инвестиций.

В районе аптекарского парка г. Тюмень расположились Романовское училище (построено в 1913) и Больничный ансамбль из трех зданий (возведено в начале XX века). По карте административного районирования города эта территория относится к зоне здравоохранения. Тюмень также является областным центром и городом с высоким качеством жизни, поэтому с каждым годом численность городского населения возрастает, что ведет за собой потребность в удовлетворение общественных нужд жителей.

В ходе исследования предлагается выполнить реконструкцию зданий, находящихся по адресу Свердлова 33 (Ночлежный двор) и Даудельная 1 к4 (Романовское училище) с параллельным освоением подземного пространства и устройством двухэтажной подземной поликлиники, рис. 1.

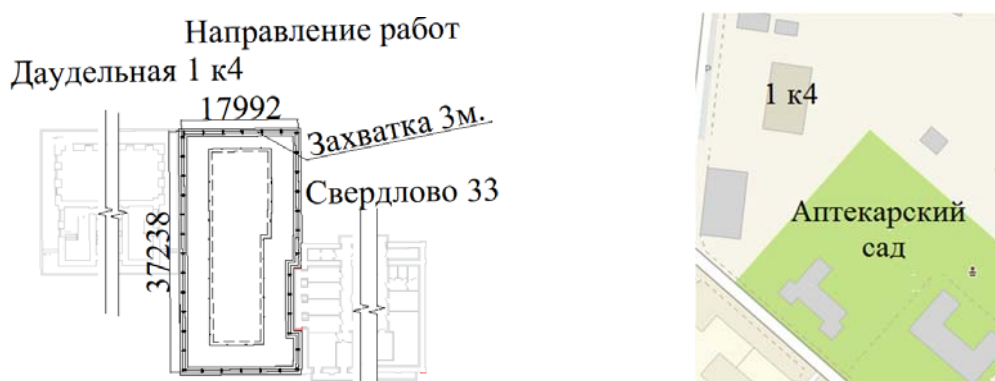


Рисунок 1. Исследуемый объект

Освоение подземного пространства положительно влияет на эстетическое состояние городов, так как «сверху» могут находиться памятники архитектуры, служащие визитными карточками города, а внизу объекты общественного назначения; имеет экономические перспективы, потому что создаются дополнительные подземные площади, которые можно использовать в коммерческих целях.

Одним из перспективных способов, не наносящих разрушений близко расположенным существующим старым постройкам, является метод «стена в грунте». Метод стена в грунте при устройстве подземных сооружений предполагает выполнение замкнутого контура протяженных стен с последующей отрывки грунта котлована. [2]

Проектной отметкой задана глубина траншеи 11м, исходя из объемно - планировочных и конструктивных решений. Ширина траншеи для стены принимается в зависимости от ширины рабочего органа и равно

0,6м. Для работ, руководствуясь глубиной траншеи, был выбран мокрый траншейный способ выполнения «стены в грунте». Работы производятся захватками по 3 м.

Технологическая последовательность устройства «стены в грунте», рис. 2:

1. Откопка неглубокой траншеи для форшахт– конструкций для крепления стен траншеи и направляющая для ковшовых рабочих органов.
2. Устройство форшахт
3. Откопка траншеи для стены в грунте с параллельным заполнением траншеи глинистым раствором.
4. После откопки траншеи на проектную глубину в траншею опускают арматурный каркас
5. Методом вертикально перемещаемой трубы происходит подача бетона в траншею и формирование самого тела стены.

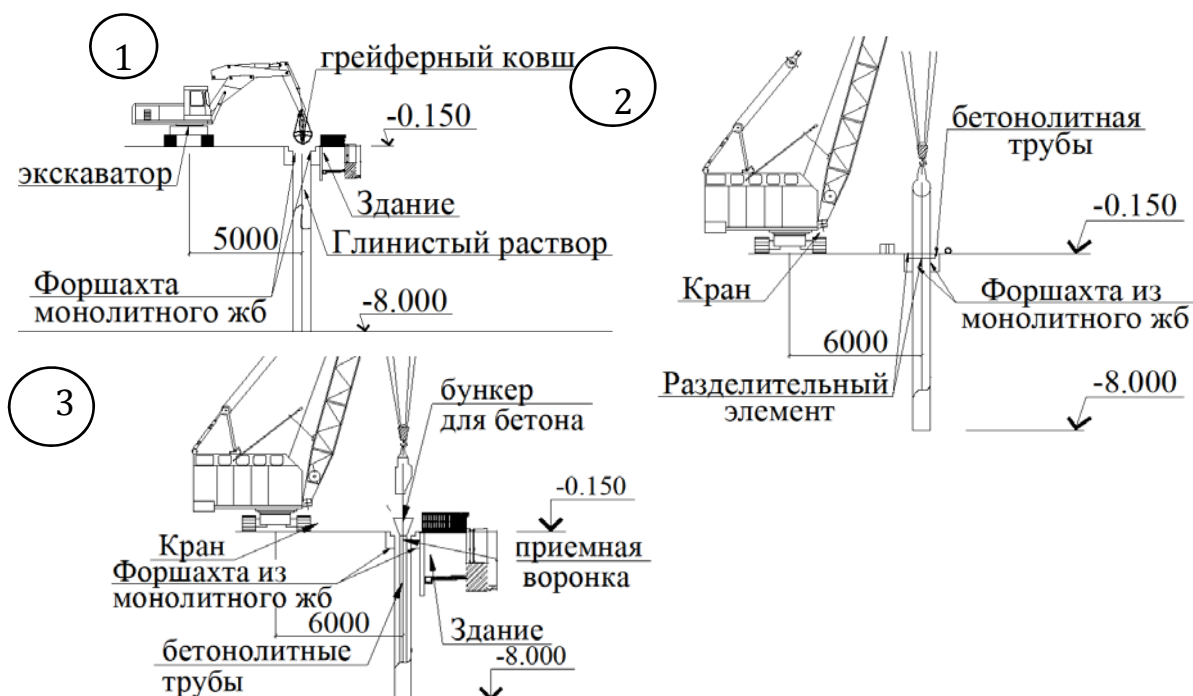


Рисунок 2. Технологическая последовательность устройства «стены в грунте»

Расчетное обеспечение устройства стены в грунте на стадии строительства включает в себя расчеты устойчивости траншей при заданной плотности глинистого раствора

При устройстве стены в грунте вблизи существующих зданий и сооружений устойчивость глубокой траншеи приближенно может быть считаться обеспеченной при выполнении соотношения

$$a \geq 0,5 \cdot b$$

где: а- расстояние от существующего здания до траншеи, b – длина захватки

После возведение стен внутри будущего сооружения выполняется отрывка грунта. Прочность бетона монолитных стен вначале отрывки должна быть не менее 70% от прочности твердения на 28 сутки при соответствующих температурах. В процессе отрывки грунта внутри сооружения крепление стен может выполняться с помощью распорок и анкеров. При пролетах более 20 м. распорками служат плиты перекрытия, в дальнейшем являющиеся постоянными конструкциями здания. [3]

Таким образом, можно сделать вывод, что из всех возможных технологией устройства подземного пространства способ «стена в грунте» удовлетворяет в наибольшем объеме требованиям предъявленных в ходе строительства: уменьшение влияния от нового строительства на осадку соседних зданий; устройство несущей стены подземных сооружений; при высоком УГВ не требует водоотлива и водопонижения; есть возможность устраивать сооружения любой глубины

Библиографический список.

1. Пронозин, Я. А. Теоретические исследования особенностей напряженно-деформированного состояния основания, нагруженного по выпуклой вверх криволинейной поверхности / Я. А. Пронозин, Д. В. Рачков // Научный журнал строительства и архитектуры . – 2017. – №1(45). – С. 29-39.

2. Rachkov, D. V. Qualified method of layer-by-layer summation to define the settlement of foundation / D. V. Rachkov, Ya. A. Pronozin, V. M. Chikishev // Инженерно-строительный журнал . - 2017. – №4(72). – С. 36-45.

3. Основания и фундаменты: учебник для бакалавров строительства / Р. А. Мангушев, В. Д. Карлов, И. И. Сахаров, А. И. Осокин. – М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ, 2013. – 392 с.

Научный руководитель: Ушакова В.Н., ст. преподаватель кафедры СП СТРОИН

О необходимости разработки экспресс-метода оценки максимальной плотности и оптимальной влажности глинистых грунтов

Корсакова А.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В процессе строительства земляного полотна автомобильных дорог необходимо проводить работы по контролю качества, которые сопровождаются определением таких показателей как зерновой состав грунта, влажность на границе текучести, влажность на границе раскатывания, плот-

ность грунта, естественная влажность, коэффициент фильтрации, однородность грунтов, максимальная плотность грунта и оптимальная влажность. При операционном контроле качества приходится контролировать степень уплотнения грунта по коэффициенту абсолютного уплотнения. Это требует актуальных данных по значениям оптимальной влажности и максимальной плотности, что иногда обеспечить весьма трудно. Процесс оценки максимальной плотности трудоемок, он требует первоначальной подготовки грунта и проведения испытания в лабораторных условиях. Общая трудоемкость работ по оценке показателей и характеристик представлена в таблице 1 [2,3,4,5,6,7,8].

Таблица 1

Перечень и трудоемкость лабораторных испытаний при контроле качества возведения земляного полотна

| Наименование показателей | Регулярность проведения работ при возведении земляного полотна | Трудоемкость испытаний, час | | |
|-----------------------------------|---|-----------------------------|-----------|-------|
| | | Подготовка | Испытание | Всего |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Зерновой состав | Не реже одного раза в месяц и при изменении грунта | 20 | 3 | 23 |
| Плотность грунта | В каждом слое по оси земляного полотна и на расстоянии 1,5-2,0 м от бровки, а при ширине слоя более 20 м и в промежутках (5 проб в поперечнике). Поперечники разбивают не реже, чем через 200 м при высоте насыпи до 3-х метров и через 50 м при высоте насыпи более 3-х метров. В верхнем слое, независимо от высоты насыпи, поперечники назначают через 50 м. | 3 | 1 | 4 |
| Влажность на границе текучести | Не реже одного раза в месяц или при изменении грунта | 1 | 2 | 3 |
| Влажность на границе раскатывания | Не реже одного раза в месяц или при изменении грунта | 1 | 2 | 3 |
| Естественная влажность | Обязательно при определении плотности | 3 | 1 | 4 |
| Коэффициент фильтрации | Не менее 3 проб из каждых 500 м ³ | 24 | 8 | 32 |
| Максимальная плотность грунта | Не реже одного раза в месяц и при изменении внешнего вида используемого грунта | 24 | 10 | 34 |

Анализирую трудоемкость лабораторных испытаний, выполняемых при контроле качества возведения земляного полотна, можно отметить, что из всего перечня работ определение максимальной плотности является самым трудоемким процессом. В связи с этим возникает необходимость поиска экспресс-метода оценки максимальной плотности и оптимальной влажности, снижающего время проведения испытания. Один из таких методов был предложен ХАДИ [1].

Сущность этого метода заключается в том, что оптимальная влажность определяется по формуле:

$$W_{\text{опт}} = \alpha F \quad (1)$$

где: $W_{\text{опт}}$ - оптимальная влажность, %; α - коэффициент перехода от верхнего предела пластичности к оптимальной влажности для различных грунтов. Ориентировочно принимаются следующие его значения: супесь 0,7; суглинок 0,55; глина 0,5; F - верхний предел пластичности, %, определяемый методом балансирующего конуса [1].

В тоже время максимальная плотность определяется по следующей формуле:

$$\rho_{\text{max}} = \frac{\Delta(1 - V)}{1 + 0,6\Delta F} \quad (2)$$

где: ρ_{max} - максимальный объемный вес скелета грунта, г/см³; Δ - удельный вес скелета грунта, г/см³; V - объем защемленного воздуха в грунтах, %; F - верхний предел пластичности, %, определяемый методом балансирующего конуса [1].

Многолетний опыт работы кафедры автомобильных дорог и аэродромов на Уватской группе месторождений ООО «ГНК-Уват» (ныне «РН-Уватнефтегаз») позволил накопить большой ряд данных по оценке максимальной плотности, оптимальной влажности и других показателей. При применении методики ХАДИ установлено, что отклонения расчетных показателей от фактических значений составляет более 10%, что делает не пригодным применение данного метода для использования в практических целях. Появляется необходимость разработки нового ускоренного метода определения физико-механических характеристик глинистых грунтов для операционного контроля качества земляного полотна. Разработка экспресс-метода определения максимальной плотности и оптимальной влажности глинистых грунтов на сегодняшний день является актуальной задачей, требующей проведения большого количества исследований, в том числе по имеющимся данным, накопленным при проведении оценки качества сооружения земляного полотна на Уватской группе месторождений. Результаты исследований будут представлены в последующих работах.

Библиографический список

1. Бойчук, В. С. Краткий справочник дорожника/ В. С.Бойчук. – 6-е изд., перераб. и доп. – К.:Будівельник, 1985. – 224 с.

2. ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. – М.: Стандартинформ, 2015.
3. ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. – М.: Стандартинформ, 2016.
4. ГОСТ 22733-2016 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности. – М.: Стандартинформ, 2016.
5. ГОСТ 30416-2012 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения. – М.: Стандартинформ, 2013.
6. ГОСТ 25584-2016 Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации. – М.: Стандартинформ, 2016.
7. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация. – М.: Стандартинформ, 2013.
8. СП 78.13330.2012 Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85 – Введен 2013-07-01 // Кодекс. Право / ЗАО «Информационная компания «Кодекс». – СПб., 2014.

Научный руководитель: Санников С.П., доцент, кандидат технических наук, заведующий кафедрой автомобильных дорог и аэродромов.

Реорганизация парковочного пространства на территории города Тюмень

Косинцева А.Н.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Деловая часть города в основном сосредоточена в центральных районах, и постоянная потребность в использовании парковочных мест и их недостаток приводят к образованию заторов и созданию аварийно-опасных ситуаций на дорогах.

В большей степени парковочное пространство в данной части города представляет собой парковочные карманы, которые характеризуются малой вместимостью и расположением непосредственно на автомобильных дорогах.

Часть вышеуказанных парковок, находящиеся около мест социального значения, занимают с раннего утра работниками близлежащих офисов и других заведений. Следовательно, основное количество времени они заняты, и многие водители оставляют свои автомобили на полосах проезжих частей, что еще больше сокращает полезное пространство для проезда автомобилей.

Наибольшую проблему это представляет в «часы-пик», так как при имеющемся недостатке проезжей площади часть из нее может быть ис-

| Время строительства | ≈ 3 месяца | ≈ 9 месяцев | ≈ 16 месяцев |
|----------------------|--|---|---|
| Стоимость, тыс. руб. | 47 454,512 | 63 690,857 | 124 278,2 |
| Достоинства | Минимальный срок строительства; Нет необходимости в монолитном фундаменте; Простота сборки и монтажа; Минимальное количество необходимой техники. | Позволяет сокращать количество шума и выброса вредных веществ в атмосферу; ТС защищены от воздействия атмосферных осадков. | Не меняет архитектурный стиль существующей постройки; Значительно сокращает количество шума и выброса вредных веществ; Оптимально для районов с плотной застройкой. |
| Недостатки | Возможно несоответствие архитектурному стилю существующей застройки | Возможно несоответствие архитектурному стилю существующей застройки | Большая стоимость; Длительное время строительства; Сложная система строительства. |

Быстровозводимая конструкция представляет собой здание из легких стальных тонкостенных конструкций, монтируемых на подготовленный фундамент.

Капитальная постройка – жесткая конструктивная схема с полным монолитным каркасом, на плитном монолитном железобетонном основании или сваях.

Подземное сооружение включает в себя монолитный фундамент (с последующим его бетонированием) и железобетонными стенами основания.

Для всех вариантов запроектировано количество этажей равное двум.

Проведя сравнение трех типов паркингов можно утверждать, что любой из них обеспечит необходимое количество парковочных мест, которые прежде располагались на парковочных карманах.

Наиболее целесообразно с точки зрения минимальных затрат времени и финансовых ресурсов является строительство быстровозводимой конструкции. Недостаток – возможности несоответствия архитектурному стилю решается по средствам установки дополнительных не горючих панелей.

Таким образом реорганизация парковочных карманов на участках уличной дорожной сети на территории плотно застройки позволяет увеличить пропускную способность существующих автомобильных дорог за счет каждой ширины кармана на ≈ 700 единиц/на полосу, снизить количество и качество заторов на перекрестках, повысить удобство и безопас-

ность передвижения по всей площади города, а также обеспечат население необходимым количеством парковочных мест.

Библиографический список

1. ОДМ 218.2.020-2012 Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог (издан на основании распоряжения Росавтодора 17.02.2012 N 49-р). – М: Стандартинформ, 2002. – 148 с.
3. СП 113.13330.2012. Свод правил. Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99* (утв. Приказом Минрегиона России от 29.12.2011 N 635/9) (ред. от 17.04.2015). – М: Минрегион России, 2011. – 22 с.
4. Дуванова, И .А., Автомобильные стоянки и парковки в мегаполисах / И. А. Дуванова // Сборник научной конференции «Строительство зданий и сооружений». – 2015. – 56с.

Научный руководитель: Гензе Д.А., канд. техн. наук, доцент.

Влияние армирования основания на степень пучинистости грунтов.

Краев Ан.Н., Жайсамбаев Е.А., Балдин Д.Ю.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Промерзание грунтов основания встречается практически на всей территории Российской федерации, поэтому вопрос возведения сооружений на пучинистых грунтах, а также снижение влияния сил морозного пучения на конструкции здания является актуальной задачей. Вопросы изучения морозного пучения путем устройства армированных оснований отражены в работах [1, 2].

Для оценки влияния армирующих материалов на степень пучинистости грунтов в Центральной научно-исследовательской лаборатории «Строительство на вечной мерзлоте» выполнены экспериментальные исследования на маломасштабных моделях. Экспериментальные исследования выполнялись с использованием прибора УПГ-МГ4 «Грунт» (в дальнейшем измеритель), предназначенного для определения степени пучинистости грунта в лабораторных условиях по ГОСТ 28622-2012 Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости [3], общий вид измерителя представлен на рисунке 1. Измеритель предназначен для измерений температуры и перемещения поверхности образца грунта при его промораживании в заданном температурном режиме. Конструктивно измеритель состоит из блока управления, термоконтейнера, как показано на рисунке 2, в состав которого входят: верхняя термостатированная плита с встроенным

датчиком температуры; нижняя термостатированная плита с двумя встроенными датчиками температуры; датчик перемещения; термоизолирующий кожух; обойма для образца грунта; силовая рама.



Рисунок 1. Общий вид измерителя

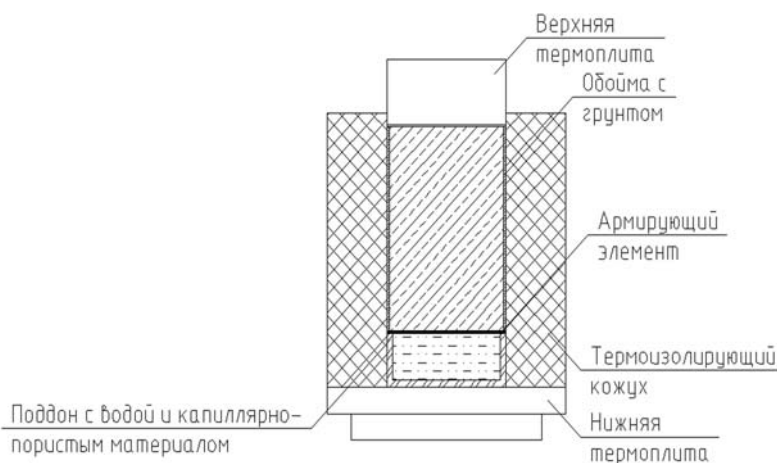


Рисунок 2. Схема установки

Для испытаний были сформированы образцы грунта суглинка нарушенной структуры диаметром 100 мм и высотой 150 мм с влажностью 31%. Для сравнительного анализа испытывались следующие образцы:

1. Грунт без армирования.
2. Грунт, армированный геосеткой ССП 30/30-2,5.
3. Грунт, армированный геосинтетическим материалом ГЕОСПАН ТН-80.
4. Грунт, армированный полиэтиленовой пленкой.

Армирующий элемент располагался между нижней гранью образца грунта и капиллярно-пористым материалом поддона.

Образец грунта помещался в обойму, смазанную внутри тонким слоем солидола, затем помещался в установку на увлажненный капиллярно-пористый материал поддона. Схема проведения испытания приведена на рисунке 3. В ходе испытания через каждые 12 ч снимались показания приборов для измерения вертикальной деформации и температуры верха и низа образца грунта. Во время испытания обеспечивался непрерывный подток воды к образцу грунта. Испытание прекращалось при промораживании образца грунта до глубины 100мм. После окончания испытания образец грунта извлекался из обоймы и разрезался вдоль вертикальной оси (рисунок 4) с измерением фактической толщины промерзшего слоя (за исключением зоны пластично-мерзлого грунта).



Рисунок 3. Схема проведения испытания



Рисунок 4. Поперечный разрез образца грунта

При проведении экспериментов были получены вертикальные деформации пучения грунта, армированного различными материалами, а также рассчитана относительная деформация пучения. Результаты экспериментальных испытаний сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Результаты испытаний образцов

| Образец грунта | Вертикальная деформация пучения h_f , мм | Относительная деформация пучения ε_{th} , мм |
|--|--|--|
| Без армирования | 13,85 | 0,0924 |
| Армированный геосеткой ССП 30/30-2,5. | 11,9 | 0,0794 |
| Армированный геосинтетическим материалом ГЕОСПАН ТН-80 | 5,4 | 0,036 |
| Армированный полиэтиленовой пленкой | 2,8 | 0,0187 |

На основании полученных экспериментальных данных можно сделать следующие выводы:

1. Армирование грунта различными материалами позволяет уменьшить вертикальные деформации морозного пучения, за счет снижения миграции влаги к фронту промерзания грунта.

2. Армирование грунта полиэтиленовой пленкой приводит к формированию закрытой системы промерзания без подтока воды, что приводит к снижению деформаций пучения на 79% по сравнению с грунтом без армирования, однако данный материал не обладает достаточными прочностными характеристиками, что осложняет его применение.

3. Применение геосетки ССП 30/30-2,5 снижает деформацию морозного пучения на 14%, незначительное снижение вертикальных деформаций обусловлено способностью сетки беспрепятственно пропускать влагу.

4. Применение геосинтетического материала ГЕОСПАН ТН-80 снижает деформацию морозного пучения на 61%, что обусловлено снижением потока фильтрации влаги через армирующий элемент.

Библиографический список.

1. Скворцов, Д. С. Экспериментальные исследования песчаной подушки с контурным армированием в сезоннопромерзающих пучинистых грунтах / Д. С. Скворцов, Ан. Н. Краев, Ал. Н. Краев, П. И. Васенин // Вестник гражданских инженеров. Рубрика: Строительство и архитектура. – 2017. – № 5. – С 98-102.

2. Машенко, А. В. Анализ влияния армирования фиброволокном на свойства глинистых грунтов в условиях сезонного промерзания и оттаивания / А. В. Машенко, А. Б. Пономарев // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура – 2016 – Вып. 44(63). Ч.1 – С. 40-50.

3. ГОСТ 28622-2012 Грунты. Метод лабораторного определения степени пучинистости – ОАО "НИЦ "Строительство", 2012. – 6 с.

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

Экспериментальная модель установки для исследования сил морозного пучения в лабораторных условиях

Краев Ан.Н., Тихонова А.А., Кутузова М.И.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Большая часть Российской Федерации имеет суровые природно-климатические условия и достаточно продолжительный зимний период. Глубина промерзания грунта изменяется в широких пределах и достигает 3 м и более в условиях Сибири.

Морозное пучение оказывает большое влияние на надежность и устойчивость фундаментов, а также на методы их возведения. Поэтому тема данной работы имеет важное значение и является актуальной как в практическом, так и в научно-теоретическом плане.

Для целей исследования предполагается изготовление экспериментальной установки, схема которой представлена на рис.1, и испытание образцов в Центральной научно-исследовательской лаборатории «Строительство на вечной мерзлоте» ФГБОУ ВО «ТИУ».

Экспериментальная установка представляет собой грунтовый лоток, с размерами в плане 725x925 мм и высотой 510 мм. Стенки и дно лотка выполнены из фанеры толщиной 12 мм и утеплены утеплителем ППС-10 толщиной 50 мм.

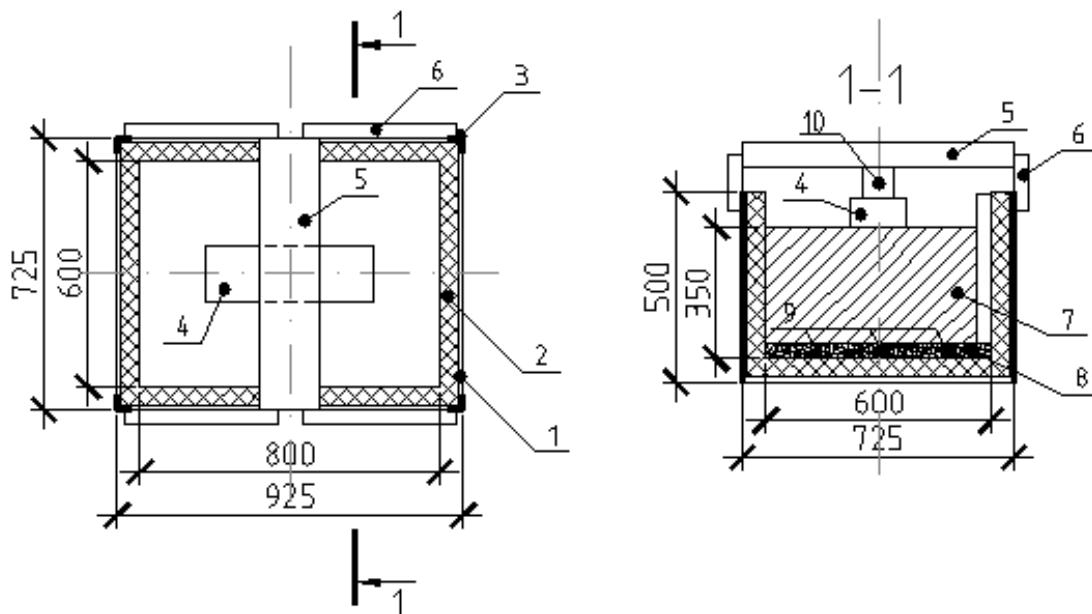


Рисунок 1. Схема экспериментальной установки.

На схеме: 1-каркас лотка; 2-утеплитель ППС-10; 3-уголки для усиления каркаса; 4-модель фундамента; 5-упорная балка; 6-элементы крепления упорной балки; 7-грунт; 8-капиллярно-пористый материал (песок); 9-полипропиленовые трубы с греющими кабелями; 10-динамометр

В экспериментальной установке моделируется уровень подземных вод путем установки перфорированных полипропиленовых труб с греющим кабелем внутри, для поддержания температуры воды во время испытания.

Для снижения касательных сил трения между утеплителем и грунтом, укладывается полиэтиленовая пленка в два слоя, с заполнением солидолом между ними.

В качестве грунтового основания используется водонасыщенный суглинок нарушенной структуры, укладываемый послойно в лоток с уплотнением и установкой датчиков температур.

Экспериментальная установка помещается в морозильную камеру, с поддержанием требуемого температурного режима. В процессе исследования фиксируются деформации морозного пучения, а также температура грунта.

Фиксация сил морозного пучения производится электронным динамометром, реактивное усилие от динамометра воспринимается упорной балкой.

Для исследования рассматриваются следующие варианты моделей:

1. Штамп на естественном грунтовом основании;
2. Штамп на грунтовом основании, усиленном песчаной неармированной подушкой;
3. Штамп на грунтовом основании, усиленном песчаной армированной подушкой.

Задачей данного исследования является выявление закономерностей распределения сил морозного пучения в армированных грунтовых основаниях.

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

Проектирование состава асфальтобетонной смеси по методу «Superpave» для условий юга Тюменской

Куделина О.Н., Замятин А.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Дорога – это не просто асфальт, это сложное и достаточно дорогостоящее инженерно-техническое сооружение. Одной из самых важных задач для дорожно-строительной отрасли является увеличения срока службы дорожного покрытия. Так как наибольшее давление возникает на поверхности дорожного покрытия и уменьшается по глубине, дороге необходима прочная одежда.

На сегодняшний день существует довольно большое количество методик проектирования составов асфальтобетонных смесей, среди которых наибольшую эффективность получил зарубежный метод под названием «Superpave».

«Superpave» (Superior Performance Pavements) - метод проектирования составов асфальтобетонных смесей для дорожных покрытий с заданными эксплуатационными характеристиками покрытия с учетом транспортных нагрузок и климатических условий эксплуатации.

Известно, что в каждом регионе России разнообразный климат. Наибольший интерес с учетом влияния температур представляет собой юг Тюменской области. В связи с чем, основной целью исследования является обоснование выбора вяжущего для строительства асфальтобетонных покрытий с учетом климатических характеристик юга Тюменской области.

Низкое качество битумов является одной из основных причин неудовлетворительного состояния дорог, поэтому при проектировании асфальтобетонных смесей по методологии «Superpave» отдельное внимание необходимо уделять выбору битумного вяжущего.

Чтобы произвести правильный выбор марки битумного вяжущего при проектировании асфальтобетонной смеси необходимо знать климатические данные района строительства автодороги, а также статистические данные за максимально возможный период по максимальным и минимальным суточным температурам воздуха в данном районе.

В рамках исследования был произведен анализ температур районов юга Тюменской области за 5-ти летний период (Таблица 1).

Таблица 1

Средние значения температур воздуха за 5 лет наблюдений (2013-2017гг.)

| № п/п | Название метеостанции | Средняя семидневная температура (T_{cp}), °С | Средняя минимальная температура (T_{min}), °С |
|-------|-----------------------|--|---|
| 1 | «Вагайское» | 28,54 | -38,58 |
| 2 | «Викулово» | 28,56 | -36,12 |
| 3 | «Гольшманово» | 28,30 | -36,22 |
| 4 | «Демьянское» | 28,16 | -41,56 |
| 5 | «Ишим» | 28,36 | -36,92 |
| 6 | «Тюмень» | 29,02 | -36,48 |
| 7 | «Тобольск» | 28,18 | -40,54 |
| 8 | «Уват» | 28,14 | -36,62 |
| 9 | «Ялуторовск» | 29,34 | -37,60 |
| 10 | «Ярково» | 28,74 | -36,70 |

Используя анализ данных о температурном режиме исследуемых годов можно определить расчетные температуры (максимальную и минимальную) слоя дорожного покрытия, для устройства которого будет применяться проектируемая асфальтобетонная смесь.

Методом «Supergave» регламентируется расчетная максимальная (летняя) температура покрытия для верхнего слоя на глубине $H=20$ мм от поверхности и минимальная (зимняя) расчетная температура на поверхности покрытия ($H=0$ мм). Надежность в методе «Supergave» представляет собой выраженную в процентах вероятность того, что фактическая температура (однодневная минимальная или семидневная средняя максимальная) не будет выходить за пределы расчетных температур. Поэтому при проектировании можно задать любую степень надежности минимальной и максимальной расчетной температуры покрытия. Рекомендуется закладывать марку битумного вяжущего из допустимых, рассчитанных с 98 % надежностью, с минимальным верхним значением и максимальным нижним значением.

По полученным значениям расчетных температур испытания, соответствующим максимальной и минимальной температуре покрытия в рассматриваемом регионе строительства, определяются допустимые верхние (X) и нижние (Y) значения битумного .

Таблица 2

Определение интервала работоспособности (PG Grade) между двумя температурами испытания в рассматриваемом регионе строительства

| № п/п | Наименование населенного пункта | Расчетная температура покрытия по методологии «Supergave» | | Интервал работоспособности (PG Grade) | |
|-------|---------------------------------|---|-----------------|---------------------------------------|-----|
| | | В летний период | В зимний период | X | Y |
| 1 | Вагай | 51,90 | -47,91 | 52 | -52 |

| | | | | | |
|----|-------------|-------|--------|----|-----|
| 2 | Викулово | 51,69 | -41,86 | 52 | -46 |
| 3 | Голышманово | 52,47 | -43,78 | 58 | -46 |
| 4 | Демьянское | 51,97 | -49,24 | 52 | -52 |
| 5 | Ишим | 52,06 | -39,51 | 58 | -40 |
| 6 | Тюмень | 53,53 | -42,43 | 58 | -46 |
| 7 | Тобольск | 51,32 | -46,11 | 52 | -52 |
| 8 | Уват | 51,44 | -51,27 | 52 | -52 |
| 9 | Ялуторовск | 53,75 | -45,07 | 58 | -46 |
| 10 | Ярково | 52,54 | -43,90 | 58 | -46 |

Анализ предполагаемых марок свидетельствует о большом интервале работоспособности. Согласно ПНСТ 85-2016, допустимыми для применения являются все марки битумных вяжущих, где верхние значения марки - выше расчётной максимальной температуры дорожного покрытия, нижние значения - ниже расчётной минимальной температуры дорожного покрытия.

Таким образом, на территории юга Тюменской области можно выделить 4 интервала работоспособности (PG Grade) между двумя температурами испытания: PG 52 -46, PG 52 -52, PG 58 -40, PG 58 -46.

К сожалению, на данный момент, на территории Российской Федерации недостаточно марок органического вяжущего, способных выдерживать требуемые параметры качества, поэтому одной из важнейших задач нефтеперерабатывающих заводов и дорожных организаций является оптимальный подбор марки вяжущего на этапе проектирования, что позволит избежать раннего образования дефектов [3].

Библиографический список

1. ОДМ 218.4.036-2017 «Методические рекомендации по приготовлению асфальтобетонных смесей, их укладке, а также приемке выполненных работ, основанные на методологии «Superpave»». – М.: На основании распоряжения Федерального дорожного агентства № 967-р от 05 мая 2017, – 67 с.

2. ПНСТ 85-2016 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы вяжущие нефтяные битумные. Технические требования с учетом температурного диапазона эксплуатации». – М.: ФГУП «СТАНДАРТИН-ФОРМ», 2016. – 11 с.

3. Голубин, К. Д. / Строительство и архитектура/ К.Д. Голубин // Выбор рациональной марки вяжущего из расчета по методологии суперпэйв для условий юга России – Ростов-на-Дону: Международная научно-практическая конференция. – Ростов-на-Дону: Редакционно-издательский центр РГСУ, 2015. – С.198-200.

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

Применение грунтовых армированных свай в сложных условиях

Кумышев Л.Э.¹, Райшев Д.В.²

¹*Тюменское высшее военно-инженерное командное училище, г. Тюмень*

²*Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень*

Передовые исследования, сформированные мировой политической ситуацией, потребовали анализа опыта решения задач Инженерными войсками Вооруженных Сил РФ в Сирийской Арабской республике (далее САР). Применение габионов в современных строительных конструкциях и технологиях определяет смежные научные задачи по совершенствованию указанных технических, конструктивных, планировочных решений. Важной нерешенной задачей, лежащей на стыке нескольких геотехнических дисциплин, является поддержание несущей способности грунтовых оснований спецсооружений с применением габионов в сложных условиях САР. Часто местные грунты оснований не обладают характеристиками, позволяющими возведение на них зданий и спецсооружений, передающих на грунты большие нагрузки. В таких случаях прибегают к дополнительным мероприятиям по замене грунтов основания и/или улучшению характеристик грунтов [1, 2].

Прочность, устойчивость и давление грунтов на ограждающие конструкции при сложных геотехнических условиях, характерных для Тюменской области, САР и других регионов Земли, имеют важное значение в практике проектирования и эксплуатации сооружений. Сравнение физико-технологических параметров грунтовых оснований юга Тюменской области и юго-запада САР позволили отнести их к сложным, в геотехническом понимании. На данном этапе исследований заканчивается обобщение опыта геотехнологий для улучшения характеристик слабых водонасыщенных глинистых грунтов, в частности применением песчаных армированных свай. Прогрессивной технологией, позволяющей преобразовать геотехнические свойства слабых грунтов, является армирование их геосинтетиками [2, 3].

Влияния армирования на физико-механические характеристики слабых грунтов посвящено много работ, как в России, так и за рубежом [4-6]. Различные технологии армирования применяются для увеличения показателей прочности (на сдвиг) и деформируемости грунта. Большинство экспериментальных исследований было проведено с сыпучими грунтами, в то время как поведение глинистого грунта, усиленного армирующими элементами, изучено не до конца. При этом во многих регионах РФ и САР широко распространены глинистые грунты, замена которых при строительстве сопровождается высокими материальными затратами и большими объемами земляных работ. Поэтому актуальным остается улучшение характеристик местных материалов с целью снижения стоимости возведения фундаментов [7].

Цель исследования - обоснование вариантов технических решений по улучшению физико-механических свойств слабых глинистых грунтов, используемых как основание специальных сооружений посредством пес-

чанных армированных по контуру свай с учётом возможностей отечественной строительной отрасли и экономической целесообразности их создания. Представленная работа является составной частью прикладного научного исследования, проводимого на кафедре войскового строительства ТВВИ-КУ в рамках инициативной НИР «ГУСАр» совместно с учеными Тюменского индустриального университета.

При строительстве и эксплуатации зданий и сооружений на слабых водонасыщенных глинистых грунтах часто возникает необходимость преобразования их физико-механических свойств, в том числе плотности (ρ_d), влажности (W) и соответствующих им модуля деформации $E(\rho_d)$ и удельного сцепления $c(\rho_d)$. В настоящей работе слабые грунты рассматриваются как основание зданий и сооружений, поэтому целесообразно ознакомиться с его характеристиками и особенностями, изучить опыт и практику строительства, познакомиться с исследованиями на площадках, сложенных слабыми глинистыми основаниями.

Слабые грунты, формирующие сложные условия РФ и САР обладают следующими характеристиками [1, 5-7]:

- модуль деформации $E \leq 7$ МПа;
- степень водонасыщения $S_r \geq 0,8$ д.ед;
- угол внутреннего трения $\varphi = 4-10^\circ$;
- удельное сцепление $c = 0,006-0,0025$ МПа.

Анализ деформаций сооружений, расположенных на рассматриваемых грунтах, показал, что их характеризуют три основные особенности, специфичные для всей группы слабых грунтов, которые необходимо учитывать при проектировании сооружений [2, 3]:

- высокая сжимаемость грунтов, приводящая к очень большим осадкам сооружений;
- малая прочность, природное поровое давление на 20-30% снижает значение прочностных характеристик слабых глинистых оснований;
- большая длительность осадок, иногда достигающая нескольких десятилетий.

Одним из широко применяемых в условиях РФ способов обеспечения несущей способности грунтовых оснований на слабых грунтах является применение песчаных свай [1, 3, 7]. При этом используются как конструктивные методы улучшения работы грунтов основания, к которым относятся: устройство грунтовых подушек, применение шпунтового ограждения, создание боковых пригрузок, армирование грунта и другие, так и методы улучшения свойств оснований посредством их усиления и закрепления. Эффективность снижения деформируемости слабого основания, усиленного песчаными армированными сваями доказана научными исследованиями А.В. Набокова, Ал.Н. Краева [4]. Сущность способа заключается в наружном цилиндрическом армировании геосинтетической сеткой и нетканым геосинтетическим материалом тела песчаной сваи внедренной в

слабое глинистое основание. Внедрение армирующего элемента по наружному периметру песчаной сваи стесняет её поперечные деформации и, соответственно, уменьшает осадку за счет снижения деформации сжатия песчаного грунта.

Библиографический список

1. Абелев, М. Ю. Строительство промышленных и гражданских сооружений на слабых водонасыщенных грунтах. – М.: Стройиздат, 1983. – 248 с.
2. Hejazi, S. M. simple review of soil reinforcement by using natural and synthetic fibers / S. M. Hejazi, M. A. Sheikhzadeh // Construction and Building Materials. – 2012. – № 30. – P. 101-116.
3. Новиков, Ю. А. Исследование работы песчаных армированных по контуру свай в слабых глинистых основаниях под ленточными фундаментами: автореф. ... канд. техн. наук: 05.23.02 / Новиков Юрий Александрович. – Тюмень: ТюмГАСУ, 2015. – 23 с.
4. Новиков, Ю. А. Исследование напряженно-деформированного состояния основания с внедренной песчаной армированной сваем в природных условиях / Ю. А. Новиков, В. Ф. Бай, А. Н. Краев, А. В. Набоков // Научно-технический вестник Поволжья. – Казань: 2011. – С. 30-33.
5. Ал Халум Ахмед. Сравнительный анализ инженерно-геологических условий морских побережий Сирии и юга России: дис. ... магистра. Кубанский государственный университет. Краснодар, 2013. – 61 с.
6. Алафар Халиль Саид. Обоснование методов защиты зданий и сооружений при освоении подземного пространства в САР в условиях набухающего грунтового-породного массива. дис. ... канд. техн. наук: 25.00.20. Российский университет дружбы народов. – М., 2017. – 150 с.
7. Мащенко, А. В. Анализ изменения прочностных и деформационных свойств грунта, армированного геосинтетическими материалами при разной степени водонасыщения / А. В. Мащенко, А. Б. Пономарев // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2014. – № 4. – С. 264-273.

Научный руководитель: Новиков Ю.А., канд. техн. наук, доцент

Перспектива перехода из жилищного строительства в жилищное производство

Кунгуров Д.А., Новгородцев Н.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Строительство большинства жилых домов XXI века на территории РФ производится по технологиям 70-х годов, несмотря на новые техноло-

гии, которые могут помочь сократить расходы на строительство и повысить доступность жилья. Доступность жилья является краеугольным камнем для людей, из-за разрыва между его стоимостью и доходами людей. Существует много факторов, которые ограничивают данную доступность. Среди них: рост стоимости строительства, обслуживания и модернизации; устаревшие финансовые модели; недостаточность инвестиций в инновационные технологии строительной отрасли; ограничение по землепользованию.

Применение новых технологий [1], внедрение автоматизированного и цифрового производства, разработка новых материалов в качестве конструктива несущих стен позволит перейти из терминологии «жилищное строительство» в «жилищное производство». Это благоприятно повлияет на стоимость строительства домов. Конечно, это не означает, что снижение стоимости строительства позволит решить жилищную проблему, но это один из многих рычагов воздействия, чтобы улучшить доступность жилья.

Инновации в жилищном строительстве происходит медленнее, чем в других отраслях промышленности, благодаря сочетанию тонкого операционного поля, бума и спада в сфере недвижимости и девелопмента, и постоянно присутствует страх судебных разбирательств. Сегодня многим фирмам, работающим в строительном секторе, не хватает капитала, необходимого для существенного инвестирования в исследования и разработки для повышения производительности строительных технологий.

В связи с низким ростом инновационных технологий и решений в строительном комплексе, происходит рост затрат на строительство в трех конкретных направлениях: эффективности использования материалов, производительности труда и цен на сырьевые товары.

Сокращение строительных и эксплуатационных затрат, поможет открыть «новые горизонты» развития и работы в направлении повышения доступности жилья для населения. Например, на этапе проектирования стоимость проекта может быть уменьшена более чем на треть, если архитекторы и проектировщики будут использовать методы современной стандартизации и промышленных подходов к конструированию (монтаж жилых зданий модульными конструкциями). Модульная конструкция и чертежи позволят сократить время проектирования и технические затраты, сделав при этом закупки более эффективными. Лучше покупать практикой (например, возможность легко менять поставщиков, так как это делают автопроизводители), что позволит значительно снизить затраты.

На сегодняшний день данное направление развивается в Швеции, Австралии, Англии, Японии и Китае. Происходит процесс автоматизации производства жилых зданий, с применением современных технологических инновационных решений. При этом каждый проект является уникальным, со своей спецификой.

Несомненно, многие из этих идей не новы. Однако преобразование жилищного строительства в жилищное производство сложно реализовать в

реальности. Разработки новых или усовершенствование существующих строительных технологий и материалов требуют значительных капитальных вложений, что может быть оправдано только при высокой загрузке. Инвесторы должны быть уверены, что существует долгосрочный спрос на рынке, чтобы увидеть отдачу от этого капитала — легче сказать, чем сделать на волатильных рынках жилья.

Для оптимизации стандартизации строительной отрасли также нужны цифровые инструменты и технологии. Например, информационное моделирование зданий (BIM). В BIM-моделях в реальном времени будет возможно видеть запасы поступающих материалов на строительные площадки и одновременно моделировать графики труда для повышения эффективности и сокращения отходов строительной продукции.

Одним из современных вариантов перехода от жилищного строительства в жилищное производство является применение модульного строительства [2]. Данная технология позволяет сократить сроки возведения жилья, отходов строительных материалов, а также увеличить теплотехнические показатели здания. Несомненно, применение модульного возведения здания требует комплексных усилий архитекторов, поставщиков, генеральных подрядчиков, застройщиков и риелторов.

Со временем, строительная отрасль позволит улучшить процесс производства зданий в готовом виде, обучить рабочую силу для развития соответствующих навыков, а также сделать прыжок в привлечений инвестиций для создания заводов по производству сборных зданий. Этот переход потребует времени и денег. Но предприимчивые предприниматели и государственная поддержка (в виде предоставления земель под недвижимость и заводы, уменьшение времени на оформление документов, льготное кредитование), позволят двигаться в данном направлении интенсивнее.

Библиографический список

1. Вильман, Ю. А. Технология строительных процессов и возведение зданий. Современные прогрессивные методы / Ю. А. Вильман. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2015. – 336 с.
2. Зуева, А. В. Быстровозводимые здания и модульное строительство / А. В. Зуева // Молодой ученый. – 2016. – № 3. – С. 100-103.

Научный руководитель: Баянов Д.С.

Светопрозрачные фасады как конструктивное решение для строительства

Кунгурцев А.А., Хлопенков И.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Единая плоскость, создаваемая стеклянным полотном, не оставляет равнодушным никого - вот почему использование стеклянного полотна, в качестве альтернативы стеновым материалам стремительно набирает популярность в индивидуальном строительстве.

Стеклянный дом может быть построен с помощью панелей или поэлементно. Для получения ожидаемого эффекта от высокого процента остекления, дом должен иметь фахверковый каркас. Выбор материала каркаса здания зависит от желаний заказчика, однако самым популярным материалом является клееный брус. Каркас здания должен быть разработан так, чтобы конструкции выдерживали, кажущиеся легкими, стеклопакеты [1].

Доставка стеклопакетов на место производства работ осуществляется в рабочем положении с незначительным уклоном с помощью стекловозов открытого или закрытого типа. Погрузка, разгрузка и подъем на требуемую высоту происходит с помощью вакуумных присосок для стекла. Установка происходит следующим образом: к основанию проема крепят анкерами нижний направляющий профиль, вверху – несущий. Между ними, с применением фурнитуры и уплотнителя, закрепляется стеклопакет, состоящий из нескольких листов стекла. Узел крепления стеклопакета представлен на рисунке 1.

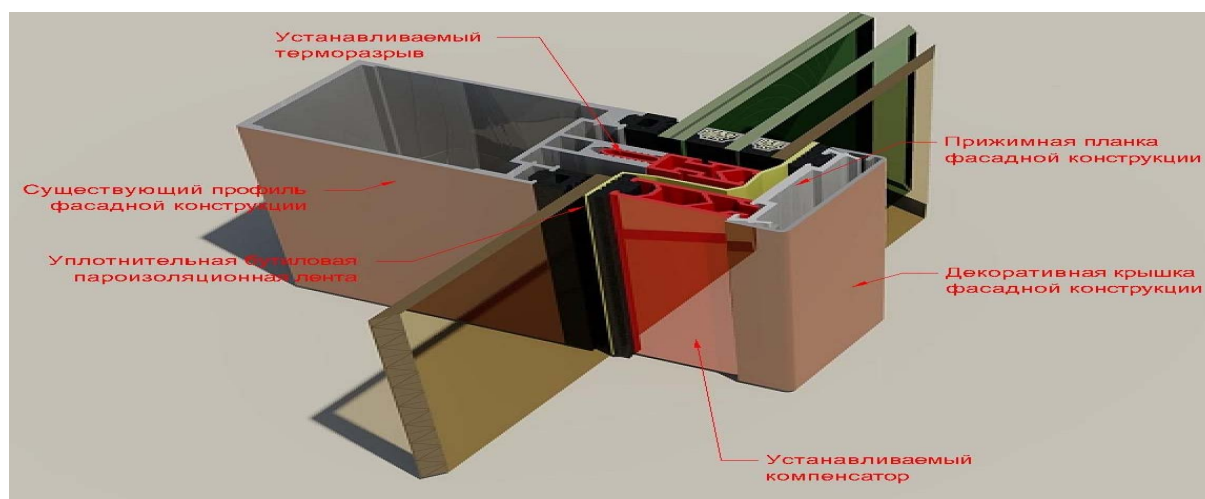


Рисунок 1. Узел крепления стеклопакета

Каждый из листов несет свой функционал и в сумме стеклопакет обеспечивает ряд необходимых характеристик: прочность, герметичность, требуемую теплопроводность и эстетичный внешний вид. Для получения данных характеристик к каждому сооружению стеклопакеты собираются и

выпускаются индивидуально. Особое значение имеет необходимость тщательного теплотехнического расчета для создания комфортного внутреннего микроклимата. При больших объемах работ и по техническим требованиям остекление может делиться на отдельные блоки, а также крепиться к сооружению, при помощи различного вида крепежных пластин, создавая сплошное остекленное полотно сооружения.

Использование светопроницаемых фасадов:

Преимущества

- 1) Применима для наших широт: при правильном подборе формулы стеклопакетов и при правильно запроектированной вентиляции в доме всегда будет нужная температура.
- 2) Проста в возведении.
- 3) Принимает самые разные формы.
- 4) Экономит энергию.

Недостатки

- 1) Прозрачные стекла открывают обзор для окружающих.
- 2) Поэтапное возведение объекта.
- 3) Трудоемкость поддержания фасадов в чистоте.

Здания с применением светопроницаемыми фасадами возводятся быстрее, чем с использованием кирпичной кладки или железобетона. В таблице 1 приведены сроки строительства домов для индивидуального жилья из разных материалов. [2]

Таблица 1

Технико-экономические показатели строительства жилья со светопроницаемыми фасадами из штучных материалов

| Материал | Кирпич | Пеноблок |
|----------------------------|-------------|----------|
| Стоимость, руб/м.куб. | От 6000 | От 3300 |
| Срок строительства | 5-7 мес. | 4-6 мес. |
| Время начала строительства | Конец весны | |

Возведения индивидуального жилья с применением светопроницаемых фасадов займет всего 3 месяца. Данные приведены в таблице 2. Стеклые фасады могут использоваться в каркасных и деревянных домах. [2]

Таблица 2

Технико-экономические показатели строительства жилья со светопроницаемыми фасадами в каркасном и деревянном исполнении

| Материал | Каркасное строительство | Брус/бревно |
|----------------------------|-------------------------|--------------|
| Стоимость, руб/м.куб. | От 1000 м.кв. площади | От 8000 |
| Срок строительства | 1-2 мес. | 3-4 мес. |
| Время начала строительства | Всесезонно | Начало весны |

Следует отметить, что стоимость строительства домов с использованием светопроницаемых фасадов намного дешевле, данные в таблице 3. [3]
Таблица 3

Стоимость строительства жилых домов

| Общая площадь 145м ² | |
|---|-------------------------|
| Кирпичная кладка и стандартное остекление | Светопроницаемые фасады |
| от 2 500 тыс. руб. | от 985 тыс. руб. |

Из всего выше сказанного можно сделать вывод, что использование светопроницаемых фасадов в качестве конструктивного решения для строительства зданий выгодно, несмотря на некоторые нюансы данной технологии.

Библиографический список

1. Борискина, И. В. Здания и сооружения со светопрозрачными фасадами и кровлями. Теоретические основы проектирования светопрозрачных конструкций / И. В. Борискина. – Санкт-Петербург: Инженерно-информационный центр оконных систем, 2012. – 400 с.
2. ООО «Леми-Луне» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kagerhouse.com.ru> – (Дата обращения: 29.03.2018).
3. АО «Конде Наст» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.admagazine.ru> – (Дата обращения: 29.03.2018).

Научный руководитель: Шестакова А.П., к.э.н., доцент кафедры строительного производства

Деревянные стеновые панели по технологии МНМ (Massiv-Holz-Mauer)

Леконцева Ю.Е.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Massiv-Holz-Mauer (МНМ) – это инновационная технология, название которой дословно переводится как «массивная деревянная стена». Это выражение достаточно точно описывает суть технологии, потому что она предполагает собой сборку дома из домокомплекта, состоящего из деревянных стеновых панелей, изготовленных на заводе.

Технология МНМ была разработана немецкими специалистами из фирмы Ханса Хундеггера «Hundegger». «Несколько лет назад Международной корпорацией исследований и разработок лесных продуктов проведен сравнительный анализ систем малоэтажных панельных домов, выпускаемых разными предприятиями мира. По совокупности показателей технология МНМ была признана лучшей» [1]

Панели, изготавливаемые по технологии МНМ, состоят из фрезерованных досок толщиной 24 мм и шириной от 14 до 26 см, перекрестно уложенных между собой в каждом слое, как показано на рисунке 1, и соединенных алюминиевыми гвоздями. Размеры целой готовой стеновой панели могут варьироваться по площади от 2х2 м до 3,25х6 м и по толщине от 7 см до 36 см.



Рисунок 1. Панели, изготовленные по технологии МНМ

Российский рынок каркасно-панельных деревянных домов находится в начальной стадии развития, для которой характерна неосведомленность о предлагаемом продукте, вследствие чего на него низок спрос.

Учитывая необходимость развития строительной индустрии, малоэтажное деревянное каркасное домостроение является довольно перспективным направлением как следствие стремления создавать более комфортные условия, так и сравнительно невысокие цены на жилье.

Применение технологии МНМ может вызвать интерес подрядных организаций, так как с ее применением сборка зданий происходит за очень короткий срок. «Для строительной бригады из 4-5 человек требуется всего 3-4 дня на возведение коробки и 10-12 дней – на работу под ключ». [1]

Технология МНМ предполагает изготовление панелей из древесины хвойных пород 2-4 сорта, что говорит о пониженной стоимости строительных материалов.

Панели МНМ считаются экологически чистыми для окружающей среды и безопасными для здоровья человека. Во-первых, для конструкций домов МНМ не требуется антисептирование, так как сырье до применения предварительно высушивается в сушильных камерах до влажности, равной 12-14%. [2] Во-вторых, при производстве не используется клей.

Благодаря предварительной сушке пиломатериалов, а также продольно-поперечной слоистой структуре, панели превосходно сохраняют первоначальную форму и не подвергаются усадке.

С помощью продольных пазов на досках в готовой панели создается воздушная прослойка, благодаря чему повышаются теплоизоляционные свойства конструкции. «При равных климатических условиях стены домов МНМ могут быть в 1,5 раза тоньше стен из массива древесины». [3]

Но кроме достоинств, у технологии МНМ имеется и существенный недостаток. Отходы древесины, оставшиеся после обработки элемента

массивной стены, не пригодны для дальнейшего использования, потому что в них уже забиты гвозди. Следовательно, происходит перерасход энергии, трудовых и материальных ресурсов. Это приводит к увеличению стоимости стеновых панелей и всего дома в целом.

В климатических условиях Западной Сибири для обеспечения комфортных условий проживания и сбережения энергетических ресурсов требуемое сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций R_0^{TP} составляет $2,20 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$. [4] Толщина наружных панелей в таких условиях составит 31,2 см. Такое конструктивное решение является экономически затратным.

С целью экономии древесины и улучшения теплозащитных свойств стеновых панелей, изготавливаемых по технологии МНМ, предлагается внести изменения в их конструктивное решение.

На рисунке 2 представлена конструкция с добавлением утеплителя, с сохранением перекрестной раскладки слоев. В качестве утеплителя используется плитный экструдированный пенополистирол, $\rho=30 \text{ кг/м}^3$. Сопротивление теплопередаче R_0^{TP} такой конструкции составляет $3,63 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$, толщина панели равна 26,4 см.

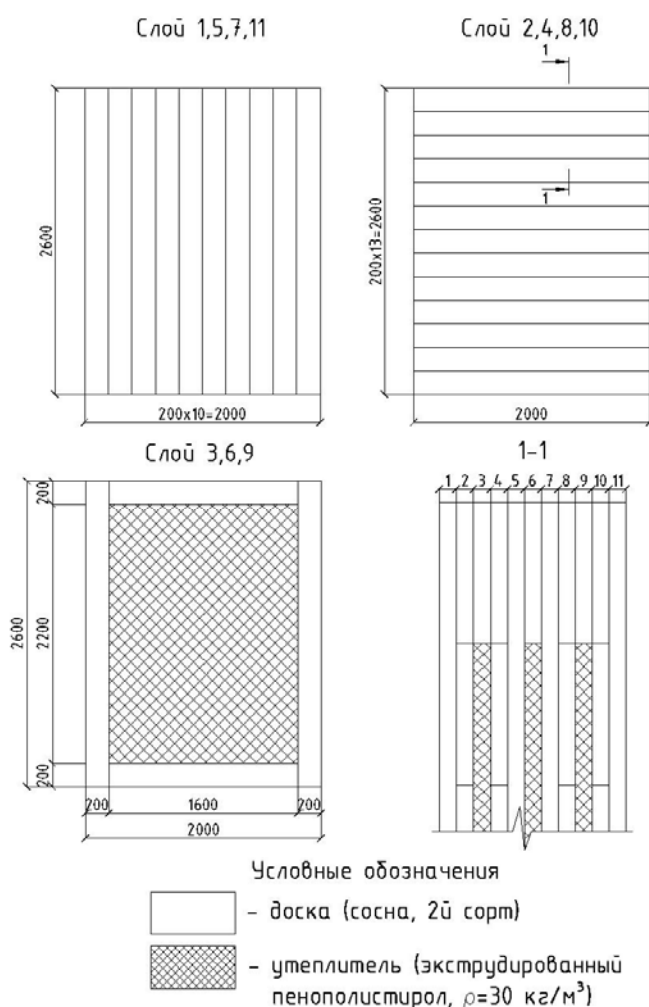


Рисунок 2. Раскладка досок по слоям стеновой панели

Библиографический список

1. 10 доводов в пользу МНМ [Электронный ресурс]. – Журнал «Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века». – 2013. – №10 (177). – С. 26-28. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21053076>.
2. Технология МНМ. Производство [Электронный ресурс]. – Сайт компании «Фронтон» – Режим доступа: <http://sk-fronton.ru/tehnologies/massive-holz-mauer/proizvodstvo/>.
3. Строительство деревянного дома по технологии Massiv-Holz-Mauer [Электронный ресурс]. – Сайт компании «Woodvil» – Режим доступа: <http://woodvil.ru/tehnologiya/>.
4. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [Электронный ресурс]. – М.: Минрегион России, 2012. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095525>.

Научный руководитель: Бай В.Ф., к.т.н., доцент

Инновации в конструкции опоры ЛЭП и технологии ее возведения

Лобастова Е.Ю.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

При производстве строительных работ на строительных площадках возводимых объектов возникают проблемы, связанные с необходимостью прокладки и переноса опор временных линий электропередач.

В настоящее время известны различные конструкции осветительных опор и вышек [1], [2], [3].

На территориях, удаленных от населенных пунктов и ЛЭП, могут быть установлены осветительные вышки с генератором, приводимым в действие от ДВС (двигатель внутреннего сгорания). В начальный период строительства такая технология для электроснабжения может быть применимой. Однако, она имеет ряд недостатков, к которым следует отнести: значительную высоту мачты, требующую надежного закрепления стабилизирующими опорами в грунт; завышенную мощность светильников, задача которых с большой высоты в периоды затемнения освещать сразу всю территорию строительной площадки, причем в любых климатических условиях, включая аномальную непогоду, ветер, пыльные бури, снегопад, дождь, туман, заморозки и другое. Также для обеспечения работы генератора потребуется большой объем топлива, например, бензин или ДТ, поэтому резко возрастут затраты по электрической энергии, как следствие, возрастет стоимость строительства в целом.

Кроме того, в ночной период времени указанные осветительные вышки будут освещать периметр строительной площадки неравномерно, что может способствовать хищению материалов, усложнению патрулирования охраной и затруднению выполнения работ, а при увеличении мощности будет происходить ослепление рабочих, что противоречит требованиям безопасности объекта в целом.

Известную опору, можно установить в центре отведенного под строительство земельного участка и осветить всю территорию, подлежащую застройке. Однако, установленная таким образом осветительная вышка мешает производству работ, так как сам возводимый объект на строительных генеральных планах и строительных площадках располагают ближе к центру. При этом проектировщики и строители должны обеспечить подвоз необходимых конструкций и материалов для строительства и движение транспорта по периметру от возводимого объекта, с возможностью создания установленных сводом правил площадок складирования и безопасных проездов.

В большинстве случаев в центре строительной площадки для большинства объектов строительства выполняют котлованы и другие работы нулевого цикла. В этом случае центральная опора на площадке возводимого объекта мешает производству работ:

- земляные работы;
- планировочные работы стройплощадки;
- устройство опалубок и ограждений;
- забивка свай и их доставка;
- устройство фундаментов, сборных и монолитных ростверков;
- устройство стен подвалов и подземных паркингов;
- выполнение работ по засыпке пазух и гидроизоляции;
- прокладке временных дорог и проходов и другие.

При подаче электроэнергии от действующей сети ЛЭП, по нашему мнению, целесообразным становится освещение с размещением осветительных опор по периметру в соответствии с разработанным строительным генеральным планом объекта.

Особенностью разработанной нами конструкции и технологии создания ЛЭП и освещения стройплощадки является применение новых не известных ранее материалов и конструкций, имеющих в регионах строительства, которые обеспечивают возможность быстрого переноса опор ЛЭП и установки их вновь без повреждения на новые места, в короткие сроки и многократно. Все это в целом создает ощутимый экономический эффект и ускорит возведение объекта.

Предложенные нами опоры ЛЭП располагаются по периметру строительной площадки в соответствии с разработанным строительным генеральным планом с внутренней стороны от ограждения. При этом каждые из двух оттяжек каждой из опор могут быть закреплены к монтажным пет-

лям железобетонных опорных стаканов ограждения, а третья к размещенной под углом 120 градусов к предыдущим (по патенту) к разработанному нами мобильному анкерному устройству специальной конструкции.

Высота стоек опор, установленных с обеих сторон дорог стройплощадки, обеспечивают необходимую высоту подвеса с учетом провиса проложенных кабельных линий для безопасного проезда автотранспортных средств с доставляемыми грузами. ЛЭП также освещают дороги и стройплощадку в темное время суток. Опоры по периметру при этом освещают территорию строительной площадки позволяя выполнять на ее территории все строительные работы, включая работы нулевого цикла.

Применение периферийного освещения с использованием предлагаемой опоры ЛЭП считаем наиболее перспективным и экономически целесообразным по отношению к известным конструкциям центрально мачтового освещения. При применении предложенного устройства и периметрической расстановке быстро трансформируемых опор ЛЭП для нужд освещения и электроснабжения, снижаются трудозатраты на их установку, расход электрической энергии, конструкционных материалов и горючего топлива, а также улучшаются условия труда строительных рабочих (за счет исключения ослепления мощными прожекторами и затененных участков) в местах производства работ.

Библиографический список

1. Проспект компании JCB, 2018 – С. 16-17.
2. Авторское свидетельство СССР №1638291, Кл. Е 04 Н 12/00, Е.Ф. Ушаков и др. Опора линии электропередач, 1991.
3. Лобастова, Е. Ю. Инновационная временная опора ЛЭП для строительных площадок / Е. Ю. Лобастова, Е. Ф. Ушаков // Инновационные материалы и технологии: Сборник статей по итогам Международной научно - практической конференции (Стерлитамак, 17 февраля 2018). – Стерлитамак: АМИ, 2018 – С. 41-43.

Научный руководитель: Ушаков Е.Ф.

Учет поэтапности строительства многоэтажных зданий при определении внутренних усилий в несущих конструкциях

Лотов А.А., Кукарский С.Н.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Для учета поэтапности строительства была выполнена расчетная модель в ПК Лира 10.6, позволяющая определить внутренние усилия конструкций как с учетом, так и без учета стадийности возведения здания. В процессе возведения конструктивная схема сооружения может многократно изменяться, соот-

ветственно и усилия, и перемещения могут изменяться, замораживаться и не учет данных условий может приводить к значительным ошибкам в расчетах.

Планировочным решением исследуемого объекта является 21-этажное каркасное здание в монолитном исполнении с габаритами основных осей в плане 25,75 м x 26,0 м.

Конструктивная схема здания — каркасная. Пространственная жесткость и устойчивость здания обеспечивается совместной работой монолитных диафрагм жесткости (стен лестнично-лифтового узла) с горизонтальными дисками жесткости монолитных перекрытий и колоннами здания, жестко сопряженными с фундаментами и перекрытиями.

В качестве примера представлены результаты расчета по фундаментной плите (монолитная железобетонная плита высотой 1000 мм) и колонне крайнего ряда сечением 800x400 мм.

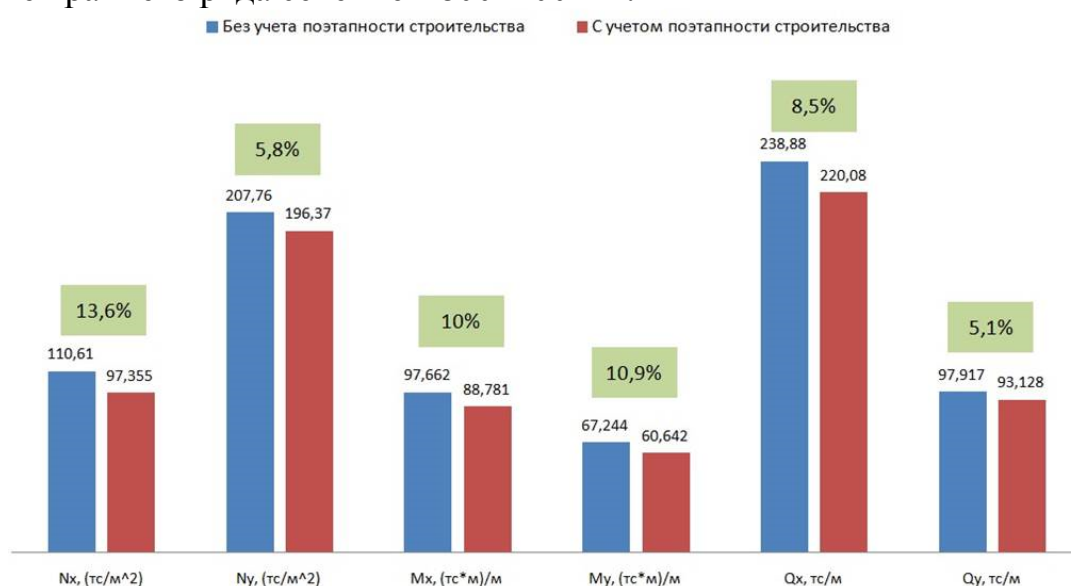


Рисунок 1. Сопоставление результатов расчета внутренних усилий по фундаментной плите

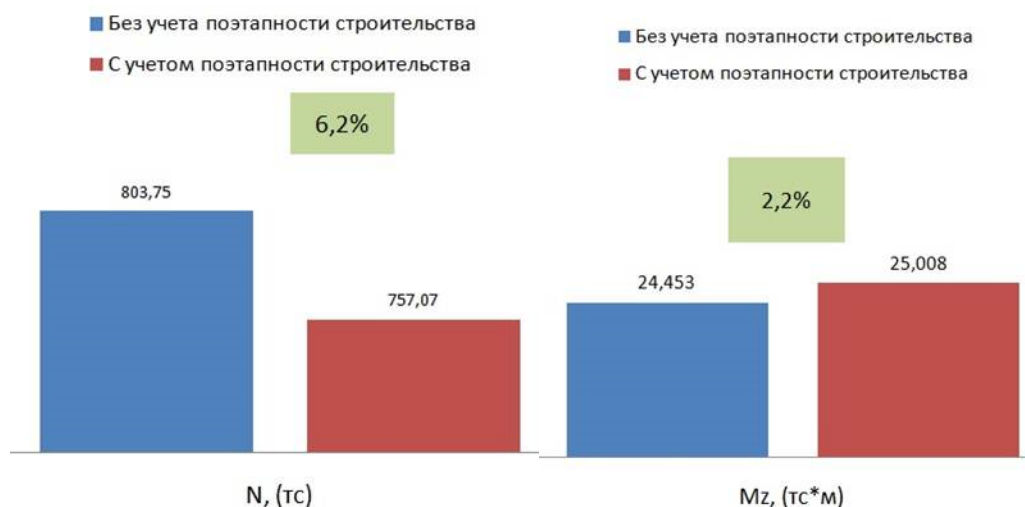


Рисунок 2. Сопоставление результатов расчета внутренних усилий по колонне крайнего ряда

На основании полученных в результате расчета данных с учетом и без учета поэтапности возведения здания, можно сделать следующие выводы:

– внутренние усилия в фундаментной плите ниже на 5,1-13,6%, нежели при традиционном моделировании, что напрямую влияет на расход арматуры, следовательно, данный подход позволяет снизить сметную стоимость объекта;

– в результате стадийного расчета, определения внутренних усилий в колонне крайнего ряда, зафиксировано изменение напряженного состояния (значение продольной силы N снизилось на 6,2%, а изгибающего момента M увеличилось на 2,2%). Получены дополнительные расчетные сочетания усилий, что позволяет нам принимать более надежные проектные решения при конструировании.

Библиографический список

1. Гильман, Г. Б. Расчет пространственных систем с изменяющейся в процессе нагружения расчетной схемой / Г. Б. Гильман, В. С. Борисенко // ЭВМ в исследованиях и проектировании объектов строительства. Вып III. – К.: КиевЗНИИЭП, 1973 – 27-37 с.

2. Городецкий, С. А. Компьютерные модели конструкций / С. А. Городецкий, И. Д. Евзеров – К.: Факт, 2007 – 394 с.

3. Завьялова, О. Б. Учет истории нагружения монолитных железобетонных плитно-стержневых систем при определении напряженно-деформированного состояния их элементов / О. Б. Завьялова // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – №7. – С. 58-61.

4. Кабанцев, О. В. Учет изменений расчетной схемы при анализе работы конструкции / О. В. Кабанцев, А. Г. Тамразян // Инженерно-строительный журнал. – 2014. – № 5. – С. 15-26.

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

Модернизация конструкции пакера для выполнения инъекционных работ

Маккавеев Д.В., Паронко А.А., Самохвалов М.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Пакер – это устройство, необходимое для адресной подачи инъецируемой жидкости (инъекционного раствора) на заданную глубину для выполнения работ по закреплению грунтового основания и усилению фундаментов. Актуальность данной разработки связана с повышением эффективности и технологичности выполнения инъекционных работ: цементация (микроцементация) грунтового основания, манжетной технологии за-

крепления грунтов, устройстве буринъекционных свай и грунтовых анкеров, устройстве противофильтрационных заграждений и геотехнических барьеров [1-4].

Инновационность заключается во внедрении модернизированной конструкции пакера, которая позволит повысить качество закрепления пылеватоглинистых грунтов, сэкономить объем раствора, сократить сроки выполнения работ, а также существенно расширить возможности современных инъекционных технологий.

Для повышения эффективности выполнения инъекционных работ направленных на усиление фундаментов и закрепления грунтового основания используют пакер (рисунок 1) [5-6].

Различают несколько видов строительных пакеров, которые используются в зависимости от поставленных задач, к ним относятся надувные («Geopro BIMBAR» Бельгия), механические («Volmak» Турция), гидравлично-механические («DESOI» Германия) конструкции пакеров [6].

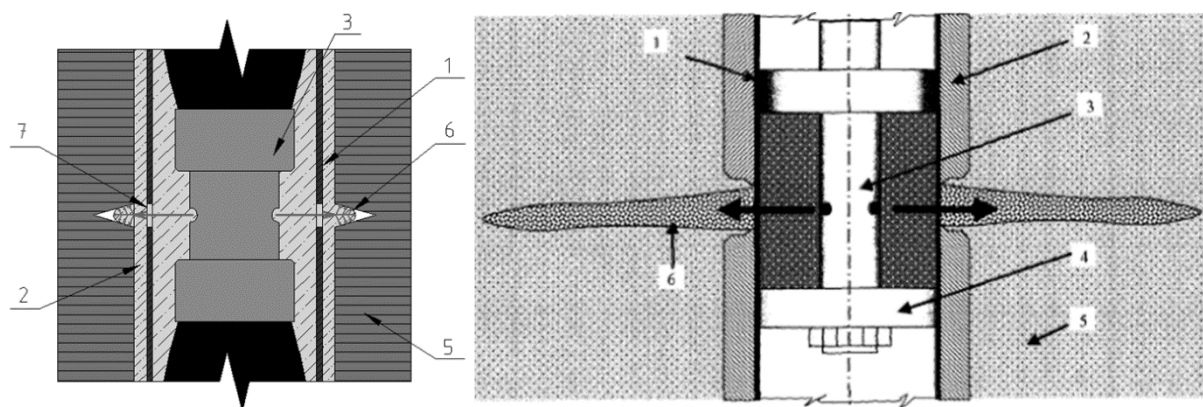


Рисунок 1. Схема работы пакера во время инъекции раствора

- 1 – скважина; 2 – цементный раствора; 3 – пакер; 4 – уплотнительные тампоны;
5 – закрепляемый грунтовой массив; 6 – армирование раствором грунтового массива,
7 – отверстие перфорации на трубе-инъекторе

Надувные пакера работают за счёт подачи рабочей среды (жидкости или газа) по отдельным трубкам в расширяющиеся резиновые элементы со стальными фитингами, соединенными с дополнительным насосным оборудованием. Механические работают за счёт создания осевой нагрузки посредством резьбовых соединений полых штанг, наращиваемых по глубине, имеющих резьбовые соединения, при вращении которых происходит распирание уплотнительного элемента, опирающегося на упорную втулку на конце пакера. Гидравлично-механические пакера работают по принципу механических и отличаются заменой жесткого уплотнительного элемента на герметичную резиновую мембрану с жидкостью внутри.

Главные недостатки аналогов заключаются: в обязательном применении дополнительного насосного оборудования (надувные) или создании

осевой нагрузки посредством резьбовых соединений полых штанг (механические) для работы пакера, наличия сложных в конструктивном плане деталей (гидравлико-механические), изготовление и ремонт которых можно выполнить только в заводских условиях.

Для устранения выявленных недостатков пакеров, а также повышения качества закрепления грунтов и технологичности его изготовления с возможностью быстрой замены основных элементов авторами была разработана новая конструкция пакера (рисунок 2) [7].

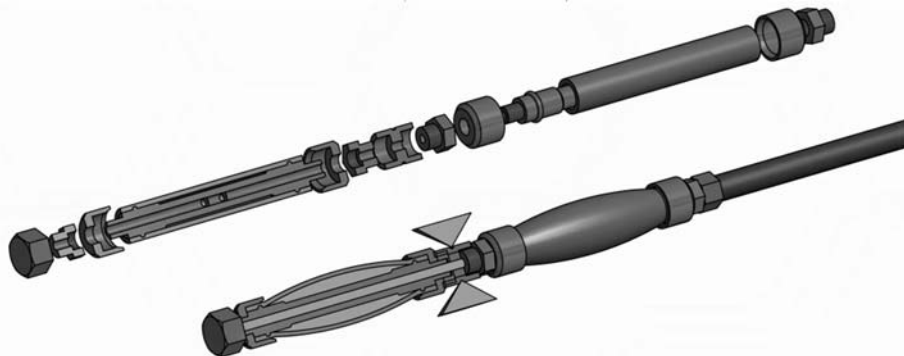


Рисунок 2. Конструкция и схема работы модернизированной конструкции пакера

Рабочий модуль пакера состоит из одной рабочей и двух торцевых полых секций, свободно наращиваемых по глубине за счёт центральных секций и резьбовых соединений. При поступлении раствора в пакер во время инъекции резиновые мембраны рабочих секций под давлением увеличиваются в размерах в результате локализации раствора под мембраной и герметично прилегают к внутренней поверхности стенки трубы-инъектора. При дальнейшем увеличении давления в пакере открывается клапан центральной секции, через который осуществляется выход раствора. После прекращения инъекции раствора в пакере уменьшается давление, центральный клапан закрывается, и рабочая резиновая мембрана возвращается в исходное положение, позволяя свободно перемещать пакер внутри трубы-инъектора.

Заключение.

В сравнении с имеющимися зарубежными аналогами новая конструкция пакера, позволит:

- снизить стоимость выполнения работ в 3-5 раз за счёт упрощения изготовления и сборки конструкции пакера с использованием комплектующих деталей отечественного производства;

- повысить качество закрепления пылевато-глинистых грунтов: увеличить радиус закрепления грунтового массива в 2-4 раза, его прочность на 3-5 МПа и модуля деформации в 1,5-2 раза за счёт армирования и уплотнения гидравлическими разрывами из инъекционного раствора, подаваемого на требуемую глубину с рабочим давлением до 6 МПа;

- улучшить технологичность благодаря изменению процесса включения пакера в работу без использования дополнительного насосного оборудования, полых штанг и специального сервисного обслуживания;
- сократить сроки выполнения работ в 2 раза за счёт уменьшения времени технологических операций, связанных с включением пакера в работу, смещением между горизонтами инъекции, а также замене поврежденных деталей в «полевых» условиях;
- существенно расширить возможности современных инъекционных технологий.

Библиографический список

1. Ермолаев, В. А. Упрочнение основания зданий и сооружений методом гидроразрыва с использованием манжетной технологии / Е. С. Вознесенская, В. А. Ермолаев, А. И. Осокин, С. В. Татаринцов // ОФМГ. – 2014. – №4 – с. 19-23;
2. Улицкий, В. М. Геотехническое сопровождение развития городов / В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин // Санкт-Петербург, 2010. – 560 с.
3. Ибрагимов, М. Н. Закрепление грунтов инъекцией цементных растворов. Монография. / М. Н. Ибрагимов, В. В. Семкин. – М.: Издательство АСВ, 2012.
4. Чумаченко, А. Н. Инженерные изыскания при контроле качества усиления оснований и фундаментов инъекционным методом в г. Москве / А. Н. Чумаченко, В. И. Глебов // Геотехника. – 2010. – № 6. – С. 50-54.
5. Петрухин, В. П. Новые способы геотехнического строительства: Научное издание / В. П. Петрухин, О. А. Шулятьев, О. А. Мозгачева. – М.: Издательство АСВ. – 2015. – 224 с.
6. Полищук, А. И., Оценка несущей способности инъекционных свай в слабых глинистых грунтах для фундаментов реконструируемых зданий / А. И. Полищук, А. А. Тарасов // ОФМГ. – 2017. – №1. – С.21-26.
7. Пат. 160942 Российская Федерация, МПК-2016.04 E 21 B 33/12. Пакер / Я. А. Пронозин, Ю. В. Зазуля, М. А. Самохвалов, Д. В. Рачков, М. Д. Кайгородов, Ф. А. Урусов; заявл. 11.12.2015, опубл. 10.04.2016 Бюл. №10.

Применение синтетических материалов при строительстве грунтовых насыпей на слабых основаниях

Мальшикина А.В., Замятин А.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Большая часть территории Западной Сибири представлена сложными грунтово-геологическими условиями, широким распространением заболоченных территорий и некондиционных грунтов (глинистых переувлажненных, мерзлых).

Освоение нефтяных месторождений на территории Тюменской области продолжается интенсивными темпами, вводятся в эксплуатацию новые месторождения. Для успешного развития, функционирования нефтепромыслов и снижения затрат на их обустройство возникает необходимость в применении современных материалов и технологий при строительстве насыпей автомобильных дорог и площадных объектов [1].

Для снижения стоимости строительства и трудозатрат возникает необходимость в применении местных некондиционных грунтов для возведения насыпей, однако обеспечить высокое качество возможно только с применением синтетических материалов [2].

Сегодня на рынке представлено огромное количество синтетических материалов применяемых для строительства земляного полотна на слабых основаниях отличающихся между собой эксплуатационными характеристиками и стоимостью.

Основное предназначение синтетических материалов заключается в укреплении грунтового основания и выполняет две важных функции:

- функция бокового закрепления (против потери устойчивости);
- распределительная функция (способность материала сокращаться и перераспределять давление).

Рассмотрим следующие виды синтетических материалов – георешетки, геотекстиля.

Они могут быть эффективно использованы для армирования как грунтовых дорог, так и для площадных объектов на слабых основаниях. При правильном подборе материала они могут выполнять как одну, так и несколько функций: армирование, дренаж и разделение. Назначение георешетки и геотекстиля представлены на рисунке 1.



Рисунок 1. Назначения синтетических материалов

К достоинствам данных материалов можно отнести следующее:

- уменьшение толщины насыпи;
- увеличение несущей способности слабого основания;
- уменьшение поперечных деформаций насыпи;

- увеличение срока службы дороги и площадки;
- снижение строительных и эксплуатационных затрат.

А также ускоряют консолидацию слабого основания в следствии чего увеличивают его прочность [3].

К недостаткам данных материалов относится:

- неустойчивость к непосредственному (прямому) действию ультрафиолетового излучения;
- дороговизна некоторых вариантов материала;
- не предотвращает капиллярный подъем воды из грунта;
- не способность «повторить» все неровности основания [3].

Далее рассмотрим такой материал как геосетка. Геосетка – это материал, состоящий из провязанных между собой нитей повышенной прочности, пропитанных связующей.

Геосетки при строительстве дорог и площадок на слабых основаниях могут быть эффективно использованы для:

- уменьшение деформаций слабого основания;
- предотвращение разрушения насыпи и слабого грунтового основания;
- предотвращение сдвига вдоль поверхности геосетки.

Области применения геосеток представлены на рисунке 2.



Рисунок 2. Области применения геосеток

Полотна геосетки изготавливаются из материалов, устойчивых к гниению, окислению, негативному влиянию погодных факторов. Их использование позволяет сократить расход сыпучих материалов, повысить качество выполнения работ с снижением строительных затрат.

По сколько геосетки классифицируются по материалу изготовления, то недостатки будут так же зависеть от материала:

- невозможность пропитки стекловолокна битумом - аналогичные проблемы у сеток из базальта и металлических сеток;
- плохое сцепление стеклосеток;
- отсутствует сопротивление агрессивным средам и воде;
- потеря прочности стекловолокна (базальтовых сеток) при укладке и уплотнении вышележащего слоя из грунта;
- недостаточное сопротивление сдвиговым нагрузкам, что ведет к истиранию материала;
- стекловолокно является очень хрупким материалом для этого необходимо создавать дополнительный выравнивающий слой, что приводит к дополнительным затратам [3].

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что синтетические материалы получили широкое применение в строительстве. Однако при выборе материала необходимо предварительно изучить свойства полимера, из которого был изготовлен данный материал, а так провести лабораторные исследования, анализ нагрузок и экономичность использования того или иного синтетического материала.

Биографический список

1. Санников, С. П. Анализ причин разрушения автомобильных дорог на заболоченных территориях Тюменской области (на примере Уватского района) [Текст] / С. П. Санников, С. А. Куюков, Д. В. Маслов // Научно-технический вестник Поволжья. Физико-математические науки, Химические науки, Технические науки – 2014 – №1. – С.146-149.
2. ОДМ 218.5.003-2010 Рекомендации по применению геосинтетических материалов при строительстве и ремонте автомобильных дорог. – М.: ФГУП "Информавтодор", 2010. – 140 с.
3. Группа компаний Меапласт: Геосинтетические материалы [Электронный ресурс]. URL: <http://meaplast.ru> (дата обращения 02.04.2018)

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

Усиленная армогрунтовая обойма, как конструктивный слой земляного полотна на болотах

Маслов Д.В., Замятин Е.В., Кубасов Д.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Недостаточная несущая способность, высокая сжимаемость и другие особенности слабых торфяных грунтов создают существенные технические трудности и требуют крупных материальных затрат при строительстве автодорог.

Минимальные затраты на строительство и эксплуатацию дороги на таких грунтах с сохранением прочности и устойчивости дорожных конструкций могут быть достигнуты путем усовершенствования традиционных конструкций и правильного выбора технологии работ.

Действующие методы расчета позволяют осуществить возведение земляного полотна практически на грунте любой прочности, добиваясь устойчивости и стабильности конструкций путем регулирования величины насыпного слоя, что в свою очередь приводит к удорожанию строительства.

Наиболее экономичное решение перехода через болота заключается в возведении земляного полотна на поверхности слабого слоя без проведения каких-либо мероприятий по улучшению его свойств.

При использовании в основании земляного полотна слабого слоя в естественном состоянии главная задача заключается в обеспечении минимальной нагрузки на основание. Действующие требования прочностных расчетов ограничивают возможность облегчения конструкции за счет уменьшения ее толщины, это заставляет изыскивать новые решения.

В исследованиях Казарновского В.Д., Евгеньева И.Е.[1] предлагается для обеспечения минимальной нагрузки на основания строить усиленные тонкие насыпи.

С целью усиления насыпей на переходах через болота используют лежневые настилы. Эффективность применения настила в основании массивной насыпи доказана практикой строительства и эксплуатации автомобильных дорог и обусловлена тем, что осадка насыпи с настилом составляет 2/3 от расчетной осадки обычных грунтовых насыпей. Ввиду высокой жесткости по сравнению с грунтовым слоем лежневой настил снижает величину упругих деформаций дорожной конструкции под транспортной нагрузкой, но при частом отсутствии древесных материалов, высокой стоимости и нерационального расходования дерева лежневые настилы становятся малоперспективными конструкциями.

Принцип включения в состав конструкции насыпи на слабом основании жесткого элемента (армогрунтовая насыпь) был разработан Г. Видальем в 60-х годах XX в.. Видаль описал механизм снижения в армогрунтовой конструкции нормальной составляющей скорости деформации грунта вследствие «псевдосцепления» частиц грунта с арматурой.

Вопросами исследований сооружений из армированного грунта занимались многие отечественные ученые В.Д. Казарновский, И.Е. Евгеньев [1], В.Ф. Бабков [2,3], М.Н. Гольдштейн [4], Н.А.Цытович [5],

Повышение жесткости дорожной конструкции в целом с армогрунтовым земляным полотном дает возможность уменьшить толщину насыпи в 1,5-2,0 раза что снижает и нагрузку на основание.

С целью создания конструкции насыпи, приспособленной к местным условиям строительства и отраслевым особенностям эксплуатации, и выявления эффекта в виде уменьшения деформации насыпей и осадки прове-

дены экспериментальные исследования в лаборатории (рисунок 1,2). Методика испытания приведена в работах [6,7,8].



Рисунок 1. Насыпь без армогрунтовой обоймы

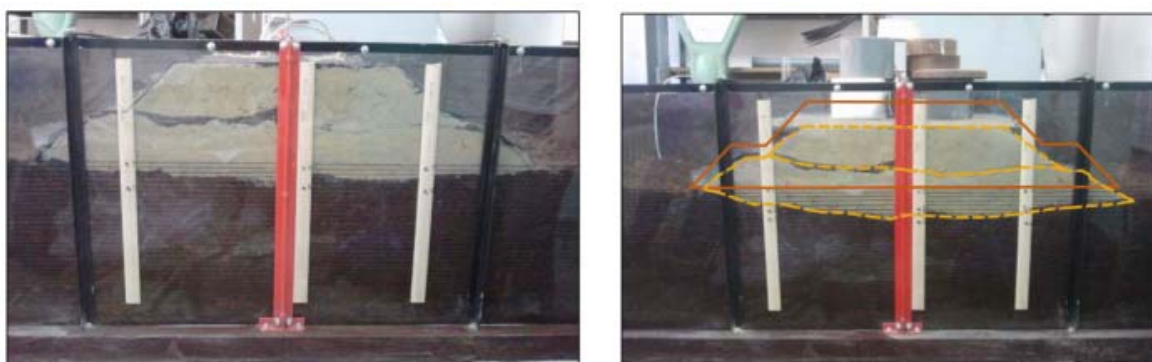


Рисунок 2. Насыпь с армогрунтовой обоймой

Результаты мониторинга осадки приведены на рисунке 3.

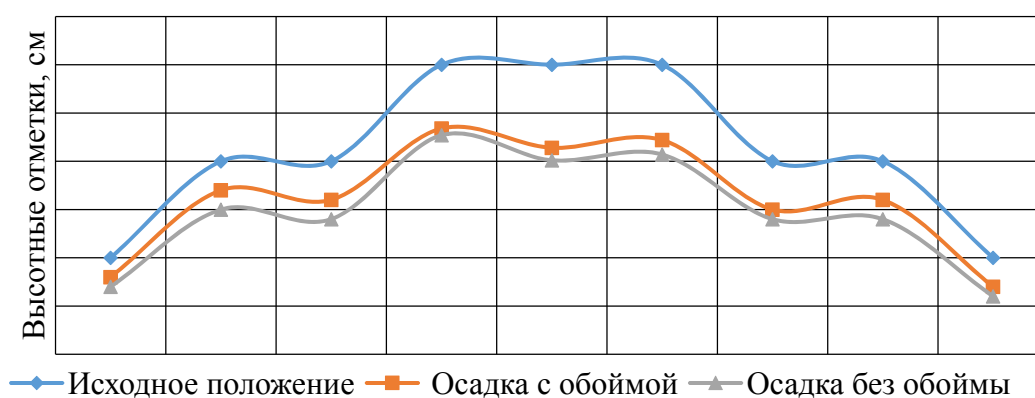


Рисунок 3. Результаты мониторинга осадки

Лабораторные исследования позволили установить эффективность конструкций земляного полотна с жестким элементом в виде армогрунто-

вого конструктивного слоя в сравнении с типовыми конструкциями без усиления.

По качественным показателям наибольшую эффективность показала конструкция, имеющая опорную обойму, с разницей в осадке 15%, и очевидной равномерностью слоя на границе контакта слабого основания и обоймы.

Библиографический список

1. Казарновский, В. Д. Земляное полотно автомобильных дорог на слабых грунтах / В. Д. Казарновский, И. Е. Евгеньев – М.: Транспорт, 1976. – 271 с.
2. Бабков, В. Ф. Автомобильные дороги / В. Ф. Бабков [и др.]. – М.: Автотрансиздат, 1953. – 648 с.
3. Бабков, В. Ф. Основы грунтоведения и механики грунтов / В. Ф. Бабков, В. М. Безрук. – М.: Высш. шк., 1986. – 239 с.
4. Гольдштейн, М. Н. Механические свойства грунтов / М. Н. Гольдштейн. – М.: Стройиздат, 1971. – с. 367.
5. Цытович, Н. А. Механика грунтов (краткий курс): учебник для вузов / Н. А. Цытович. – 3-е изд., доп. – М.: Высш. шк., 1979. – 272 с.
6. Маслов, Н. Н. Прикладная механика грунтов. – М., Машстройиздат, 1949. – 328 с.
7. Шуваев, А. Н. Макетные испытания грунтовых насыпей / А. Н. Шуваев, Д. В. Маслов // Строительный вестник Тюменской области – 2012. – Вып. 3 (61). – С. 87-88.
8. Шуваев, А. Н. Модельные испытания грунтовых насыпей на слабом основании / А. Н. Шуваев, Д. В. Маслов // Сборник материалов XII Научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и соискателей ТюмГАСУ. – РИО ТюмГАСУ, 2013. – С. 41-45.

Научный руководитель: Куюков С.А., доцент, кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильных дорог и аэродромов.

Применение комплексных вяжущих при стабилизации торфа

Москалёв В.А., Замятин А.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Широкое распространение торфа в Тюменской области, усложняет развитие нефтяной и газовой промышленности, из-за сложности строительства автомобильных дорог. В настоящее время применяется множество конструкций, основные из которых: полная замена слабого грунта на

более прочный («выторфовка») и земляное полотно, устраиваемое непосредственно на торфяном основании («плавающая» насыпь»). Новым способом устройства земляного полотна является использование стабилизированного грунта минеральными вяжущими в теле насыпи. В связи с широким распространением торфа, отличается и влажность грунтов на различных участках территории Тюменской области, что может повлиять на возможность применения способа.

Для выбора наиболее эффективного вяжущего, применяемого при стабилизации торфяных грунтов, необходимо провести лабораторные исследования влияния типов комплексных вяжущих, а также влажности торфяных грунтов на прочностные характеристики.

Для проведения лабораторных испытаний был отобран торф влажностью 400%, 600%, 800%, 1200%. В качестве стабилизаторов были приняты следующие типы вяжущих:

1. Портландцемент марки 400;
2. Комплексное вяжущее в виде портландцемента с добавлением негашеной извести в соотношении 1:1;
3. Комплексное вяжущее в виде портландцемента с добавлением негашеной извести в соотношении 1:2;
4. Гипс марки Г-3;
5. Комплексное вяжущее в виде гипса марки Г-3 с добавлением негашеной извести в соотношении 1:1;
6. Комплексное вяжущее в виде гипса марки Г-3 с добавлением негашеной извести в соотношении 1:2.

Кроме того, при использовании комплексных вяжущих проводились лабораторные испытания с добавлением минерального грунта в виде песка мелкого с дозировками 100, 200 килограмм на 1 метр кубический торфа. Дозировки вяжущих составляли 300, 400 и 500 килограмм на 1 метр кубический торфа.

В результате испытаний образцы стабилизированного грунта с комплексным вяжущим состоящим из гипса с дозировкой вяжущего 300 килограмм на 1 метр кубический торфа; гипса с добавлением негашеной извести в соотношении 1:1 с дозировкой вяжущего 300 килограмм на 1 метр кубический торфа; цемента с дозировкой вяжущего 300 килограмм на 1 метр кубический торфа; цемента с добавлением негашеной извести в соотношении 1:1, с добавлением песка мелкого с дозировкой 200 килограмм на 1 метр кубический торфа, разрушились так и не набрав прочность, на основании чего можно сделать вывод что данные комплексные вяжущие с такой дозировкой непригодны для стабилизации.

Результаты испытаний на прочность стабилизированного торфяного грунта представлены на рисунке 1.

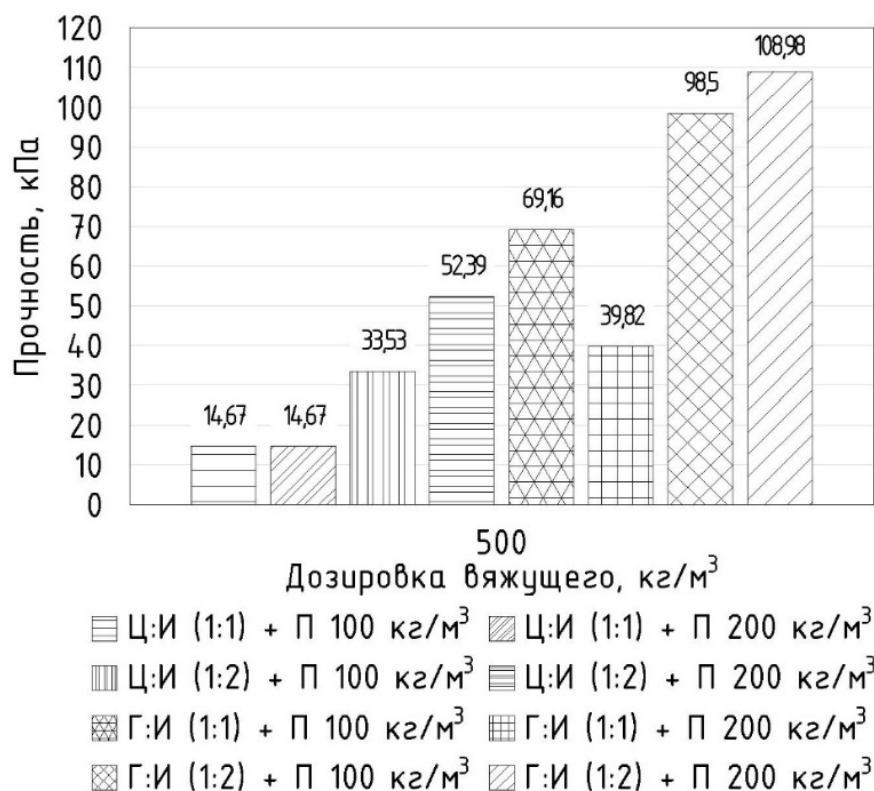


Рисунок 2. Результаты испытания образцов стабилизированного торфа

По результатам проведенных лабораторных испытаний можно сделать следующие выводы:

- торфяной грунт Тюменской области пригоден к стабилизации минеральными вяжущими;
- стабилизация торфяного грунта с влажностью более 800% не представляется возможной, так как стабилизированный грунт не набирает необходимой прочности;
- комплексное вяжущее с добавлением гипса быстрее набирает прочность по сравнению с комплексным вяжущим с добавлением цемента, однако применение гипса повышает сметную стоимость строительства земляного полотна на 48%;
- гипс и цемент с добавлением гашеной извести в торф работает гораздо эффективнее, чем гипс и цемент с добавлением в торф в чистом виде;
- с повышением дозировки комплексного вяжущего растет прочность стабилизированного грунта;
- наибольшей прочностью обладает торфяной грунт, стабилизированный минеральным комплексным вяжущим: гипс с добавлением негашеной извести в соотношении 1:2 при дозировке 500 килограмм на 1 метр кубический торфа и песка мелкого с дозировкой 200 килограмм на 1 метр кубический торфа.

Библиографический список

1 СТО СРО 083-029EN-2011. Разработка и реализация методов стабилизации слабых грунтов органического происхождения. Часть 2. Руководство по проектно-конструкторским работам: Стабилизация слабых грунтов [Текст]. – Введ. 2011-05-31. – Екатеринбург: НП СРО «Союз стройиндустрии Свердловской области», 2011. – 98 с.

2 ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам [Текст]. – Взамен ГОСТ 10180-90. Введ. 2013-07-01. – М.: ФГУП «НИЦ «Строительство», 2013. – 35 с.

3 Boobathiraja, S. Study on Strength of Peat Soil Stabilised with Cement and Other Pozzolanic Materials / S. Boobathiraja, P. Balamurugan, M. Dhansheer and Anuj Adhikari // International Journal of Civil Engineering Research. – 2014. – №4. – С. 431-438.

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

Расчетные воздействия на высотные здания

Московец О.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Конструктивной особенностью высотных зданий является то, что они состоят из элементов, преимущественно расположенных вертикально, способных воспринимать боковые нагрузки; они прочно закреплены в грунте, могут фокусировать нагрузки с полезной площади, расположенной на большой высоте над землей и передавать усилия на фундамент. Из-за вертикальной направленности и вследствие этого многократно увеличенной восприимчивости к горизонтальным нагрузкам придание боковой жесткости является существенной составной частью проекта вертикальной несущей системы [1].

Несущие системы активные по высоте являются структурами контроля высотных нагрузок, другими словами их восприятия, переориентирования и передачи на землю.

Вертикальные нагрузки, которые необходимо учитывать: нагрузки от собственного веса конструкций и грунтов, от людей и оборудования, от аварийно-спасательной кабины пожарного вертолета, снеговые нагрузки. Горизонтальные нагрузки, вызванные высотой конструкции: ветровые и вибрационные нагрузки [2].

Горизонтальные нагрузки возникают в каждом строительном сооружении, и чем оно выше, тем больше влияние структуры несущей конструкции на форму сооружения.

Для большей наглядности, а также для упрощения статического анализа иногда целесообразно разделить конструктивную систему на подсистемы в зависимости от способа восприятия нагрузки (рис. 1) [1]:

- системы горизонтального фокусирования нагрузки в уровне этажа – концентрация нагрузки;
- система вертикальной передачи нагрузок с этажей – «заземление» нагрузки;
- система бокового повышения жесткости от горизонтальных нагрузок – стабилизация.

Максимальная интеграция трех систем необходима при проектировании несущих конструктивных систем активных по высоте.

Решающими для проектирования вертикальной несущей системы нагрузками являются собственный вес, динамическая и ветровая нагрузки. Вместе они образуют силу, которая передается на фундамент. При воздействии данной силы возникают следующие усилия: силы сжатия, опрокидывающий момент, изгибающий момент, поперечные силы (рис. 2).

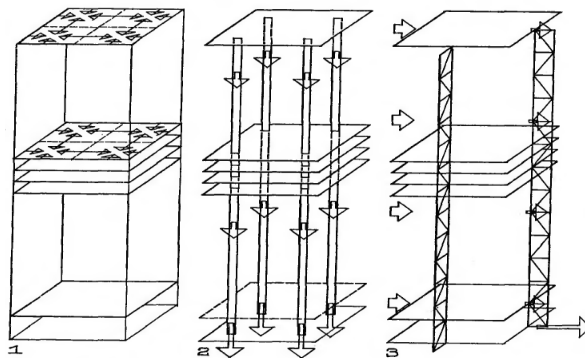


Рисунок 1. Комплекс систем высотных зданий, учитывающие виды воздействий

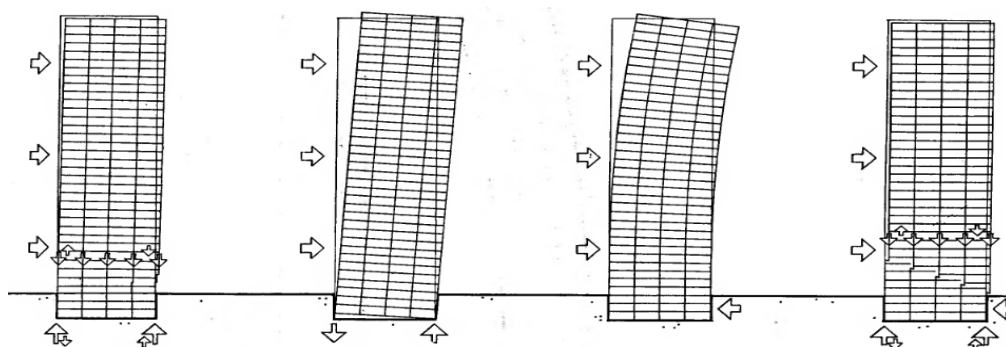


Рисунок 2. Усилия, действующие на высотные здания

Горизонтальные силы, вызванные ветром или землетрясениями, создают различные комплексные движения и деформации в строительных сооружениях с повышенной высотой: изгиб, сдвиг, опрокидывание, наклон, преломление, кручение, колебание.

По воздействиям на высотные здания выделяются три основные группы требований: обеспечение динамической устойчивости, стойкость к прогрессирующему обрушению и устойчивость основания.

Для обеспечения динамической устойчивости в высотных строениях можно использовать, например, динамические гасители колебаний или демпфер. Колебания здания передаются на тело в форме встречных колебаний, что создает контррезонанс (антирезонанс). Благодаря этому собственные колебания здания уменьшаются или полностью компенсируются.

Прогрессирующее обрушение в высотных зданиях может возникнуть в результате воздействия пожара, при столкновении с ними летящих объектов и при аварийных отказах строительных конструкций [3]. Для определения устойчивости здания при прогрессирующих обрушениях рекомендуется рассматривать наиболее опасные расчетные схемы разрушения. Расчетная модель высотного здания должна учитывать возможность разрушения отдельных вертикальных конструктивных элементов. Характер работы элементов и конструктивную схему изменяет разрушение одного или нескольких элементов, контактирующих с местом разрушения.

Основными проблемами устойчивости оснований высотных зданий являются зоны переуплотнения грунтов, динамического разупрочнения и пластических деформаций. Переуплотнение грунта осуществляется при своем естественном формировании под действием нагрузок - эффективных природных давлений, превосходящих действующее в настоящее время давление. Динамическое разупрочнение грунтов закономерно возрастает по мере увеличения амплитуды и ускорения колебаний в связи с повышением энергии вибровоздействия, которое вызывает разрушение все более прочных связей. Пластические деформации разрушают скелет грунта, нарушая связи и перемещая частицы относительно друг друга.

Таким образом, защита строительных сооружений от выше перечисленных воздействий является одной из главных задач проектирования несущих конструкций высотных зданий и может даже являться причиной выбора самой строительной формы высотного здания.

Библиографический список

1. Энгель, Х. Несущие системы / Хайно Энгель; пер. с нем. Л.А. Андреевой. – М.: АСТ: Астрель, 2007. – 344 с.:ил.
2. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. – Москва, 2017. – 145 с.
3. Ройтман, В. М. Прогрессирующее обрушение высотных зданий: инженерные аспекты событий 11 сентября 2001 года / В. М. Ройтман // Предотвращение аварий зданий и сооружений. – Дата публикации 21.09.2009. [Электронный ресурс]: Условия доступа: <http://www.pamag.ru/pressa/riska-obrush> (дата обращения 17.12.2017).

Научный руководитель: Корсун Н.Д., канд. техн. наук

Геотехнические соревнования GeoPractice

Моторин В.Г., Мельников Р.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В основе геотехнических соревнований GeoPractice лежит проектирование, выполнение и испытание до разрушения армированной холстом гибкой подпорной стенки (далее - ГПС) [1]. Соревнования проводятся в соответствии с разработанным регламентом по проведению геотехнических соревнований GeoPractice совместно с кафедрой "Геотехника". Соревнования проводятся в специальной игровой форме (далее - форма), имеющей геометрическую форму прямоугольного параллелепипеда, общий вид которой показан на рисунке 1. Форма состоит из дна и четырех вертикальных стенок, одна из которых является съемной. В форме, до удаления съемной стенки, выполняется ГПС, армированная холстом, которая удерживает в вертикальном положении массив грунта. После выполнения ГПС производится снятие съемной стенки формы, таким образом ГПС вступает в работу. После чего производится силовое воздействие до разрушения массива грунта или до превышения предельного горизонтального перемещения ГПС [2]. Размеры формы и ГПС приведены в регламенте проведения геотехнических соревнований GeoPractice.

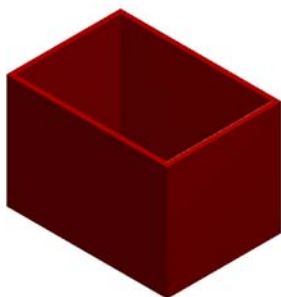


Рисунок 1. Игровая форма в сборе

Новизной предлагаемого проекта является его групповая основа, где группа участников должна пройти через ряд этапов, в котором при успешном прохождении поставленных задач, команда переходит в следующий этап. Что в конечном итоге приводит команду к главной цели - победе в соревнованиях.

Для участия в предлагаемом геотехническом соревновании потребуются только знания участников, полученные ими на протяжении всей своей жизни. При этом данные соревнования позволяют мобилизовать эти знания и применить их. Все исходные данные, регламент проведения соревнований, игровую форму и весь необходимый инструмент команде предоставляется организаторами проведения соревнований.

Соревнования состоят из трех обязательных этапов: "Приглашение и знакомство", "Проектирование", "Испытания" и одним не обязательным - "Корректировка" с общей продолжительностью не менее 1,5 месяцев.

В первом этапе "Приглашение и Знакомство" формируются соревнующиеся команды (команда должна состоять не менее 3 и не более 6 человек), производится знакомство с регламентом, с последующим получением исходных данных и назначается оргкомитетом уровень и траектория соревнований.

Затем, команды приступают к этапу "Проектирование", где осуществляется вариантное проектирование в зависимости от уровня и траектории соревнований, обеспечивающие наивысший уровень надежности. А так же утверждается командой чертежи и схемы расположения армирующих холстов. Команды самостоятельно занимаются разработкой проектных решений, их расчетом и анализом, с использованием как доступной литературы, так и доступного программного обеспечения.

До начала заключительного этапа, оргкомитетом может быть назначен дополнительный этап - "Корректировка", в котором проводится тестовая реализации проекта и его испытание, согласно назначенному уровню и траектории, с выявлением правильности армирования ГПС, особенностей производства работ и технологических операций. Выполняется корректировка проектных решений с учетом выявленных особенностей и ошибок в процессе проведения тестовых испытаний. И в конечном итоге командой утверждается окончательное проектное решение.

И финальным этапом является - "Испытание", то есть само проведение соревнований в котором команда должна реализовать свой проект за назначенное время, и в присутствии судей провести свое испытание согласно уровню и траектории соревнования. "Испытание" проводится среди всех команд, успешно прошедших предыдущие этапы. Заключительный этап проводится среди членов оргкомитета, судей, ведущего и приглашенной зрелищной аудитории.

Победителем считается команда, набравшая наибольшее количество баллов согласно уровня и траектории соревнования. Баллы набираются только на третьем обязательном этапе соревнований - "Испытании": на подготовительной части и на каждой стадиях согласно уровню и траектории проводимого соревнования. По решению оргкомитета командам могут назначаться дополнительные баллы, а также и начисляться штрафные баллы в зависимости от вида нарушения.

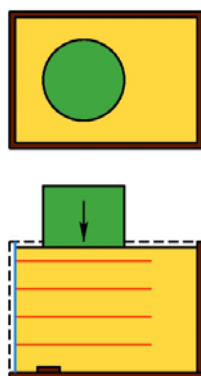


Рисунок. 2. Уровень "Базовый"

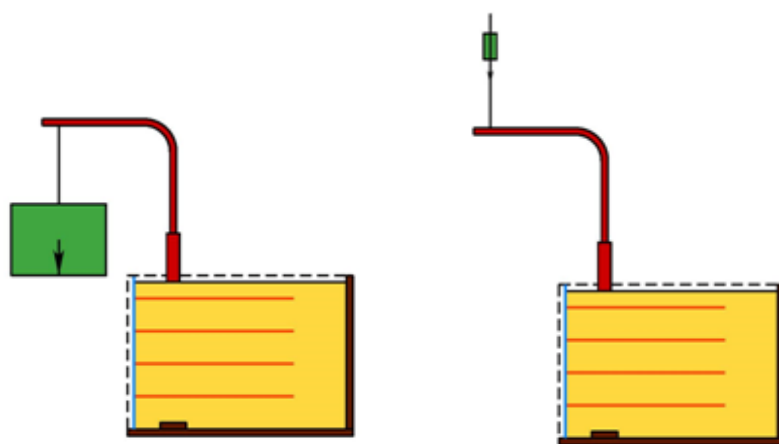


Рисунок. 3. Уровень "Продвинутый" Рисунок.4. Уровень "Эксперт"

Соревнования подразделяются на 3 уровня сложности: "Базовый", "Продвинутый" и "Эксперт", возрастающих по сложности, соответственно (схемы уровней показаны на рисунках 2; 3; 4). Где каждый уровень состоит из двух вариантов его реализации: возрастающей нагрузки или определенного значения нагрузки. Траектория представляет собой последовательность различных вариантов уровней, которую необходимо пройти команде для достижения победы в соревнованиях. Траектория проведения соревнований может быть различной и объявляется оргкомитетом перед началом соревнований.

Библиографический список

1. Методы подготовки и устройства искусственных оснований: учебное пособие / Р. А. Мангушев [и др.]. – М.,СПб.: Изд-во АСВ, 2012. – 266 с.
2. Экспериментальные исследования армированных оснований : монография / В. М. Антонов. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. – 80 с.

Научный руководитель: Мельников Р.В., канд.техн.наук, зав. кафедры "Геотехника"

Определение параметров модели Soft Soil Creep по результатам лабораторных испытаний

Набокина Ю.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Основным достоинством методов численного моделирования является возможность расчета системы «основание-фундамент» с учетом природного напряженного состояния и изменения физических и механических

свойств грунта в процессе строительства и эксплуатации сооружений [1]. Эффективность численного метода при расчетах глинистых грунтов связана с тем, что существующие аналитические методы расчета не позволяют с достаточной точностью определять осадки оснований из-за сложного процесса описания деформации слабого текучего глинистого грунта.

Программные комплексы (Plaxis, ANSYS, Midas, FEM models и др.) включают в себя сложные модели, которые позволяют наиболее точно описывать реальное поведение грунта. [2,3]. Существует достаточное количество грунтовых моделей, используемых в расчетах: модель *Mohr-Coulomb*, *Hardening Soil*, *Soft Soil* и др. Модель *Soft Soil Creep* (SSC) применяется для моделирования реологических процессов в грунтах, таких как ползучесть и релаксация напряжений, и наиболее точно описывает поведение слабого текучего грунта.

Параметры модели представлены в таблице 1.

Таблица 1

Механические параметры модели *Soft Soil Creep*

| Параметр | Название | Ед. изм. |
|-------------|--|-------------------|
| λ^* | модифицированный коэффициент сжимаемости | - |
| κ^* | модифицированный коэффициент набухания | - |
| μ^* | модифицированный коэффициент ползучести | - |
| c | эффективное сцепление из трехосных испытаний | кН/м ² |
| φ | эффективный угол внутреннего трения из трехосных испытаний | град |
| ψ | эффективный угол дилатансии из трехосных испытаний, обычно $\psi = \varphi - 30^\circ$ | |

Параметры модели определяются посредством специальной обработки результатов компрессионных испытаний грунта.

Модифицированный коэффициент сжимаемости (λ^*) и модифицированный коэффициент набухания (κ^*) характеризуют сжимаемость грунтов на фазе фильтрационной консолидации.

Модифицированный коэффициент ползучести (μ^*) отражает процесс деформирования грунтов во времени под действием постоянной нагрузки.

Коэффициенты λ^* и κ^* определяются по графику зависимости относительной деформации (ϵ) от десятичного логарифма давления ($\log P$) и являются тангенсами углов наклона прямолинейных участков нагрузки и разгрузки соответственно. Коэффициент μ^* определяется как тангенс угла наклона аппроксимирующей прямой вторичной консолидации по графику зависимости относительной деформации (ϵ) от натурального логарифма времени ($\ln t$) (рисунок 1).

Параметры модели *Soft Soil Creep* определялись для глины текучей. Осредненные значения физических характеристик образцов составили: $\gamma =$

20,1 кН/м³; $w = 34\%$; $\gamma_s = 26,5$ кН/м³; $\gamma_d = 14,6$ кН/м³; $e_0 = 0,81$; $n = 0,45$; $w_p = 15,2\%$; $w_L = 33,6 \%$; $I_p = 18,4 \%$; $I_L = 1,02$ д. е.

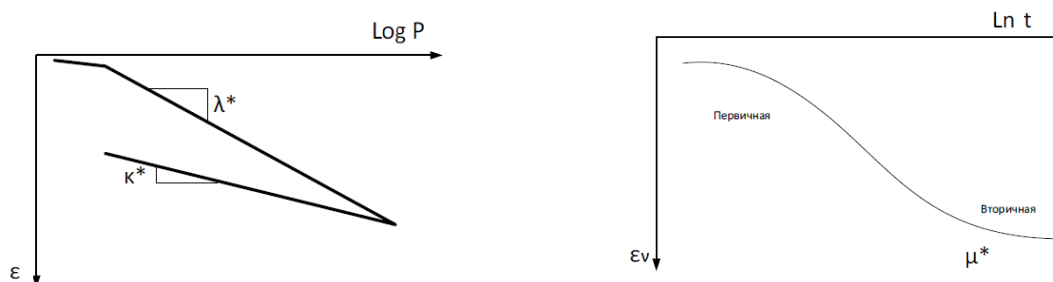


Рисунок 1. Определение основных параметров модели

В ходе работы была проведена серия лабораторных испытаний в приборах компрессионного сжатия в статическом режиме нагружения с двумя циклами нагрузки-разгрузки, а также проводились испытания в приборе трехосного сжатия в кинематическом режиме при консолидированно-дренированной схеме.

В соответствии с ГОСТ [4] определены коэффициент сжимаемости $m_0 = 1,2$ Мпа⁻¹, одометрический модуль деформации $E_{oed} = 1,5$ Мпа (в интервале давлений 0,04-0,16 Мпа), модуль деформации по данным компрессионных испытаний $E_k = 3,5$ Мпа (в интервале давлений 0,04-0,16 Мпа) и эффективные параметры прочности $c' = 37$ кПа, $\varphi' = 12^\circ$.

Значения основных параметров модели составили: $\lambda^* = 0,053$, $\kappa^* = 0,003$, $\mu^* = 0,0098$.

В данной работе проводилась численная имитация лабораторных испытаний в ПК *Plaxis* (модуль *SoilTest*). Характер деформирования модели грунт оценивался по графику зависимости относительной продольной деформации от действующего нормального напряжения $\varepsilon = f(\sigma)$. Допустимый уровень погрешности был принят 10% (рисунок 2). Значения параметров модели после калибровки составили: $\lambda^* = 0,1075$, $\kappa^* = 0,00855$, $\mu^* = 0,0489$.

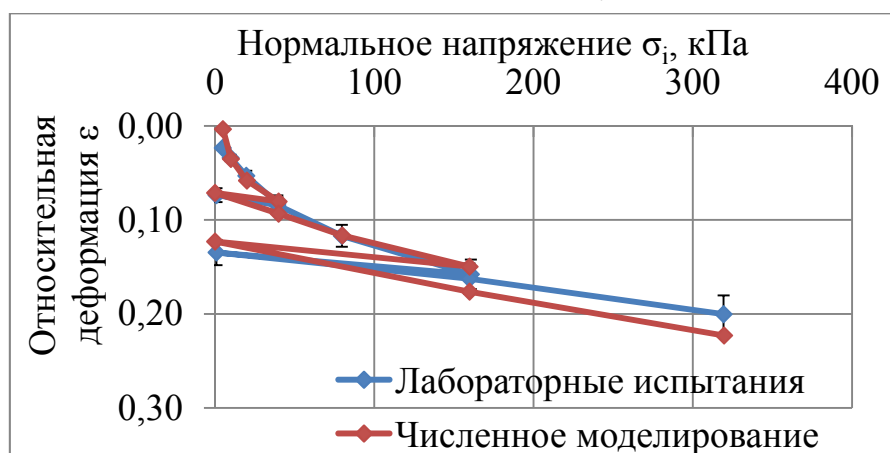


Рисунок 2. Результаты имитации компрессионных испытаний с параметрами модели *Soft Soil Creep*, определенными экспериментально

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1) Для правильного определения конечных осадок оснований при использовании численных методов необходимо должным образом моделировать поведение грунтов основания. Наиболее точно описывает поведение слабого глинистого грунта модель *Soft Soil Creep*, которая учитывает реологические свойства грунта.

2) Параметры модели определяются путем специальной обработки результатов компрессионных и испытаний.

3) Для обеспечения адекватности работы модели необходимо проводить имитацию лабораторных испытаний с целью определения наиболее достоверных значений параметров.

Библиографический список

1. Кудрявцев, С. А. Использование метода конечных элементов в решении задач геотехники: учебное пособие / С. А. Кудрявцев, В. Н. Парамонов, И. И. Сахаров, А. Г. Шашкин. – Хабаровск: ДВГУПС, 2014. – 162 с.

2. Строкова, Л. А. Определение параметров для численного моделирования поведения грунтов / Л. А. Строкова // Известия Томского политехнического университета. – 2008 – Т. 313. №1. – С. 69-74.

3. Тер-Мартиросян, А. З. Особенности определения параметров современных моделей грунта в ходе лабораторных испытаний / А. З. Тер-Мартиросян, А. Ю. Мирный, Е. С. Соболев // Геотехника. – 2016. – №1. – С. 66-72.

4. ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. - М.: Стандартинформ, 2011. – 78 с.

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

Сущность расчета однопоясных звездчатых купольных конструкций

Назаров Н.Н., Самохвалов М.А., Такарев А.Е.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Развитие куполов, как и всех строительных конструкций, обусловлено влиянием на архитектуру и, в целом, на культурную жизнь общества научно-технического прогресса. В большинстве случаев купольные покрытия являются наиболее рациональными и целесообразными завершениями зданий, органично вписываясь в их архитектурно-пространственную структуру. Данные конструкции хорошо выдерживают ветровые и снеговые нагрузки, способны перекрывать большие пролеты при сравнительно не большом расходе материала и его незначительной массе [2]. В связи с

этим работа, направленная на исследование, уточнение и развитие расчета купольных конструкций является **актуальной**.

Наиболее применяемыми купольными конструкциями в настоящее время являются звездчатые и геодезические купола (рисунок 1а и 1б). Звездчатая конструкция купола на основе правильной сети Чебышева образуется при меридиональной разбивке. На сферический сегмент наносят сеть меридианов. Каждый полученный участок делят четырехугольными ячейками таким образом, чтобы два противоположных угла ячейки располагались на одном меридиане, а два других на одной параллели.

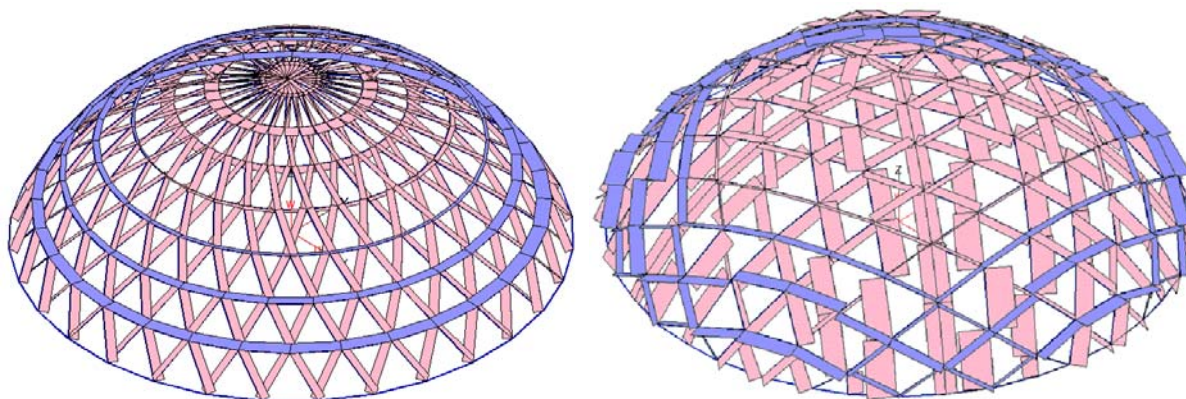


Рисунок 1 – Купольные конструкции

а – звездчатый купол; б – геодезический купол

Таким образом, в звездчатой системе все меридиональные стрелки имеют одинаковую длину. Длина стержней в кольцевом направлении уменьшается кверху от яруса к ярусу, а изменение углов между стержнями приводит к тому, что число узловых элементов равняется числу ярусов.

Следует отметить, что одним из первых сетчатых куполов является купол системы Шведлера, предложенный в 1870 г с аппроксимацией сферы плоскими трапециями. Купол состоит из радиальных ребер, колец и диагоналей, устанавливаемых в каждом трапециевидном элементе, образованном ребрами и кольцевыми элементами. Снизу купол завершается растянутым опорным кольцом, сверху ограничивается сжатым кольцом. Если в куполе Шведлера каждое кольцо повернуть на угол π/n по отношению к нижележащему кольцу (где n – число сторон купола), то получится новая система, которая условно называется **звездчатой**. В данном случае используется аппроксимация сферы треугольниками. Так же эти купола часто связывают с именем А. Фепля, который в 1892 году впервые разработал методы их расчета [1].

Геометрический расчет купола

Сущность расчета одноярусных звездчатых купольных конструкций сводится к выполнению геометрического и статического расчетов, по завершению которых будут определены размеры сечения основных элемен-

тов конструкции, их длины и основные узлы сопряжения. При геометрическом расчете однопоясного звездчатого купола осуществляется аппроксимация криволинейной поверхности многогранниками (треугольниками) [1].

Характерным и важным показателем в отношении общей формы является соотношение между стрелой подъема (f) и пролетом купола (d). От этого отношения зависит распределение усилий, а значит, и основной показатель любой конструкции – масса. Кроме того от соотношения f/d зависят и эксплуатационные расходы.

Расчет параметров купола:

Для расчета параметров звездчатого купола требуется определить:

- радиус сферы:

$$R = \frac{r^2 + f^2}{2 \cdot f}, \quad (1)$$

где r – радиус купола, м;

f – стрела подъема, м.

- угол одного сектора купола:

$$\theta = \frac{360^\circ}{n}, \quad (2)$$

где n – число сторон многогранника кольца.

- угол между вертикальной осью и 1-м кольцом купола:

$$\varphi_k = \arcsin \frac{r_k}{R}, \quad (3)$$

где r_k – радиус верхнего кольца, м.

- угол между вертикальной осью и последним кольцом купола:

$$\varphi_n = \arcsin \frac{d}{2 \cdot R}, \quad (4)$$

где d – пролет купола, м.

- угол между смежными кольцами купола:

$$\psi = \frac{\varphi_n - \varphi_k}{m - 1}, \quad (5)$$

где m – число ярусов купола, шт.

- Угол между вертикальной осью и i -м кольцом купола:

$$\varphi_i = \varphi_{i-1} - \psi \quad (6)$$

- Угол между меридианом i -го яруса и его горизонтальной проекции:

$$\alpha_i = \frac{\pi - \psi}{2} - \left(\frac{\pi}{2} - \varphi_i \right) \quad (7)$$

- длину стержней вдоль меридианов каждого яруса купола:

$$h_k = 2 \cdot R \cdot \sin \left(\frac{\psi}{2} \right) \quad (8)$$

- радиус кольца i -того яруса купола:

$$r_i = r_{i-1} - h_k \cdot \cos(\alpha_{i-1}) \quad (9)$$

- длину основания аппроксимирующего купол треугольника (элемента кольца) i -го яруса купола:

$$a_i = 2 \cdot r_i \cdot \sin \frac{\theta}{2} \quad (10)$$

- длину сторон треугольника, аппроксимирующего купол (элемента меридиан) i -го яруса купола:

$$b_i = \sqrt{h_k^2 + \left(\frac{a_i}{2}\right)^2} \quad (11)$$

Выводы:

1. Благодаря применению купольных конструкций появляется возможность перекрытия пространства пролетом до 230 метров;
2. Купольные конструкции позволяют сократить расход материала;
3. Купольные конструкции хорошо выдерживают ветровые и снеговые нагрузки.

Библиографический список

1. Металлические конструкции. В 3 т. Т.2. Стальные конструкции зданий и сооружений. (Справочник проектировщика) / Под общ. ред. заслуж. строителя РФ, лауреата госуд. премии СССР В.В. Кузнецова (ЦНИИ-Ипроектстальконструкция им. Н.П. Мельникова) – М.: изд-во АСВ, 1998 – 512 стр. с илл.;
2. Казакова, И. С. Пространственные металлические конструкции покрытий зданий: учебное пособие – Вологда: ВоГТУ, 2002 - 120 с.

Учет осадок фундаментов при расчете строительных конструкций

Невянцева О.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В последнее время строится все больше зданий с высокой этажностью, а также уникальных зданий с сооружений, с применением новых сложных конструктивных решений.

Для того чтобы проектируемые конструкции имели высокую прочность, долговечность, устойчивость, жесткость и в тоже время были экономически эффективными, расчеты должны проводиться с учетом совместной работы системы основание – фундаменты – надземные несущие конструкции [1,2].

Необходимость комплексного расчета мы рассмотрим на примере определения усилий в элементах плоской рамы, нагруженной равномерно-распределенной горизонтальной нагрузкой (рисунок 1).

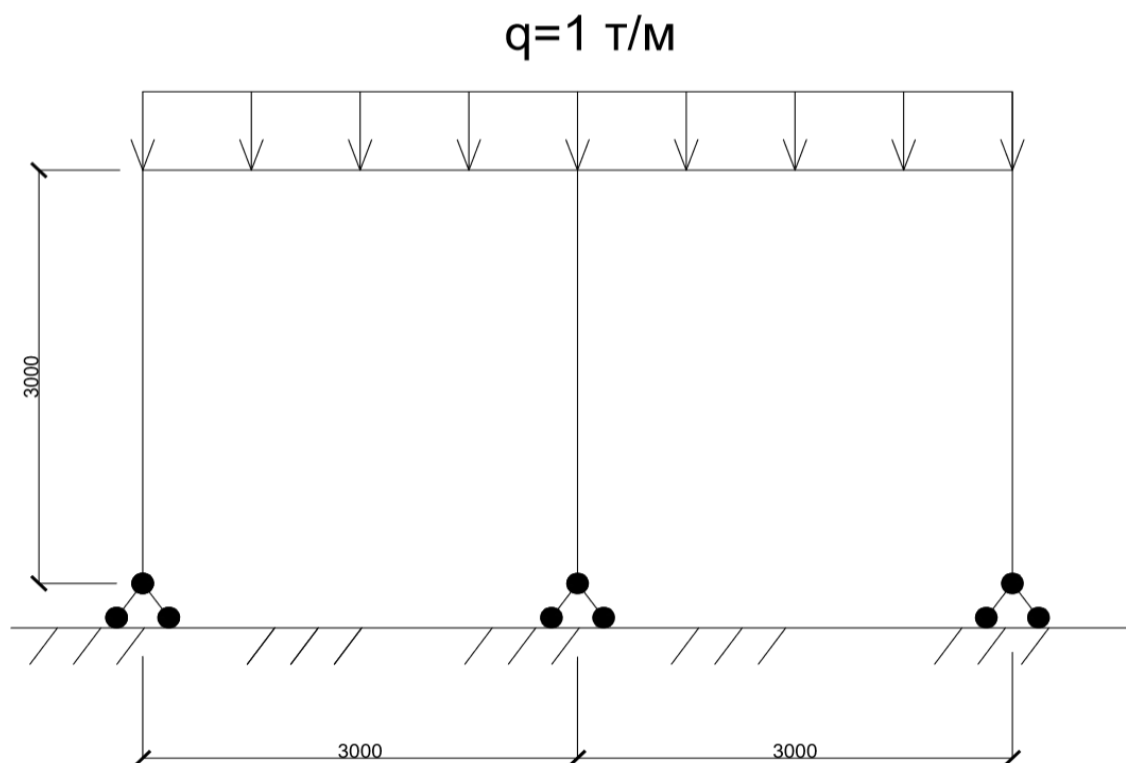


Рисунок 1. Расчетная схема рамы

Расчет будет проводиться в программном комплексе ЛИРА-САПР 2013.

Первоначально рассмотрим следующий случай: опорные узлы рамы закреплены, перемещения в них по направлениям осей X, Y, Z невозможны. После проведения расчета мы получили следующую эпюру изгибающих моментов, возникающих в элементах рамы (рисунок 2).

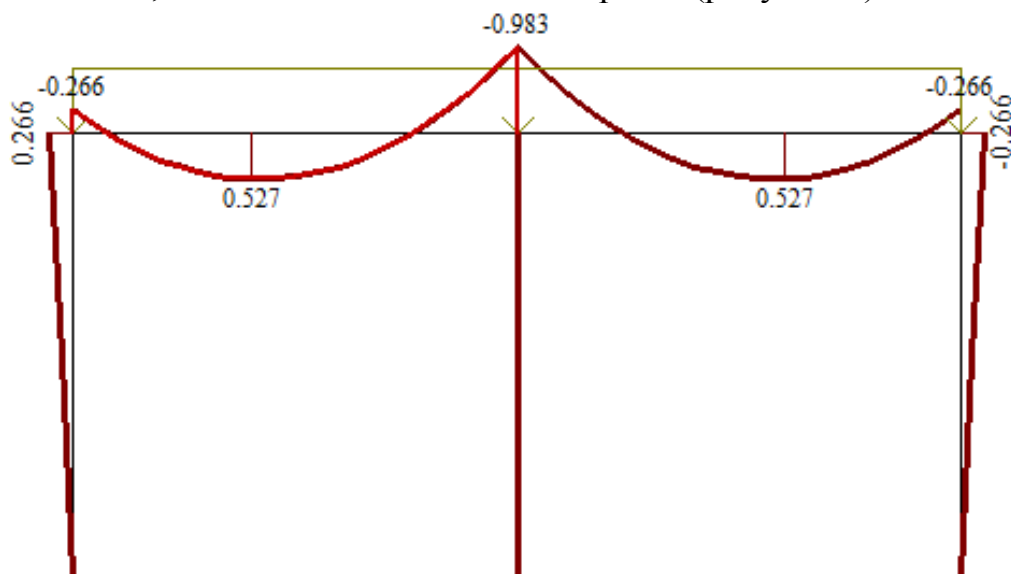


Рисунок 2. Эпюра изгибающих моментов

Далее мы рассмотрим другой случай: среднему опорному узлу рамы задается перемещение вдоль оси Z равное $0,0144$ м (максимально допустимая разность осадок многоэтажных бескаркасных зданий с несущими стенами из крупных блоков или кирпичной кладки без армирования в соответствии с [3]), закрепление других узлов остается без изменения. Эпюра изгибающих моментов представлена на рисунке 3.

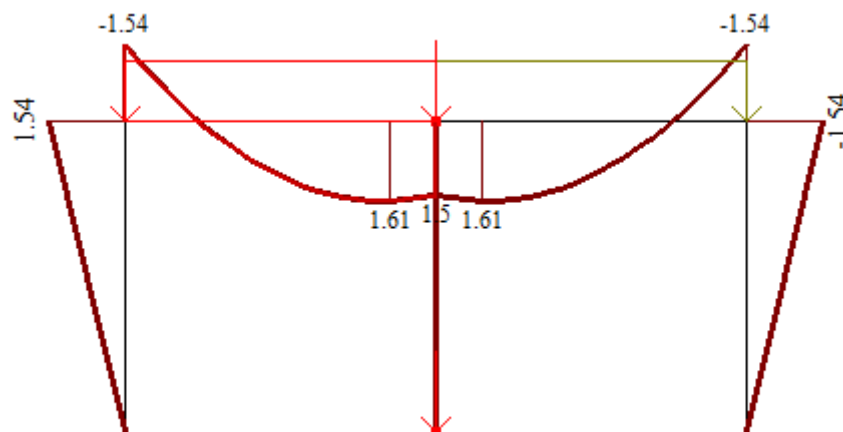


Рисунок 3. Эпюра изгибающих моментов

На примере второго расчета, мы рассматриваем случай того, как неравномерная осадка фундамента может влиять на усилия, возникающие в элементах вышележащих конструкций. Сравним полученные эпюры: максимальное значение изгибающего момента, возникающего в ригеле в первом случае $0,983$ т*м, во втором $1,61$ т*м, оно возросло на 60%. Если при расчете не учесть неравномерную осадку фундаментов, то полученные при расчете значения усилий будут существенно отличаться от реальных. Соответственно сечения конструкций будут подобраны не корректно и не смогут воспринимать возникающие в них усилия. Из этого можно сделать вывод, что пренебрегать влиянием осадки фундамента при расчете каркаса здания нельзя, так как это может привести к возникновению аварийных состояний.

В связи с этим актуальной проблемой является исследование совместной работы надземных конструкций, оснований и фундаментов, а также выбор наиболее рациональной модели грунтового основания, максимально точно описывающей работу грунта.

Библиографический список

1. Основы совместных расчетов зданий и оснований / М. В. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин, В. А. Шашкин. – СПб.: Издательство института «Геореконструкция», 2014. – 328 с.
2. Улицкий, М. В. Гид по геотехнике (путеводитель по основаниям, фундаментам и подземным сооружениям) / М. В. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин. - СПб.: Издательство института «Геореконструкция», 2010. – 208 с.

3. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. – М.: Стандартинформ, 2017. – 154 с.

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

Возможность применения «PlasticRoads» на автомобильных дорогах

Некрасов П.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Проблема дорог существует не только в нашей стране. Она волнует и другие государства. Но решают ее они более глобально.

Инновационный концептуальный проект «PlasticRoad» представила строительная компания «VolkerWessels» из Нидерландов. Амбициозность его заключается в создании дорожной одежды нового типа. Суть заключается в применении дорожного покрытия из пластмассы [1].

Если в традиционном подходе дорога – это многослойный «пирог» из насыпных и накатываемых покрытий, то пластиковое шоссе – это отдаленный аналог «бетонки». Дорога будет состоять из блоков, произведенных на заводе и доставленных с помощью спецтехники. При этом, отдельные панели будут полыми, а не сплошными (рисунок 1).



Рисунок 1. Конструкция «PlasticRoad»

Внутри дорог «PlasticRoad» останутся пустые пространства. В них можно будет провести трубы или кабели, трубопроводы и прочие элементы инфраструктуры. При этом не обязательно ломать асфальтобетонное покрытие, перекапывать все вокруг.

Такая конструкция сразу дает несколько плюсов. Практически исключается фактор некачественного покрытия, единственно, при сборке и

стыковке необходимо избежать брака. Отпадает необходимость в земляных работах при ремонте труб. Поврежденную или испорченную панель можно вынуть или заменить новой.

Под дорожным покрытием можно будет провести датчики, которые, например, будут собирать данные о транспортном потоке. Есть место, куда будет стекать дождевая вода. Сам пластик можно подогревать избегая наледи.

Создатели «PlasticRoad» заверяют, что такие дороги подойдут не только для холодных стран, но и для стран с жарким климатом. Пластик – это высокостойкий материал. Он практически не деформируется под воздействием температур и транспортного потока. По предварительным подсчетам инженеров и химиков, температуры от -40°C до $+80^{\circ}\text{C}$ пластиковые дороги выдерживают, подходят для прокладки по любым почвам, включая пески и болота [2].

В отличие от традиционных дорог с асфальтобетонным покрытием пластиковые дороги будут иметь ряд значительных преимуществ. Одним из самых важных качественных достоинств станет их низкая стоимость. Создавать такие дороги будут, главным образом из вторичного сырья. Такое покрытие станет прекрасным источником утилизации отходов. Еще одна существенная концепция предполагает извлечение пластиковых отходов из океанов, где такой мусор уже образовывал гигантские острова. При помощи другой нидерландской технологии «OceanCleanUp» уже вылавливают мусор из воды при помощи гигантских сетей.

Долговечность – неоспоримое достоинство дорог «PlasticRoad». Они будут существовать на 30–40% дольше, чем самые современные асфальтобетонные дороги. По приблизительным подсчетам, средний срок службы пластиковых дорог будет составлять около 30 лет, поэтому реализация проекта приведет к существенной экономии. Потенциально «PlasticRoad» служит в 3 раза дольше, а ремонт или замена при интенсивном использовании необходимы после 12 лет.

Очередным достоинством являются темпы производства и снижение сопутствующих загрязнений при строительстве. Установка пластиковых дорог будет занимать в 2–3 раза меньше времени, по сравнению с укладкой асфальтобетонного полотна. Так же производственный процесс не будет сопровождаться выбросом паров вредных газов и шумом.

Когда речь идет об окружающей среде и ее защите, уменьшении содержания углекислого газа, при обработке асфальтобетона, то «PlasticRoad», конечно же, выигрывает. При строительстве асфальтобетонных дорог выделяется 2% эмиссии углекислого газа от всех выбросов, вызванных дорожным движением [3].

Впервые экспериментальной площадкой для «PlasticRoad» станет голландский город Роттердам. Он известен, благодаря своим инициативам по защите окружающей среды и инновациями в сфере экологии.

Во время работы над этими дорогами необходимо будет найти ответы на сложные вопросы, такие как прочность пластика на сжатие и изгиб, стойкость к химическим газам и жидкостям, выделяемым машинами во время движения, влияние ультрафиолетовых лучей. Также необходимо проверить дороги на безопасность техники в дождь, снег и гололед, как справляется дорога с загруженностью при различных дорожных условиях, обеспечение необходимого коэффициента сцепления с поверхностью покрытия, ведь эти дороги еще не прошли практического применения.

Чтобы проверить дорогу на соответствие всем требованиям, сначала необходимо построить прототип для проверки дренажной системы и всей конструкции.

Это дорога – «PlasticRoad», полностью состоящая из переработанных материалов может появиться уже в ближайшие три года. Компания, разрабатывающая ее, ведет активные проектные и научные изыскания, испытание нового покрытия. И мы не можем исключать, что она заменит и дороги и тротуары.

Что касается огромной территории Тюменской области – такая подогреваемая, высокопрочная, экологичная дорога – мечта дорожников, автолюбителей и всех равнодушных людей, но реальное воплощение в жизнь потребует больших усилий и капитальных вложений. Необходимо хорошо подготовиться и выполнить большой объем теоретических и экспериментальных исследований, чтобы такая мечта воплотилась в жизнь и в нашей области.

Библиографический список

1. Экологичные модульные дороги из переработанного пластика – PlasticRoad [Электронный ресурс]. – М.: Интернет-журнал «Экология сегодня». – 2017. – № 8. – Режим доступа: <https://ecologynow.ru/media/ekologichnye-modulnye-dorogi-iz-pererabotannogo-plastika-plasticroad>
2. Испытания дорог из переработанного пластика в Европе [Электронный ресурс]. – Интернет-проект «Novate.Ru». – 2017. – Режим доступа: <https://novate.ru/blogs/160715/32162/>
3. Пластиковые дороги [Электронный ресурс]. – М.: Интернет-портал. – 2018. – Режим доступа: <http://plastic-road.com/>

Научный руководитель: Санников С.П., доцент, кандидат технических наук, заведующий кафедрой автомобильных дорог и аэродромов.

Построение модели и геометрический расчет геодезического купола

Немятов С.А., Демин В.А., Токарев А.Е.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

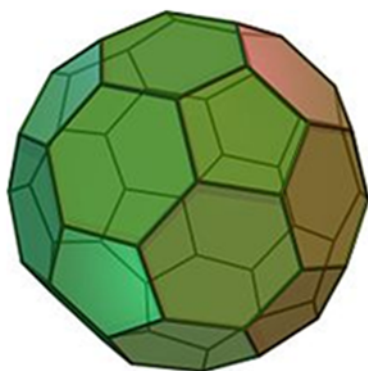
На сегодняшний день в Российской Федерации особое место занимает проблема освоения природных ресурсов Крайнего севера и арктического шельфа. Прежде всего, это связано с уникальными климатическими и инженерно-геологическими условиями региона. В результате, освоение и изучение арктических территорий напрямую зависит от качества жизни и работы человека в суровых условиях. Таким образом, для зданий Крайнего севера и Арктики в первую очередь из-за низких температур целесообразно применять следующие строительные и архитектурно-конструктивные решения:

- максимальное увеличение ширины корпуса жилого дома;
- сокращение периметра наружных стен;
- компактную планировку жилой застройки;
- комплексные здания, имеющие помещения специального назначения;
- соединение объектов застройки отапливаемыми крытыми переходами и др.

Эти решения может совмещать в себе геодезический купол. Геодезический купол, легкая прозрачная конструкция способная защитить от ветра, дождя и снега, но в то же время способная накрыть довольно большую площадь и имеющая большой внутренний объем.

Положительное соотношение площади к объему дает отличную теплотехническую характеристику куполам. Сфера имеет минимальное отношение площади наружных стен к внутреннему объему здания среди всех фигур одинаковой емкости. Чем меньше общая площадь стен и крыши, тем ниже энергозатраты на поддержание микроклимата в помещении.

Для построения таких куполов была предложена аппроксимация сферы на основе кристаллографического принципа рис. 1.



- Тип: полуправильный многогранник;
- Грани: пятиугольники (12), шестиугольники (20);
- Число граней: 32;
- Число рёбер: 90;
- Число вершин: 60;
- Число граней при вершине: 3;

Рисунок 1 Полуправильный многогранник

В практике проектирования наибольшее распространение получили два способа [1]: геодезическая сеть на основе усеченного икосаэдра (М. Туполева) и додекаэдра (Б. Фуллера).

Для построения схемы разбивки был выбран икосаэдр. Икосаэдр – имеет 20 граней в форме правильных равносторонних треугольников и 12 вершин. Если у икосаэдра срезать 12 вершин, то получится тридцатидвухгранник из 20 правильных шестиугольников и 12 правильных пятиугольников с одинаковым размером граней - усеченный икосаэдр.

Надстройка над плоскими гранями усеченного икосаэдра пирамид, вписанных в сферу, даёт 180-гранник (3V купол), образованный двумя типами равнобедренных треугольников: 60 треугольников образуют 5-угольники и 120 треугольников образуют 6-угольники. Далее если разделить пополам прямые, соответствующие рёбрам, образующим 120-гранники, и точки деления соединить кратчайшими линиями, то получится 720-гранник (6V купол)

Таким образом, для расчёта принята следующая конструкция геодезического (кристаллического) купола по схеме разбивки М. Туполева – 1/5 часть 980-гранника (7V купола) с дополнительными элементами.

Геометрический расчет конструкции

Сущность геометрического расчёта купола заключается в аппроксимации криволинейной поверхности многогранниками [2].

Поскольку купол проектируется с целью проведения технико-экономического сравнения, то исходные данные для него полностью совпадают с исходными данными для звёздчатого купола.

Исходные данные для расчёта: стрела подъёма: $f=13$ м; радиус купола: $r=19,5$ м; пролёт купола: $d=39$ м; отношение $f/d=1/3$ – купол с большой стрелой подъёма;

Расчёт сводится к определению размеров сторон аппроксимирующих треугольников, их общему количеству и количеству укрупненных сборных элементов – коннекторов [3], представленных на рис. 2.

| Ребра | Длина, мм |
|-------|-----------|
| A | 3310 |
| B | 3880 |
| C | 3675 |
| D | 3966 |
| E | 3500 |
| F | 3823 |
| G | 3685 |
| H | 3651 |
| I | 3976 |
| J | 4037 |
| K | 3845 |
| L | 3747 |
| M | 3784 |
| N | 3931 |
| O | 3772 |
| P | 4034 |

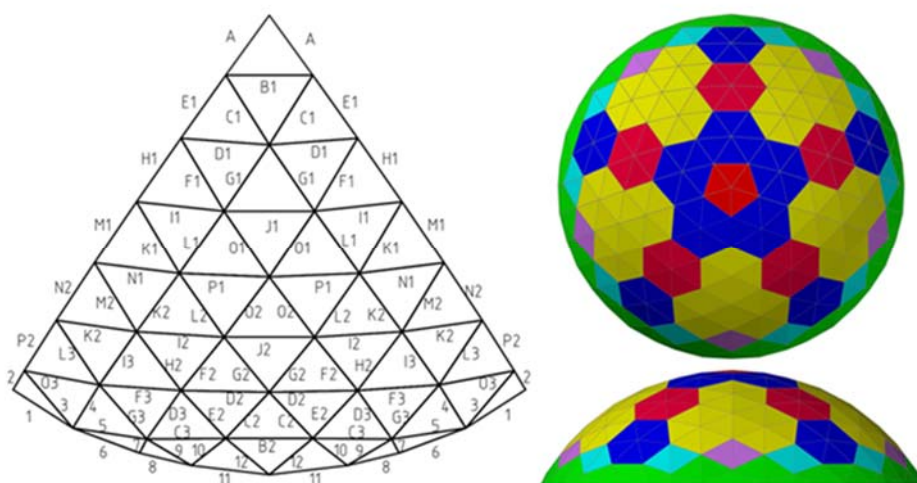


Рисунок 2. Определение геометрических размеров сторон треугольников, аппроксимирующих геодезический купол

Заключение. Условия Крайнего Севера характеризуются низкой температурой, сильными ветрами, снежным покровом, вечной мерзлотой, отсутствием постоянного наземного транспортного сообщения. Купольная форма имеет меньшую ограждающую поверхность, улучшенную циркуляцию воздуха и равномерное распределение тепла, что позволяет существенно снизить удельную стоимость строения и его эксплуатационные затраты. Купольные строения ветро- и сейсмоустойчивы. Для обеспечения транспортабельности и быстрой сборки целесообразно использовать геодезическую форму купола.

Библиографический список

1. Ермолов, В. В. Построение сетки геодезических куполов способом центральной проекции // Строительная механика, расчет и конструирование сооружений. – 1976. – №5. – С. 79-83.
2. Колесников, Г. Н. Оптимизация геометрических схем купольных покрытий в форме многогранника // Организация, методы и технология проектирования. – 1979. – №2. – С. 15-18.
3. Липницкий, М. Е. Купола. Расчет и проектирование / М. Е. Липницкий. – Ленинград : Стройиздат, 1973. – 128 с.

Обзор сложных инженерно-геологических условий г. Тюмени

Нурпеисова А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На сегодняшний день город Тюмень – это промышленный, административный и культурный центр Тюменской области, в котором ведется развитие производства, активно строятся жилые дома, улучшается благосостояние жителей города.

Географическое положение

Город расположен на юго-западе Западно-Сибирской равнины, по обеим берегам реки Туры. В настоящее время активно застраивается за-речная часть Тюмени, в восточной же части имеется большой жилой массив. Основными источниками централизованного водоснабжения города являются подземные и поверхностные воды Туры.

Гидрографическая характеристика и рельеф

Территория Тюмени местами заболочена. Около 18 км от Тюмени тянется Тарманское болото [1]. Обзорная карта расположения города Тюмени приведена на рисунке 1.

Территория города по геоморфологическим характеристикам представляет собой равнину с слабовыраженным уклоном. Абсолютные отметки составляют 52-105 м.

Инженерно-геологические условия

На территории города Тюмени преобладают слабые водонасыщенные пылевато-глинистые грунты. Наличие слабых подстилающих грунтов вызывает ряд трудностей проектного и производственного характера при строительстве различных объектов [2].

Основные инженерно-геологические особенности района представлены на рисунке 2. К сложным геологическим условиям можно отнести наличие в верхней части оснований сооружений слабоводопроницаемых грунтов, которые обладают фильтрационной анизотропией.

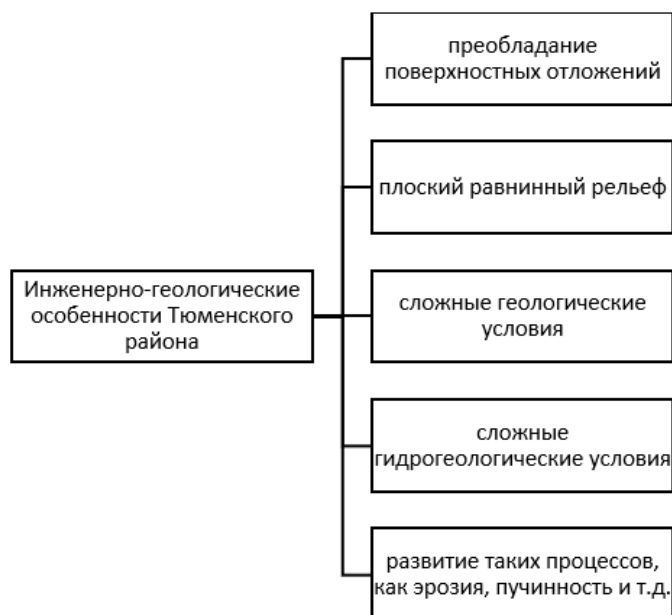


Рисунок 2. Основные инженерно-геологические особенности Тюменского района

Большую часть площади юга Тюменской области занимает зона долин крупных рек, сложенная аллювиальными отложениями, которые имеют разную степень крупности, зависящую от скорости водного потока. Реки могут неоднократно менять свое положение и скорость, под прочными грунтами могут оказаться более слабые грунты. Ситуацию усугубляет высокое положение подземных вод и недоуплотненность грунтов, поэтому грунты основания имеют пониженную прочность и повышенную сжимаемость [3].

Южная зона Западно-Сибирской низменности, в которой расположен город Тюмень, характеризуется избыточным увлажнением грунтов и чрезвычайно сильной заболоченностью водораздельных пространств. Население этой зоны расположено преимущественно по берегам. Такое расположение вызывает развитие следующих негативных инженерно-геологических процессов: эрозия, вызванная вырубкой лесов при освоении территории; подмыв берегов реками, приводящий к разрушению зданий; пучинность грунтов, приводящая к деформациям сооружений.

Сооружения, возведенные на территории города со строгим учетом всего комплекса инженерно-геологических условий местности, успешно эксплуатируются в течение длительного времени, однако важным является контроль возможного проявления негативных факторов для обеспечения надежного строительства и безопасной эксплуатации зданий и сооружений [4].

Библиографический список

1. Писарев, А. Е. Эколого-гидрогеологические условия территории г. Тюмени и обоснование методов защиты её от подтопления: дис ... канд. геол. – минералог. наук. – Тюмень, 1998. – 202 с.

2. Степанов, М. А. Взаимодействие комбинированных ленточных свайных фундаментов с предварительно опрессованным грунтовым основанием: дис ... канд. техн. наук. Тюмень, – 2015. – 189 с.

3. Пронозин, Я. А. Сдвиговая осадка свай для некоторых характерных для юга Тюменской области грунтов / Я. А. Пронозин, О. В. Ашихмин, А. В. Соловьев, М. А. Степанов // Актуальные проблемы строительства, экологии и энергосбережения в условиях Западной Сибири: сборник материалов международной научно-практической конференции. – Тюмень, 2014. – С. 56–59.

4. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. – М.: Минрегион России, 2012. – 116 с.

Научный руководитель: Степанов М.А., канд. техн. наук, доцент.

Процесс подтопления территорий. Причины и последствия подтопления

Нурпеисова А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время все больше территорий подвергается влиянию опасных геологических явлений. Подтопление территорий считается одним из наиболее неблагоприятных процессов.

Подтопление является гидрогеологическим и инженерно-геологическим процессом, которое вызывает повышение уровня подземных вод и влажности грунтов, в результате чего нарушаются требуемые условия строительства и эксплуатации зданий [1].

Причины возможного изменения уровня грунтовых вод

Источники и причины подтопления могут проявляться отдельно или комплексно. Схема основных причин и источников подтопления представлена на рисунке 1.

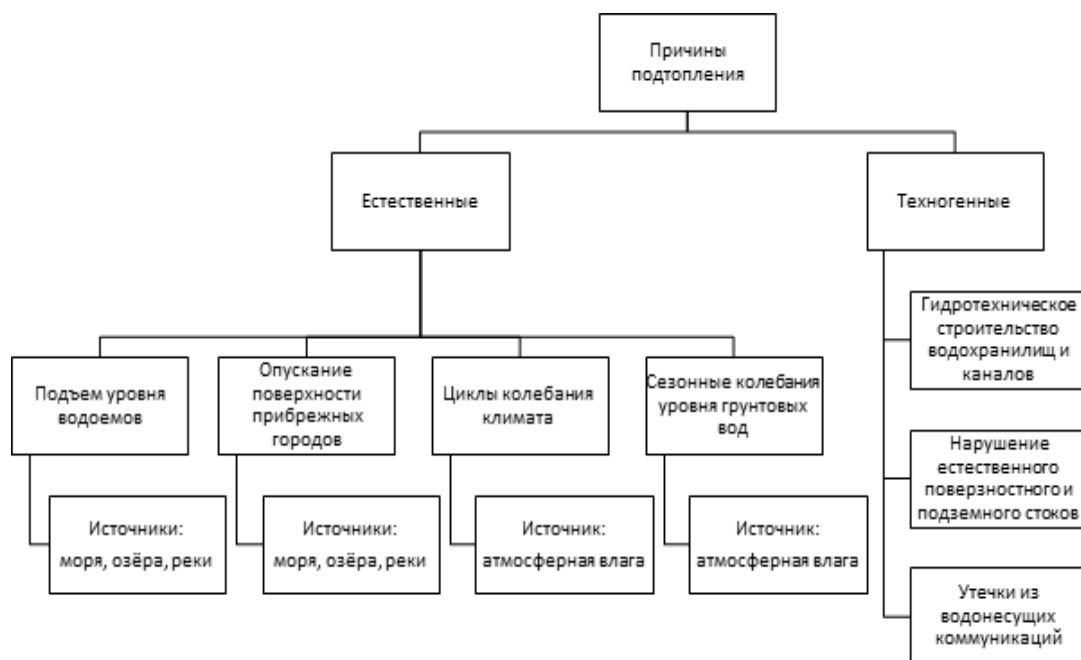


Рисунок 1. Схема причин и источников подтопления

Последствия подтопления территорий

Механическое воздействие грунтовых вод на грунты оснований выражается главным образом в водонасыщении грунтов и в одновременном изменении их напряженного состояния. Это приводит к изменению свойств грунтов основания, что вызывает дополнительные деформации оснований и, следовательно, самих сооружений [2].

Классификация последствий подтопления приведена в схеме на рисунке 2. К основным аварийно-катастрофическим последствиям подтопления застройки относятся: потеря несущей способности и устойчивости грунтов; появление оползней; повышение сейсмичности территорий; увеличение морозного пучения; усиление коррозионной активности и т.д. Антисанитарно-дискомфортные последствия вызываются наличием в помещениях сырости, в результате чего у людей повышается заболеваемость. Также последствия подтопления могут иметь экономический характер.

Проблема подтопления для города Тюмени достаточно актуальна. Территорию можно охарактеризовать избытком увлажнения грунтов и наличием сильной заболоченности. В результате подмыва берегов разрушаются и деформируются здания [3].

При рассмотрении вопроса влияния подтопления территорий на характеристики грунтов оснований, можно отметить, что подтопление однозначно негативно влияет на характеристики грунтов оснований. Данный вопрос рассматривается применительно к определенным инженерно-геологическим условиям. В результате развития подтопления нарушаются условия эксплуатации зданий и сооружений, в результате чего возникают социальные, экономические и экологические проблемы [4].

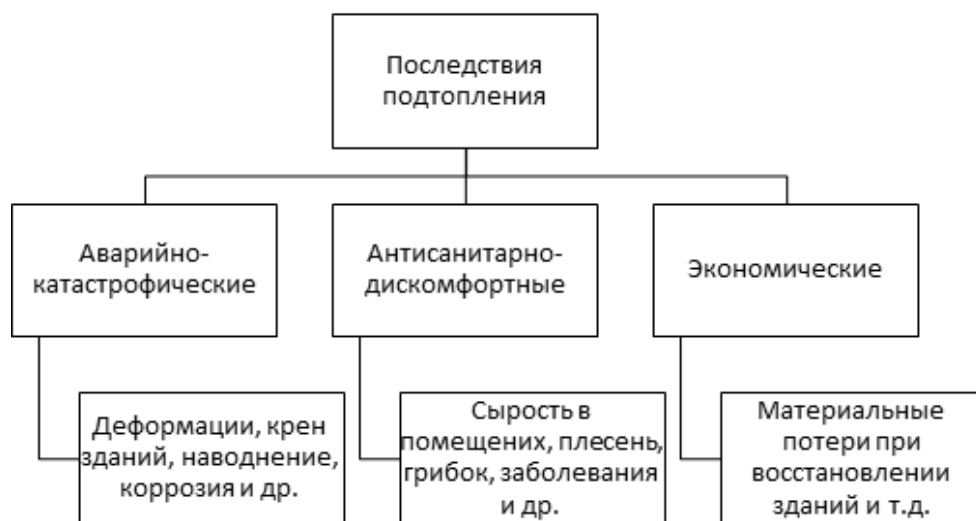


Рисунок 2. Классификация последствий подтопления территорий

Для решения проблемы подтопления необходимо учитывать условия подтопления территорий, проводить прогноз влияния водонасыщения грунтов на прочностные и деформационные характеристики грунтов и разрабатывать способы защиты от подтопления зданий и сооружений.

Библиографический список

1. СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003. – М.: Минрегион России, 2012. – 65 с.
2. Дегтярев, Б. М Защита оснований зданий и сооружений от воздействия подземных вод. / Б. М. Дегтярев, А. Ж. Дзекцер, А. Ж. Муфтахов – М.: Стройиздат, 1985. – 264 с.
3. Писарев, А. Е. Эколого-гидрогеологические условия территории г. Тюмени и обоснование методов защиты её от подтопления: дис ... канд. геол. – минералог. наук. – Тюмень, 1998. – 202 с.
4. Калошина, С. В. Влияние подтопления на получение дополнительных осадок зданий и сооружений / С. В. Калошина, Н. И. Салимгариева // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2013. – № 1. – С. 104–113.

Научный руководитель: Степанов М.А., канд. техн. наук, доцент.

Исследование работы деревянной балки с соединениями на металлозубчатых пластинах МЗП

Овчаров А.О.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время всё более востребованными в индивидуальном жилищном строительстве становятся строительные конструкции, изготовленные из экологически чистых материалов, в том числе, из древесины.

В некоторых деревянных конструкциях, в частности в балках составного сечения, используются металлические зубчатые пластины (МЗП), которые обеспечивают сдвиговую устойчивость в плоскостях соединения отдельных составляющих элементов.

В деревянных конструкциях с такими соединениями является характерным: отсутствие выступающих частей и деталей, компактность, высокая технологичность и надежность соединений.

В нашем регионе эта технология мало освоена по ряду причин: нет производственных цехов по сборке деревянных конструкций на МЗП; строительные и подрядные организации недостаточно ознакомлены с данной технологией; расчет конструкций с соединениями данного типа не отражен в нормативной документации СП 64.13330.2017 [1]; недостаточно исследований о работе соединений на двухсторонних МЗП.

Перспективы использования деревянных конструкций с узловыми соединениями на МЗП основаны на развитии и усовершенствовании существующих методов расчета и технологии проектирования, а также на накоплении экспериментальных данных.

Объектом исследования является лабораторная модель балки максимально приближенная к реальным условиям, в которых предполагается её использование. Такие балки используются в качестве несущих элементов покрытий и перекрытий, опёртые на стены. Поэтому была выбрана деревянная составная балка прямоугольного сечения, шарнирно опертая по краям. Отдельные брусья балки соединяются двухсторонними МЗП в опорных зонах. Главным предназначением которых является обеспечение устойчивости к сдвиговым деформациям между отдельными составляющими брусьями балки. Схема загрузки балки приведена на рисунке 1а.

Балка представляет собой два прямоугольных бруса (рисунок 1б), соединенные по высоте двухсторонними металлическими зубчатыми пластинами. МЗП представляют собой элементы толщиной 1-2 мм из оцинкованной холодно катанной стали, которые производятся штамповкой, и имеют острые металлические зубья с плоскостью, перпендикулярной продольной оси балки (рисунок 1г).

МЗП расположены между верхним и нижним брусом по длине балки в опорных зонах (рисунок 1в).

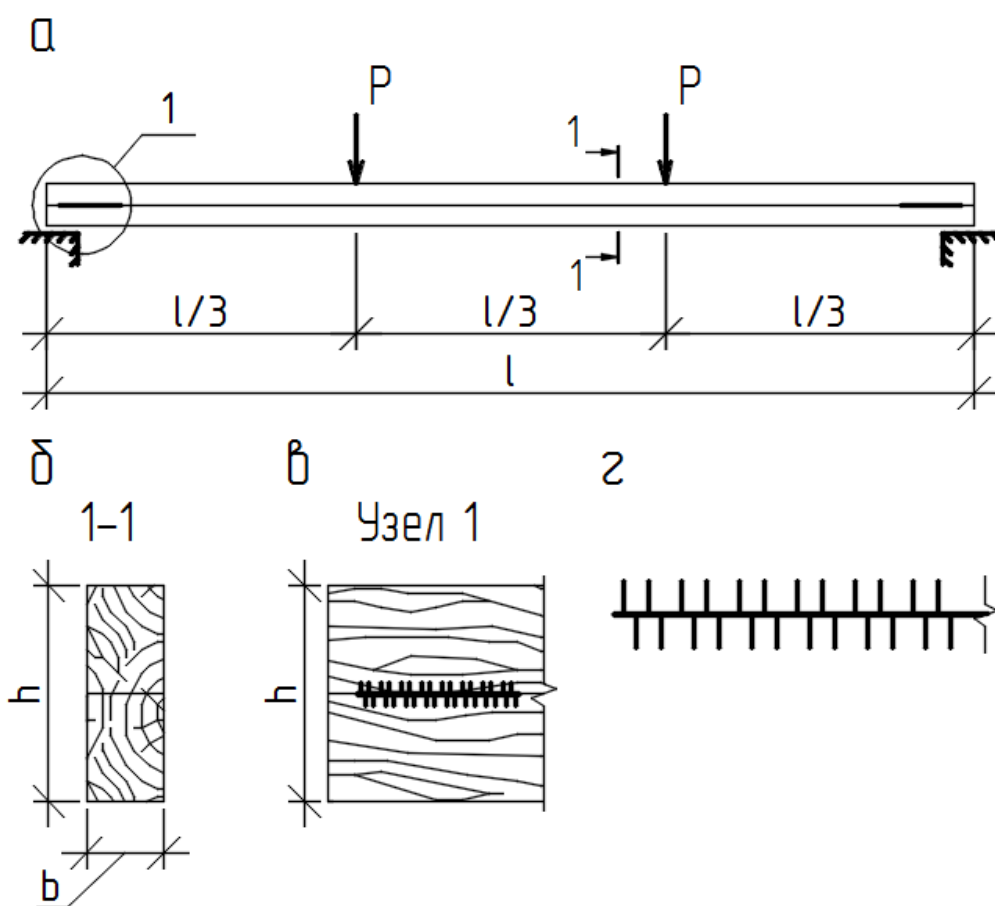


Рисунок 1. а – схема загрузки составной деревянной балки;
 б – поперечное сечение балки;
 в – опорный узел с МЗП;
 г – металлическая зубчатая пластина (МЗП)

Подбор требуемых размеров пластин для создания соединений, обеспечивающих прочность конструкции, производится путём расчёта. Из СП 64.13330.2017 и рекомендаций по проектированию конструкций с соединениями на МЗП [2] 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.

Библиографический список

1. СП 64.13330.2017 "Деревянные конструкции", М.: ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко - институт ОАО "НИЦ" "Строительство", 2017 – 97 с.
2. 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.

Обоснование перспективности пространственной структуры типа «РАЗСТРУК»

Павлов Н.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

На протяжении своего существования человечество познает окружающий мир, накапливает знания о ней и практический опыт. Начав строительную деятельность с простых фигур, таких как параллелепипеды, призмы и другие, мы ставим всё новые задачи перед самими собой. Это привело к тому, что здания стали представлять из себя сложные геометрические фигуры разных форм и размеров [1]. Данный факт оказал сильное влияние на материалы и технологии, применяемые при возведении зданий и сооружений, на строительные конструкции и внешний вид зданий.

Вследствие этого, модели строительных конструкций стали сложнее в геометрическом и математическом планах. Такие модели зачастую производят из коротких металлических стержней [2]. Например, пространственные решетчатые конструкции, позволяющие перекрывать здания с большими пролетами, такие конструкции отображены на рисунке 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 [3].



Рисунок 1. Пространственная стержневая система

В силу того, что строительная индустрия максимально укрупняет строительные процессы, например, появилось крупнопанельное домостроение, стали применяться кирпичные блоки и тому подобное, что позволило значительно ускорить строительство зданий и сооружений. Таким образом металлическая система типа «РАЗСТРУК» имеет шанс стать востребованной на рынке.

Важно понимать, что рынок строительного производства не ограничивается использованием конструкций в промышленной сфере. На мой взгляд, данная конструкция может быть востребована в гражданском и общественном строительстве. Это позволит реализовать эту конструкцию не только как большепролетную систему покрытия, но и в более мелких сериях.

Например, рассмотрим цифровую модель «РАЗСТРУК» с параллельными поясами [4]. Модель представлена на рисунке 2.

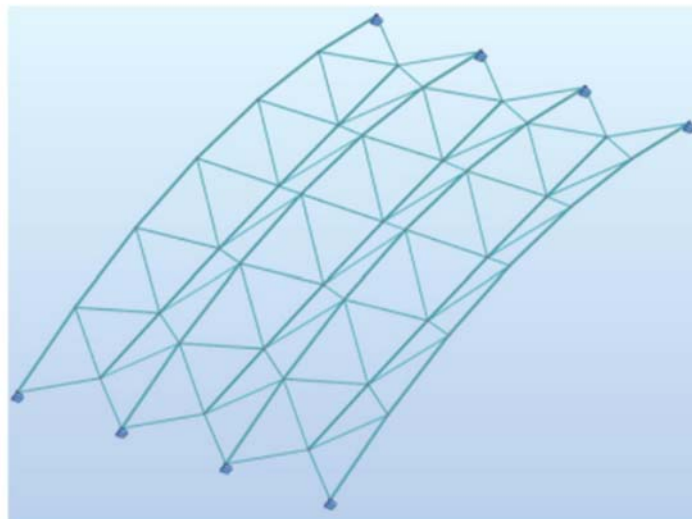


Рисунок 2. Цифровая модель «РАЗСТРУК» с параллельными поясами

Важным показателем данной системы является то, что конструкция имеет два состояния: первое состояние - собранный вид, второе состояние – разложенный вид. На рисунке 2 представлен разложенный вид модели. Можно заметить, что данная конструкция при раздвижке образует плоскость в виде дуги. Подобные очертания представляют из себя конструкции покрытия многих остановочных комплексов общественного транспорта. Элементом покрытия может выступать сотовый поликарбонат. Для сравнения на рисунке 3 представлен образец нынешних остановочных комплексов.



Рисунок 3. Пример остановочного комплекса общественного транспорта

Данный пример является отображением возможности применения данной конструкции в муниципальных объектах благоустройства и хозяйства. Также, примером может являться конструкция покрытия лестничных маршей на набережной г. Тюмень. Конструкции, применяемые на лестничных маршах, сваривались вручную, что не является показателем качества и надежности таких систем. Данный вопрос может решить система типа «РАЗСТРУК». Так как конструкция является раздвижной, её изготовление предусматривается в заводских условиях. Это позволит значительно увеличить показатель качества конструкции в сравнении с ручной сваркой подобных систем на строительных площадках, так как будет отлажена схема производства и будет применяться специальная система контроля качества. При этом, для сравнения, время возведения конструкции на набережной составило около 1 недели. Это говорит о том, что было потрачено время и деньги на возведение конструкции, которую можно получать в готовом состоянии. Требуется от системы «РАЗСТРУК» только раздвижка и монтаж на несущие конструкции [5].

Таким образом, реализация данной системы не обязательно должна начинаться с масштабного производства в промышленных масштабах для перекрытия большепролетных зданий. Для возможности использовать пространственную систему ведутся лабораторные испытания студентами-магистрами Тюменского индустриального университета. Главной целью изучения данной системы является поиск верного алгоритма испытаний, а также установление взаимосвязи теоретических расчетов и практических результатов.

Конструкция типа «РАЗСТРУК» является перспективной разработкой, имеющей будущее, что привлекает большое внимание при её изучении.

Библиографический список

1. Никитюк, А. В. Достоинства и недостатки структурных конструкций [Текст] / А. В. Никитюк, А. А. Московкина, И. И. Зуева. – 2011.
2. Михайлов, В. В. Пространственные стержневые конструкции покрытий (структуры): учебное пособие / В. В. Михайлов, М. С. Сергеев; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011 – 56 с.
3. Авторские права Кобзев Н. В.
4. Об одном виде пространственной конструкции и особенностях её использования через информационное моделирование [Текст]/Н. А. Панчуков//Известия вузов. Строительство. – 2015. – №6. с. 63-73: ил.
5. Огурцова, А. В. Исследование деформативных свойств раздвижной стальной структуры типа «РАЗСТРУК» [Текст] / А. В. Огурцова. – Тюмень: изд-во ТИУ, 2017. – 79 с.

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

Расчет способов заделки выбоин на асфальтобетонном покрытии в холодное время года по суммарным приведенным затратам на межремонтный срок службы покрытий дорог

Панова Е.А., Андронов Р.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В предыдущей статье по рассмотрению вопроса о выборе способа заделки дефектов на асфальтобетонном покрытии в холодное время года для сравнения рассматривали способы ремонта асфальтобетонного покрытия с использованием различных смесей, которые можно укладывать при температуре воздуха до -10°C :

1-й способ. Заделка разрушенного места горячей асфальтобетонной смесью с использованием установки для инфракрасного нагрева асфальтобетонного покрытия.

2-й способ. Струйно-инъекционная технология ямочного ремонта покрытий, которая применяется при небольших объемах ремонта и сравнительно небольших по размерам выбоин.

3-й способ. Заделка разрушенного места холодной смесью «Мультигрейд», которая применяется круглый год (в том числе зимой) для проведения быстрого и высококачественного ямочного ремонта автомобильных дорог.

Для определения наиболее качественного и экономически эффективного способа заделки дефектов (выбоин) на асфальтобетонных покрытиях в холодное время года (т.н. «аварийный ремонт»), с учетом доступности и наличия соответствующей техники и материалов, проведено технико-экономическое обоснование (Таблица 1).

Таблица 1

Себестоимость отремонтированного дорожного покрытия 100 м^2

| Номер варианта | Ед. изм. | Себестоимость, руб. | | | |
|----------------|------------------|---------------------|----------------------|------------------|--------------------|
| | | Всего | В том числе | | |
| | | | стоимость материалов | заработная плата | эксплуатация машин |
| 1 | 100 м^2 | 55 961,24 | 28 125 | 5 100 | 22 736,24 |
| 2 | 100 м^2 | 36 453,15 | 20 450 | 3 800 | 12 203,15 |
| 3 | 100 м^2 | 90 548,50 | 78 000 | 3 200 | 9 348,5 |

Из полученных результатов видно, что применение струйно-инъекционной технологии ямочного ремонта покрытий значительно дешевле по сравнению с двумя другими современными предлагаемыми технологиями заделки выбоин на асфальтобетонных покрытиях в холодное время года.

Существенным аргументом между струйно-инъекционной технологией и холодной складированной органоминеральной смесью «Мультигрейд» выступает высокая цена последнего. При производстве работ по 1-му способу возникают значительные энергозатраты на разогрев.

В данной статье для более полного обоснования наиболее экономичного способа заделки выбоин на асфальтобетонном покрытии в холодное время года, необходимо произвести расчет по суммарным приведенным затратам на межремонтный срок службы покрытий дорог различных категорий и с разными интенсивностями движения.

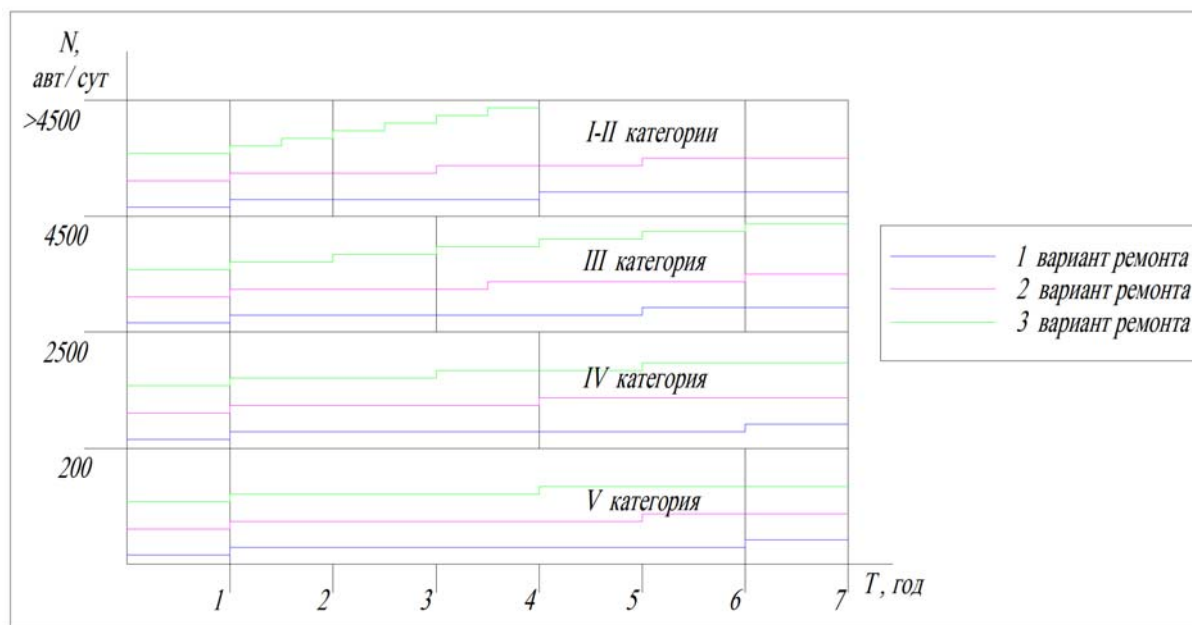


Рисунок 1. График ремонтных работ на различных категориях автомобильных дорог

В соответствии с рисунком 1 для I-II категорий автомобильных дорог суммарные приведенные затраты на выполнение мероприятий по заделке дефектов (выбоин) на асфальтобетонных покрытиях в холодное время года до межремонтного срока составят:

- по 1 варианту – 55 961,24 руб.
- по 2 варианту – 36 453,15 руб.
- по 3 варианту – 181 097 руб.

Для III категории:

- по 1 варианту – 55 961,24 руб.
- по 2 варианту – 36 453,15 руб.
- по 3 варианту – 181 097 руб.

Для IV категории:

- по 1 варианту – 55 961,24 руб.
- по 2 варианту – 36 453,15 руб.
- по 3 варианту – 181 097 руб.

Для V категории:
по 1 варианту – 55 961,24 руб.
по 2 варианту – 72 906,3 руб.
по 3 варианту – 181 097 руб.

По полученным данным можно сделать вывод, что на I-IV категориях автомобильных дорог выгодно применять струйно-инъекционную технологию ямочного ремонта покрытий, на V категории автомобильных дорог - заделку разрушенного места с использованием установки для инфракрасного нагрева, а заделку выбоин холодной смесью «Мультигрейд» выгодно применять при небольшом объеме работ и отсутствии малых средств механизации, так как все материалы и механизмы доставляются при помощи грузопассажирского автомобиля (типа Газель).

Библиографический список

1. Панова, Е. А. К вопросу о выборе способа заделки дефектов на асфальтобетонном покрытии в холодное время года/ Е. А. Панова, Р. В. Андронов // Новые технологии – нефтегазовому региону: материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Т. IV. – Тюмень: РИО ТИУ, 2017. – С. 294-297.

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

Обоснование величин начальных геометрических несовершенств элементов из ЛСТК

Простакишина Д.А., Хайретдинова И.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Технология строительства зданий и сооружений различного назначения нашла свое эффективное применение во многих странах мира. Характерные факторы, влияющие на возможность применения данной технологии, связаны с тонкостенностью профилей, для их изготовления применяется листовая прокат толщиной не более 4мм.

Особенностью расчета и конструирования каркасов из ЛСТК на стадии проектирования является необходимость учитывать начальные геометрические несовершенства, то есть начальное искривление конструкции.

Еврокодом [1] учитываются два вида геометрических несовершенств профилей:

1. Глобальные несовершенства конструктивной системы, которые учитываются при общем анализе конструкции заданием искаженной формы геометрии элемента, ее выбор основан на форме потери устойчивости, которая соответствует минимальной критической нагрузке либо заданием замкнутой системы фиктивных сил, которая также моделирует влияние геометрических несовершенств.

2. Локальные геометрические несовершенства отдельных элементов.

При учете локальных геометрических несовершенств элемента допуски прямолинейности и отклонения от прямолинейности учитываются, используя ГОСТ 23188-2012 приложение Б [2] и ГОСТ 21779-82[3].

ГОСТ 23188-201[2] предлагает определение геометрической нелинейности, используя табличный метод, в ГОСТ 21779-82[3] представлен численный метод. Таким образом, возникает вопрос об корректном определении геометрической нелинейности объекта исследования, а также обоснование данного выбора.

Численное значение единицы допуска определяется, используя Приложение 3 [3] по формуле: $i = a_i(0.8 + 0.001\sqrt{L})(\sqrt[3]{L + 25} + 0.01\sqrt[3]{L^2})$, где L – длина элемента, учитывается в мм, параметр a зависит от вида допуска геометрического параметра. Для элементов из ЛСТК принимается 5 класс точности, соответственно, коэффициент, учитывающий данный фактор, $K = 0.6$.

Таким образом, проведем анализ геометрических отклонений объекта, в качестве объекта принимается балка длиной $L=4500$ мм, составного сечения из двух сигма-профилей (рис.1). Отклонение элемента по (балки) по его длине составит 10 мм, максимальные искривления по сечению приведены на рис.2.

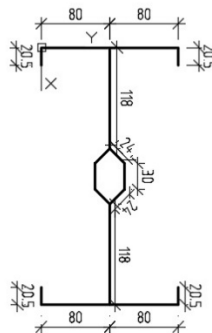


Рисунок 1. Размеры симметричного сечения из двух сигма-профилей

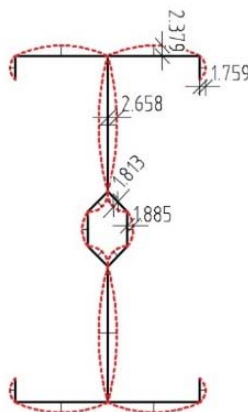


Рисунок 2. Максимальные линейные отклонения элементов сечения

Исходя из вышесказанного, можно представить график зависимости геометрических искривлений элемента (x_i) от его длины (L) и получить возможное отношение x_i/L по ГОСТ 21799-82[3], сравнив их с данными, полученными данными по ГОСТ 23188-2012 [2].

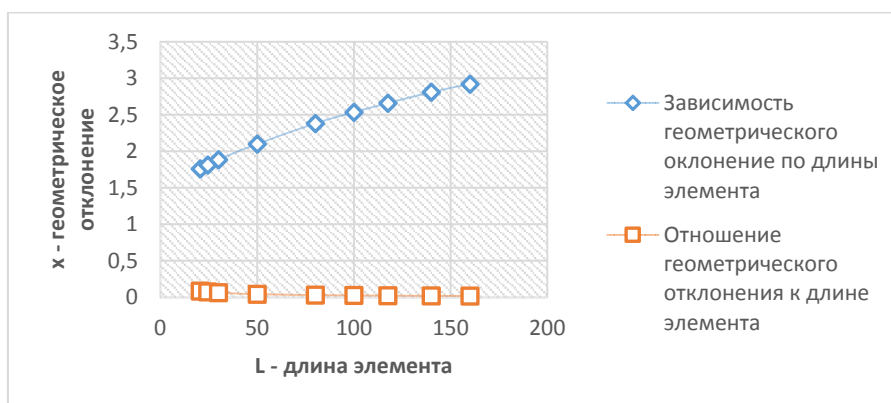


Рисунок 3. График зависимости линейного геометрического отклонения от длины элемента, используя ГОСТ 21799-82

По приложению Б [2] определим допуски прямолинейности конструкции, для элемента длиной 4500 мм пятого класса точности допускуается относительное максимальное искривление конструкции от 1/266 до 1/133, но не более 30,0 мм. Таким образом, определяем начальное искривление конструкции равно $\frac{l}{133} = \frac{4500}{150} = 30$ мм. Для элементов сечения максимальные искривления определяются аналогично.

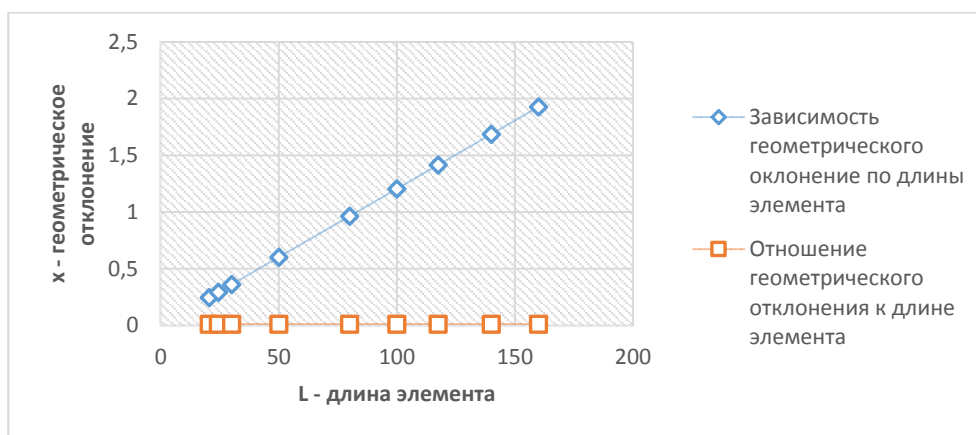


Рисунок 4. График зависимости линейного геометрического отклонения от длины элемента, используя ГОСТ 23188-2012

Таким образом, график зависимости геометрического отклонения от длины элемента, представленный на рис. 4 показывает прямую зависимость, в отличие от графика, представленного на рис.3. Абсолютные значения отклонений, полученные двумя методами, отличаются друг от друга в 1.5-7 раз. Так как геометрическая нелинейность и начальные несовер-

шенство профилей оказывают непосредственное влияние на напряжения при НДС с изгибом, необходимо использовать численно большие значения данного параметра для возможности анализа работы изучаемого конструктивного элемента.

Библиографический список

1. Eurocode 3: Design of steel structures. Part 1-3: General rules. Supplementary rules for cold-formed members and sheeting. Ref. No. EN 1993-1-3:2004. – Brussels: European Committee for Standardization, 2004. – 125 p.
2. ГОСТ 23118-2012 Конструкции стальные строительные. Общие технические условия – Введ. 2013-07-01. – М: Стандартинформ, 2013 – 29 с.
3. ГОСТ 21779-82 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски – Введ. 1983-01-01. – М: Стандартинформ, 2017 – 22с.
4. СП Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутой оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования – СП Проект. – 110 с. Федеральный закон № 184-ФЗ «О техническом регулировании».
5. Зебельян, З. Методы расчета несущих элементов из тонкостенных гнутых профилей / З. Зебельян // СтройМеталл – 2009. – № 15(3). – С. 14-18.
6. Айрумян, Э. Л. Рекомендации по расчету стальных конструкций из тонкостенных гнутых профилей / Э. Л. Айрумян // СтройПрофиль – 2009. – № 8(78). – С.12-14.

Научный руководитель: Корсун Н.Д., канд. техн. наук, доцент

Новые строительные – технические решения по фундаментам малоэтажных зданий

Рабиев К.Р.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Одним из новых строительных – технических решений при строительстве фундаментов малоэтажных зданий в местах со слабым грунтом, является применение геотекстильных материалов, к тому же этот способ экономичен в финансовых аспектах.

В наше время наиболее популярным методом улучшения несущей способности грунтов считается армирование, к тому же этот способ применяется и при строительстве на просадочных грунтах, подрабатываемых и карстоопасных территориях. Изучение армированного грунта является одним из важных направлений в геотехнике. В грунт добавляют необходимые армирующие элементы, которым присуще повышенная прочность

на растяжение. Что же касается армирующих, то здесь очень популярны геосинтетические материалы. Возведение армированных конструкций заметно снижает расходы на устройство фундаментов зданий и сооружений, а так же оснований под железные и автомобильные дороги, откосов, подпорных стен, потому что характеристики грунтов, имеющие прочность на сжатие и сдвиг, но не имеющие прочность на растяжение, могут быть значительно улучшены методом внедрения упрочняющих элементов в сторону относительной деформации растяжения. В добавок армирование грунтов не требует значительных финансовых затрат.

Перед тем как начать строительство застройщик в первую очередь обязан провести исследование грунта под будущим строением. Всем известно, что самым надёжным основанием в подобных ситуациях служат только скальные грунты. А если строителю улыбнулась удача, то естественно нет никаких оснований для использования геотекстиля.

Если же в составе грунта содержатся осадочные породы или присутствует высокий процент органических составляющих, то тогда применение геотекстильного материала будет очень кстати. Что же касается песчаных грунтов, то им характерна хорошая несущая способность, но малая пучинистость. Им необходима защита от воздействия грунтовых вод.

Грунты с преобладанием глины не могут выдерживать значительные нагрузки и требуют усиления. Использование торфяных грунтов под строительство жилых домов неуместно, этому свидетельствует их характеристики. Они нуждаются в проведении необходимых мероприятий по усилению. Исходя из этого, можно сделать вывод, что те свойства, которыми обладает геотекстиль, позволяют найти применение этому материалу при закладке фундамента при широком перечне составляющих грунта.

Ещё одной из полезных функций этого материала считается перераспределение нагрузки. Геотекстиль, который обладает большой плотностью, способствует увеличению несущего качества основания. Уложенный между слоями щебня и песка геотекстиль не даёт им смещаться, а значит, не допускает образования провалов.

Нужно просто грамотно использовать геотекстильные материалы, и они приведут к решению специфических задач при строительстве фундамента. Укладывание геотекстиля проводится в подготовленном котловане. Для механического усиления основания нужно уложить геотекстиль большей площади, чем основание самого строения. От стен в каждую сторону площадку необходимо застилать геотекстилем на расстоянии не менее одного метра. Наиболее надёжным вариантом будет считаться способ, при котором подушка из щебня будет обернута в геотекстиль. При этом нужно учитывать, что подложенная геоткань строго по размеру фундамента, не способна выполнить задачу по усилению грунта.

Метод армирования грунтов на сегодняшнее время широко применяется в строительстве. Армирование является одним из самых

перспективных способов улучшения строительных характеристик грунтов. Данный метод считается относительно новым, хотя известно, что данный способ использовался на протяжении нескольких тысячелетий, а в России с ее болотами издавна применяли гати и лани, т. е. армирование заболоченных грунтов.

Характер разрушения грунтовых оснований, армированных геосинтетическими материалами, имеет свои особенности [2]. На основании проведенных исследований можно прийти к выводу, что разрушение армированного основания наступает в трёх случаях:

- 1) разрушение от растяжения арматуры (рисунок 1 а);
 - 2) разрушение от проскальзывания арматуры (адгезионное разрушение) (рисунок 1 б);
 - 3) разрушение грунта выше армирующего слоя (рисунок 1 в).
- а) б) в)

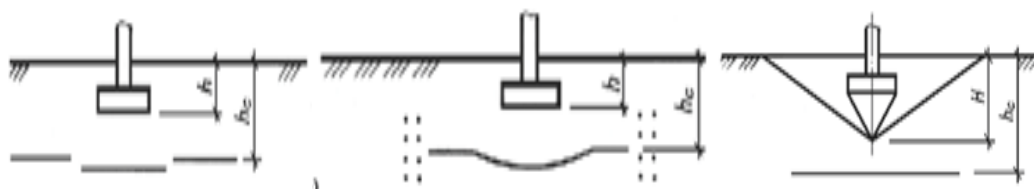


Рисунок 1. Виды разрушения армированного основания. h – глубина заложения фундамента; h_c – глубина заложения арматуры; H – глубина активной зоны основания

Характеристики, которыми обладает несущая способность основания могут быть увеличены за счёт создания более жёсткого армированного массива в 2-3 раза (в зависимости от схемы армирования и вида армирующих элементов), естественно, снижаются значения осадок до 60%, и главное – уменьшается стоимость возведения фундаментов до 25% по сравнению с традиционными конструкциями [1].

Когда арматура размещается по направлению в пределах сектора растягивающих деформаций (при размещении в зоне грунта армирующего элемента, в ней возникают растягивающие усилия), там происходит переориентация поля деформаций, что служит причиной к улучшению свойств жёсткости и несущей способности. Джоунс в своей работе [3] показывает растяжения идеальное распределение армирования для направления главных деформаций, при этом под фундаментом арматура располагается горизонтально, а вне подошвы резко изменяет направление на вертикальное (рис.2). Объясняется такое расположение тем, что при нагрузке на фундамент частицы грунта под самой подошвой стремятся вниз и в стороны от центра, а за пределами этого сектора частицы грунта при дальнейшем увеличении нагрузки меняют свою траекторию и образуется так называемый выпор грунта.

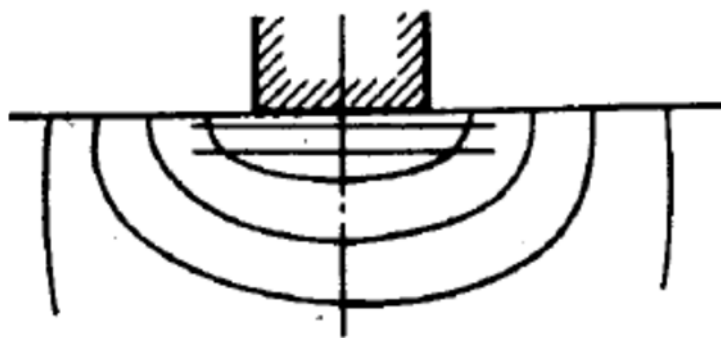


Рисунок 2. Идеальная схема армирования по Джоунсу

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. Баданин, А. Н. Определение несущей способности армированного георешеткой грунтового основания / А. Н. Баданин, Е. С. Колосов // Инженерно - строительный журнал – 2012. – №4 – С. 25-32
3. Джоунс, К. Д. Сооружения из армированного грунта. – М.: Стройиздат, 1989. – 281с.

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

Фундаменты малоэтажных зданий в виде системы песчаных подушек с контурным армированием

Рабиев К.Р.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Исходя из многолетнего строительного опыта, установлено, что стоимость железобетонных фундаментов в малоэтажных зданиях равняется 15-25% от общей стоимости всего возведения.

Многоярусная система криволинейных песчаных подушек с замкнутым армированием может быть использована для устройства фундаментов в таких зданиях, которые возводятся в местах со слабым грунтом благодаря следующим достоинствам:

– применение криволинейной подошвы в слабых грунтах, способствует равномерному распределению контактных напряжений и, как правило, приводит к увеличению линейной работы основания, и тем самым

увеличивается несущая способность, благодаря включению в работу грунта, который контактирует со всем криволинейной поверхностью;

– замкнутое армирование, способствует увеличению несущей способности песчаной подушки, а также значительно снижает деформативность. Такой тип армирования сокращает развитие такой области, которая называется областью предельного состояния в зонах, где происходит сдвиг.

– использование не дорогостоящих материалов, таких как песок и геосетка;

– благодаря лёгкому весу и компактности геосетки, её можно транспортировать ее без больших затрат в труднодоступные районы;

– внедрение сильного грунта в месте слабого, который к тому же является непучинистым материалом;

Количество ярусов подушки главным образом зависит от глубины промерзания грунта и может варьироваться.

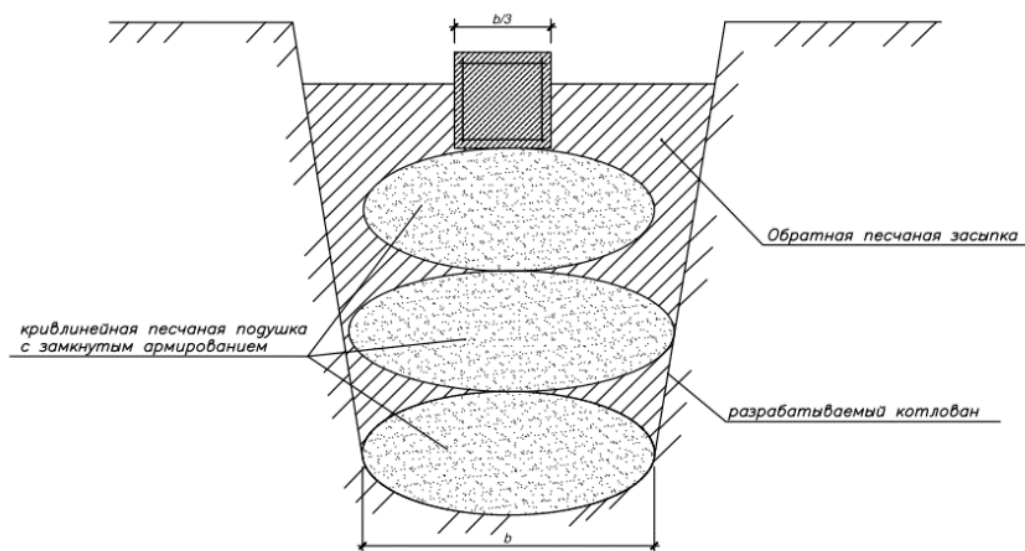


Рисунок 1. Многоярусная система криволинейных песчаных подушек с замкнутым армированием

С целью выяснения эффективности многоярусной системы песчаных подушек и определения оптимальной схемы замкнутого армирования в лабораторных условиях были проведены соответствующие эксперименты. Исследуемые варианты грунтового основания в виде: плоского фундамента, песчаной подушки в виде эллипса, песчаной подушки в виде круга, в виде двух и трех ярусов песчаных подушек.

Экспериментальная установка напоминает по своей форме стальной лоток одна сторона [1], которого сделана из прозрачного оргстекла (рис.2). Процесс загрузки штампов осуществляется ступенчато - статической нагрузкой. Каждая ступень выдерживается до условно необходимой стабилизации деформации грунта. За критерий условной стабилизации приня-

то брать скорость осадки штампа, которые не превышают 0,1мм за последние два часа. Осадку принято измерять с помощью прогибомеров 6ПАО, которые установлены на реперной системе. Каждый эксперимент повторяется не менее трёх раз.



Рисунок 2. Экспериментальная установка.Общий вид

Глинистый грунт нарушенной структуры укладывается в лоток послойно по 200мм. После укладки в лоток грунт консолидируется. Роль засыпки песчаного массива исполняет среднезернистый песок, который укладывается послойно и проливается водой для уплотнения. В качестве армирующего элемента использовалось геосетка ССП 30/30 [2].

После ряда проведённых экспериментов были построены графики зависимости «осадка-давление», которые представлены на рисунке 3. После проведения анализа графиков установлено, что осадка штампа на песчаной подушке в виде эллипса и плоского фундамента возрастает быстрее, чем осадка песчаной подушке в виде круга. Осадка штампа в виде двух и трех ярусов песчаных подушек значительно ниже, чем у плоского фундамента на 15% и 35% соответственно. В конечном итоге можно прийти к выводу, что многоярусная система песчаных подушек позволяет уменьшить осадку фундамента до 35%, в итоге мы значительно экономим на материалах, и появляется возможность устройства фундаментов в зимнее время при отсутствии «мокрых» процессов.

Осадка штампа на песчаной подушке, которая по форме своей напоминает эллипс складывается в основном благодаря осадке слабого грунта, а осадка штампа на круглой подушке складывается в основном за счёт сжатия самой песчаной подушки. Деформация самой песчаной подушки напоминающей эллипс составила 5мм при давлении под штампом 175 кПа, а в виде круга – 15мм, при общей осадке 38 и 29 мм соответственно.

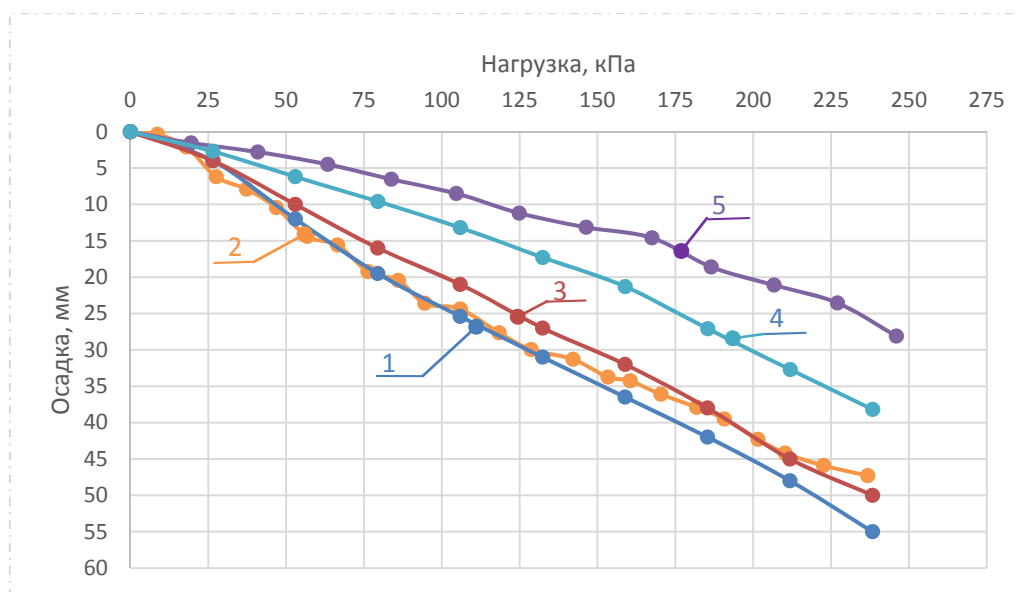


Рисунок 3. График «осадка–давление».
 1- песчаная подушка в виде эллипса; 2- плоский фундамент; 3- песчаная подушка в виде круга; 4- два яруса песчаных подушек; 5- три яруса песчаных подушек

Библиографический список

1. Краев, Ан. Н. Обоснование использования песчаной армированной подушки в слабых глинистых грунтах под ленточными фундаментами: Автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук: – Тюмень, 2014. – 19с.
2. 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

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

Обустройства месторождений в условиях Крайнего Севера

Сафарян В.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.

Место разработки и добычи природных энергоресурсов называется – месторождение. Но само по себе месторождение зачастую изначально никак не приспособлено для комфортной работы и проживания людей на этой территории, а иногда и вовсе находится в зоне экстремальных метеорологических условий. Поэтому обустройства месторождений является одним из ключевых этапов по добыче полезных ископаемых, без которого невозможно представить полноценную добычу природных ископаемых. А

так как большая часть природных залежей находятся на севере Тюменской области, то для жителей нашего региона особенно важно, чтобы технологии, средства и решения принимаемые на этапе проектирования, а далее и строительства были максимально эффективными.

Ни для кого не секрет, что активное освоение Севера началось в начале XIX века и продолжается по сей день. Из-за этого на пустом месте вырастают целые города. Но есть ряд особенностей, из-за которых строительство на территориях покрытых вечной мерзлотой невозможно по правилам и нормам принятых на южных широтах нашей страны.

Вечная мерзлота – это природный феномен Северного полушария нашей планеты, где сосредоточена большая часть суши. Для России это явление носит глобальный характер, ведь в мире нет другой такой державы, столь активно хозяйствующей в зоне вечномерзлых грунтов – 63 % территории страны, приходится на этот район.

Строительство и проектирование здания в условиях вечной мерзлоты очень проблематично – корка льда все время изменяет свою однородность. Грунты, имеющие рыхлую структуру, оттаивают из-за зданий, построенных на них, что приводит к потере несущей способности всей конструкции. Главные «законы» строительства зданий и сооружений в Арктике тесно соприкасаются с основополагающими законами физики. Основное внимание уделяется сохранению температуры грунта, а также методам устройства фундамента. Строительство различных сооружений в зоне вечной мерзлоты сопровождается использованием новых современных технологий и материалов. В зависимости от условий природы, типа почвы и особенностей здания применяют два метода строительства:

- На мерзлых грунтах.
- На грунтах в оттаивающем и оттаявшем состоянии.

При возведении зданий и сооружений по первому методу, основной задачей является контроль за сохранением грунтов основания в их первоначальном состоянии. Для этого в каждом здании устраивают холодное подполье или же делают весь первый этаж холодным. Устанавливают охлаждающие камеры в основании пола, вентилируемые подполья, а также теплоизоляционные слои под всей конструкцией.

Если же зимний воздух не может поддерживать нулевую температуру грунта, а оттаивание приведет к материальным затратам, в таких случаях используют искусственное охлаждение грунтов основания с помощью специальных охлаждающих установок по типу морозильной камеры в холодильнике. На территории Западной Сибири широко используются системы ГЕТ и ВЕТ.

Вторым методом является применение в качестве основания грунтов в оттаивающем и оттаянном состоянии. Постепенное оттаивание вечномерзлых грунтов в процессе строительства и эксплуатации допускается, до тех пор, пока деформация оттаивающего основания не превысит предель-

ного значения. Если же подобное происходит, то принимается предварительное искусственное оттаивание вечномерзлого грунта (в случае необходимости с уплотнением или закреплением его) до возведения зданий; при этом грунты в оттаявшей зоне частично уплотняются, что приводит к значительному снижению величины деформации основания во время строительства. Можно использовать метод замены льдонасыщенных грунтов талыми песчаными или крупнообломочными грунтами.

При проектировании сооружений используя первый метод строительства, следует отказаться от устройства подвалов или этажей на нулевом уровне. При строительстве по второму методу высоту всех помещений, а также все проемы рассчитывают с запасом, из-за возможной сильной усадки всего здания.

Отдельно стоит упомянуть что, каменные, бетонные и железобетонные конструкции являются крайне нежелательными в условиях Крайнего Севера и используются только в вынужденных ситуациях. Помимо экстремально низких температур, не позволяющих эффективно использовать монолитный железобетон, большой проблемой обустройства месторождений является зачастую сложная ситуация с инфраструктурой, что не позволяет говорить о широком применении сборных ЖБ конструкций или каменных кладок. Поэтому на этапе проектирования предпочтение отдается металлоконструкциям – не столь чувствительным в процессе монтажа к низким температурам и намного более легкими, что упрощает их доставку на строительную площадку.

Как итог вышеизложенного, считаю: учитывая все неблагоприятные факторы, с которыми можно столкнуться во время строительства в районах севера, можно прийти к выводу, что лучшей применимой технологией для строительства зданий и сооружений в таких условиях является строительство из готовых модулей. Основной плюс этого заключается в том, что здания имеющие модульную конструкцию возводятся на порядок быстрее чем какие-либо другие. Нельзя не сказать также о низкой трудоемкости процесса, что значительно снижает цену вопроса. Не будем забывать и о массе материалов, напрямую влияющую на цену доставки.

Библиографический список

1. СП 25.13330.2012 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Актуализированная редакция СНиП 2.02.04-88 (с Изменением №1). – М.: Минрегион России, 2012. – 109 с.
2. СП 16.13330.2017 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*». – М.: АО «НИЦ «Строительство»», 2017. – 140 с.
3. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. – М.: Минрегион России, 2015. – 152 с.

4. Соколов, Г. Д. Капитальное строительство в нефтяной промышленности / Г. Д. Соколов. – М.: Недра. – 1975. – 170 с.

5. Коркишко, А. Н. Особенности разработки и экспертизы проектно-сметной документации на сухоройные карьеры песка в районах вечной мерзлоты для обустройства нефтяных и газовых месторождений // А. Н. Коркишкр // Инженерный вестник Дона. – 2015. – Т.38. № 4(38). – С. 76.

6. Горьков, В. А. Стабилизация грунтов методом «холодного ре-сайклинга» в условиях многолетнемерзлых грунтов для обустройства нефтегазовых месторождений / В. А. Горьков, А. Н. Коркишко, А. В. Набоков, Т. В. Крижанивская, Ю. В. Огороднова // Фундаментальные исследования. – 2017. – № 7. – С. 20-24.

Научный руководитель: Крижанивская Т.В., к.т.н.

Применение лежневой опорной обоймы при строительстве нефтепромысловых автомобильных дорог

Стешенцева Е.В., Баева П.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Освоение нефтегазовых месторождений на территории Тюменской области происходит высокими темпами. Неотъемлемой частью освоения месторождений является строительство нефтепромысловых дорог, соединяющих их между собой и с «большой землей». Проектирование и строительство дорог требует индивидуального подхода, так как грунтово-геологические условия на месторождениях не позволяют пользоваться типовыми решениями. Особенно это актуально для вновь осваиваемых месторождений, как правило расположенных на заболоченных территориях. Из этого следует, что требуются новые подходы к проектированию и строительству с использованием современных материалов, способствующих оптимизации процессов строительства, сокращению приведенных затрат, повышению качества вновь строящихся объектов.

Существуют традиционные способы конструирования и строительства автомобильных дорог на заболоченных территориях, которые отражены в действующей нормативно-технической документации [1,2,3] и патентах. Первый способ - насыпь с выторфовыванием (удаление торфяного грунта из основания насыпи и его замена на стабильный грунт). Второй способ - насыпь с использованием торфяного грунта в основании «плавающая насыпь». У каждого способа есть свои преимущества и недостатки. Основным преимуществом «плавающей насыпи» является минимальные объемы земляных работ. Это преимущество наиболее актуально для районов, с отсутствием минеральных грунтов необходимых объемов и обу-

славливает применение данного способа строительства на нефтепромысловых дорогах. Основной особенностью и недостатком «плавающей насыпи» является осадка основания и период консолидации.

Один из способов уменьшения деформации основания, повышения распределяющей способности насыпи является применение лежневого настила. Наиболее распространенная конструкция лежневого настила представляет собой цельные бревна, уложенные в поперечном направлении, опирающиеся на продольные лежни, связанные металлической проволокой. В реальных условиях, часто в районе производства работ отсутствуют бревна необходимой длины, это обуславливает необходимость укладки двух и более бревен в ряд, связывая их проволокой. Такая конструкция лежневого настила не обеспечивает совместную работу всех бревен и является причиной разрушения элементов полотна.

В связи с этим целью исследования являлось: оптимизация конструкции земляного полотна при строительстве автомобильных дорог на слабых грунтах с применением лежневого настила.

Для устранения основного недостатка, нами предлагается применять конструкцию лежневого настила, с продольно ориентированными бревнами, в виде упаковок со смещением друг относительно друга, объединенными геокomпозиционным материалом (далее лежневая опорная обойма). Продольное расположение бревен обеспечит совместную работу всего лежневого настила. (рис. 1)

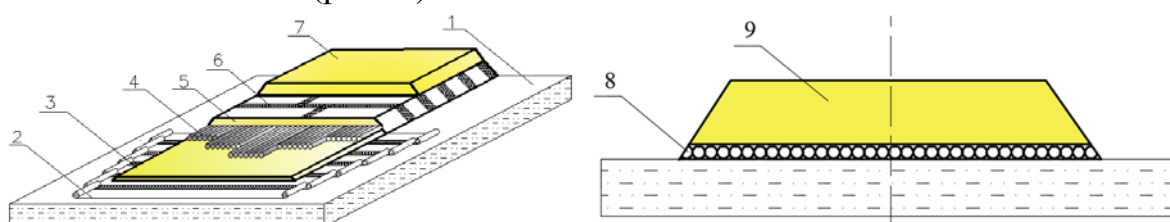


Рисунок 1. Конструкция опорной лежневой обоймы

- 1 – слабонесущее основание, 2 – рулоны геокomпозиционного материала,
3 – защитный слой, 4 – продольный лежневый настил, 5 – верхний технический слой,
6 – спайка геокomпозиционного материала,
7 – технический слой, 8 – опорная лежневая обойма, 9 – земляное полотно

Создание предлагаемой конструкции невозможно без четкого соблюдения технологии производства работ. Это обусловило необходимость разработки технологии строительства предлагаемой конструкции.

Цикл работ начинается с подготовительных, в состав которых входит проминка полосы отвода гусеничными машинами повышенной проходимости и периодическая очистка ее от снега бульдозером. Эти работы позволят в более сжатые сроки обеспечить промораживание основания для безопасной работы строительной техники на последующих этапах.

Основные работы по строительству лежневой опорной обоймы предусматривают транспортировку геокomпозиционного материала

автосамосвалами, его укладку с перекрытием смежных полос на величину 0,2-0,3 м. Работы по укладке выполняются вручную.

Для предотвращения разрыва геокomпозиционного материала при последующей укладке бревен, предусматривается устройство песчаного защитного слоя толщиной не менее 0,15 м. Транспортировка песка выполняется автосамосвалом, распределение - бульдозером. Работы выполняются методом «от себя».

Доставляемые скиддером бревна для продольного настила диаметром 0,16-0,20 м, укладывают гидроманипулятором в виде упаковок со смещением друг относительно друга.

На следующем этапе производится устройство песчаного слоя, толщиной 0,3 метра, закрывающего бревна лежневого настила. Работы выполняются аналогично работам по устройству защитного слоя.

Создание лежневой опорной обоймы осуществляется путем замыкания геокomпозиционного материала на поверхности, со спаиванием стыков. Работы производятся вручную с применением газовых горелок.

На завершающем этапе формирования опорной обоймы выполняется устройство песчаного слоя, толщиной 0,3 метра, позволяющего осуществлять безопасное движение транспорта, при строительстве верхней части земляного полотна и обеспечить защиту геокomпозиционного материала от разрушения. Работы выполняются методом «от себя» с применением автосамосвалов и бульдозера. Техническая схема устройства опорной обоймы представлена на рисунке 2.

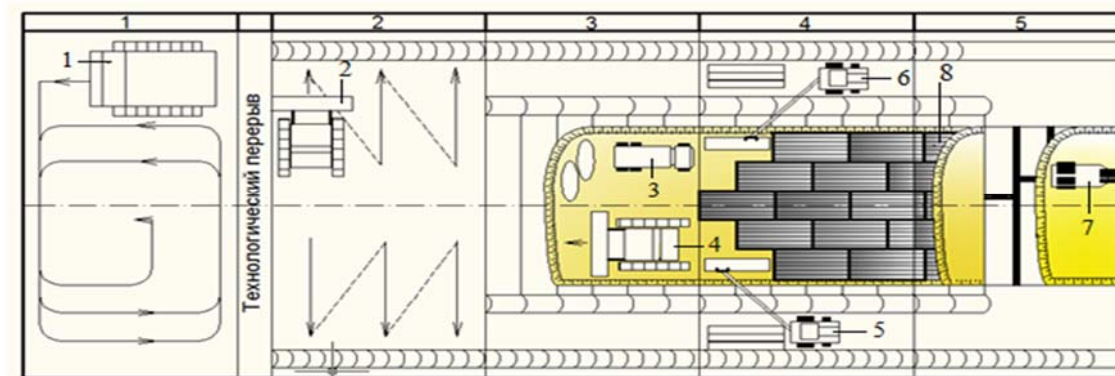


Рисунок 2. Схема устройства опорной обоймы

1– ГТТ; 2,4– бульдозер ДЗ-171.4; 3– автосамосвал КамАЗ- 6540;
5,6– гидроманипулятор; 7– каток Дунарас СА-512D; 8– продольный лежневый настил

Предлагаемая конструкция лежневого настила позволяет избежать недостатки традиционного лежневого настила и повысить устойчивость земляного полотна без существенных затрат. Кроме того, процесс строительства не предусматривает использование дополнительной техники, что позволит внедрять конструкцию на всех нефтегазовых объектах силами подрядных организаций.

Библиографический список

1. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85*, – М.: Госстрой России, 2013. – 112 с.
2. ВСН 26-90 «Проектирование и строительство автомобильных дорог нефтяных и газовых промыслов Западной Сибири». – М.: ФГУП СоюздорНИИ, 1991. – 96 с.
3. Евгеньев, И. Е. Земляное полотно автомобильных дорог на слабых грунтах / И. Е. Евгеньев, В. Д. Казарновский – М.: Транспорт, 1976. – 271 с.

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

Основы проектирования в Autodesk Revit – шаг к BIM моделированию

Тарханова О.В., Алиев З.А., Забоев И.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Зарубежная строительная индустрия перешла или активно переходит к технологии информационного моделирование зданий (BIM - Building Information Modeling) [1]. В Российской Федерации для отработки внедрения BIM утверждена дорожная карта Минстроя России [2].

Строительной отрасли нужны новые кадры, понимающие суть, логику и основы информационного моделирования, готовые к успешному применению BIM-технологий в будущей профессиональной деятельности.

BIM – определённый принцип работы профильных специалистов на всех стадиях жизненного цикла строительного объекта (ЖЦСО): архитекторов, конструкторов, специалистов по инженерным сетям, рабочей документации (сметчики, логисты и т.д.) и другие. Анализ рабочих учебных планов для специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий» позволяет обозначить:

1) в процессе изучения различных дисциплин, обучаемые проходят все роли проектировщиков ЖЦСО, набор которых от дисциплины к дисциплине увеличивается с возрастанием курса;

2) для дисциплин старших курсов характерно то, что в рамках одного предмета обучаемые могут быть в роли проектировщиков ЖЦСО и уже должны понимать сущность BIM-моделирования, владеть навыками работы в программах, являющихся инструментами для BIM проектирования (Revit, Archicad, Nanocad, Tekla и др. [3]);

3) в процессе обучения будущие инженеры строители из перечисленных программ зачастую могут столкнуться, пожалуй, только с работой в программах AutoCAD, Digital Project.?

Логично, начиная с первых курсов обучения в рамках дисциплин, связанных с информационными технологиями, инженерной и компьютерной графикой, основами инженерного проектирования вводить темы направленные на рассмотрение теоретических основ, сущности BIM моделирования, изучение инструментария, например с использованием программы Autodesk Revit. Одним из вариантов реализации обозначенного подхода может быть разработка междисциплинарных лабораторных, творческих работ, направленных на изучение базовых основ, инструментария BIM технологий. Под руководством преподавателей различных дисциплин и кафедр, студентами второго курса Тюменского индустриального университета, специальности «Строительство уникальных зданий» разработана лабораторная работа по созданию проекта малоэтажного здания, имеющего наклонные стены, используя инструменты программы Autodesk Revit. В работе последовательно рассматриваются этапы проектирования здания:

- создание осей, уровней, формирование соответствующих планов этажей, фасадов, разрезов;
- создание нестандартной части здания – крыши, которая начинается от фундамента дома, односкатной крыши и её присоединение к уже созданной крыше, на рис.1 и ниже представлены некоторые фрагменты выполнения лабораторной работы;

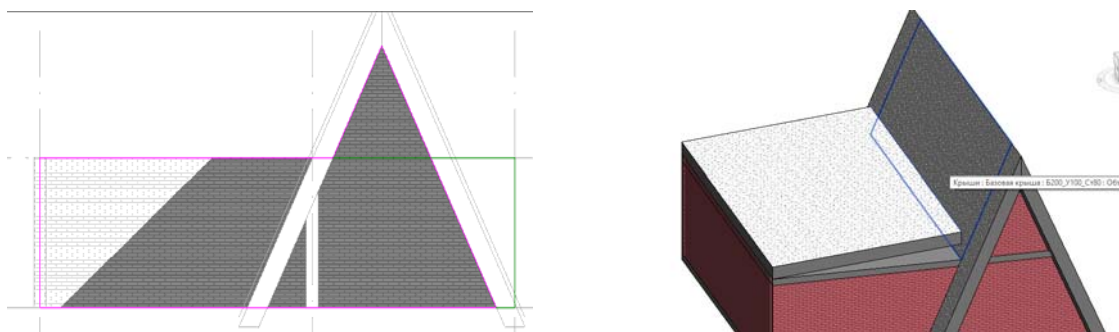


Рисунок 1. Создание крыши

- создание стен, перекрытий, оконных и дверных проемов с использованием существующих библиотек и семейств, лестниц и витражей произвольной формы (рис.2);

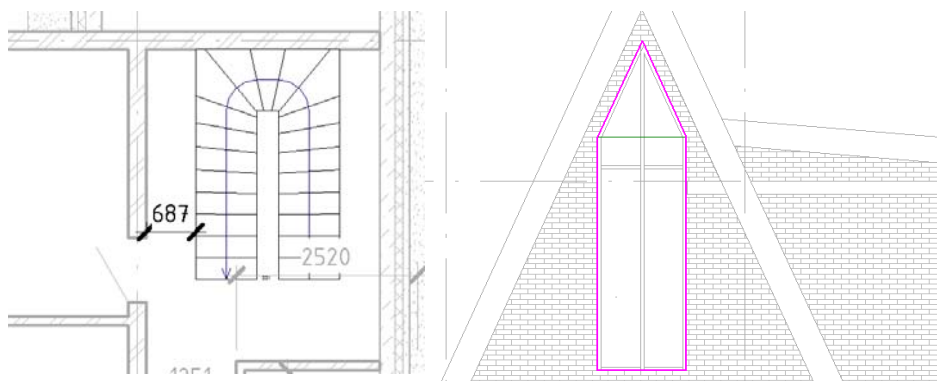


Рисунок 2. Создание лестницы, витражей

- расстановка сантехнических приборов и мебели;
- создание разрезов здания (рис.3);

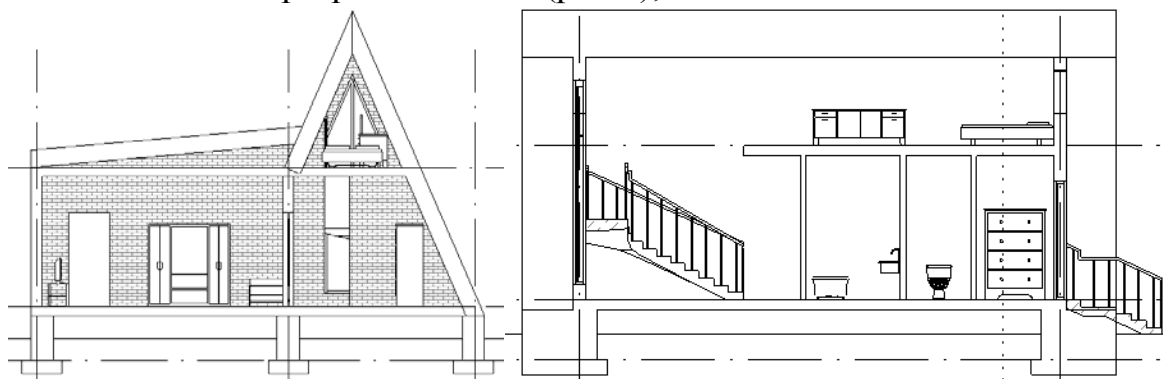


Рисунок 3. Создание разрезов здания

- оформление всех видов и разрезов в соответствии с требованиями ГОСТ, простановка размеров. Доработка рабочей документации проекта (спецификаций, экспликаций и т.д.);
- создание 3D видов и визуализация изображения зданий и некоторых интерьеров (рис.4).



Рисунок 4. Визуализация изображения

- оформление всех необходимых комплектов чертежей спецификаций, экспликаций и другой рабочей документации на лист.

На последующих курсах при изучении специальных дисциплин, выполнении курсовых работ возможна дальнейшая совместная работа преподавателей и студентов в разработке лабораторных работ для других этапов информационного проектирования, в которых происходит трансформация начального проекта с нарастающей сложностью.

Опыт показывает, что обозначенный подход позволяет:

- *преподавателям* накопить опыт BIM-проектирования, с целью модернизации учебных планов, рабочих программ курсов, разработки методического обеспечения, технологий и методик преподавания;

– студентам успешно освоить основы информационного моделирования, демонстрировать высокий уровень учебной мотивации, видеть междисциплинарные связи, связи с будущей профессией.

Библиографический список

1. Не затянулось ли наше знакомство с BIM-технологиями?: [Электронный ресурс] // Строительный портал №1 в России. URL: <http://rcmm.ru/tehnika-i-tehnologii/39571-ne-zatyanulos-li-nashe-znakomstvo-s-bim-tehnologiyami.html>. (Дата обращения: 24.09.2017).

2. Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства: Приказ Минстроя России от 29 дек. 2014 г. № 926/пр.

3. Талапов В. BIM: что под этим обычно понимают: // Isicad. Ваше окно в мир САПР. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=14078/. (дата обращения: 18.09.2017).

Научный руководитель: Тарханова О.В., канд. пед. наук, доцент.

Выбор оптимальной функциональной зависимости для определения взаимосвязи между интенсивностью движения и плотностью транспортного потока

Тимоховец В.Д., Микеладзе Т.Г.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.

В современных условиях развития городских инфраструктур транспортные характеристики являются неотъемлемой частью жизненного цикла города. Решение задач связанных с управленческой, транспортной, строительной и проектной деятельностью предполагает наличие актуальной информации о параметрах транспортных потоков (ТП) [1].

В ходе работы исследованы различные методы определения одного из основных параметров ТП – интенсивности движения: метод индуктивных датчиков, аэромониторинга, ручной учет, метод дистанционного и видеомониторинга. Первые три метода имеют высокие ресурсные затраты и не применимы для регулярного использования в процессе исследования улично-дорожной сети (УДС).

Самым наименее ресурсно-затратным методом является дистанционный спутниковый мониторинг [1], суть которого заключается в определении интенсивности движения через плотность ТП на основе онлайн снимка. В ходе проработки возможности применения спутникового мониторинга определено наличие снимков только в эталонных условиях. Для

дифференциации метеорологических, транспортных, и дорожных условий был использован метод видеомониторинга, как самый оптимальный способ для формирования банка данных.

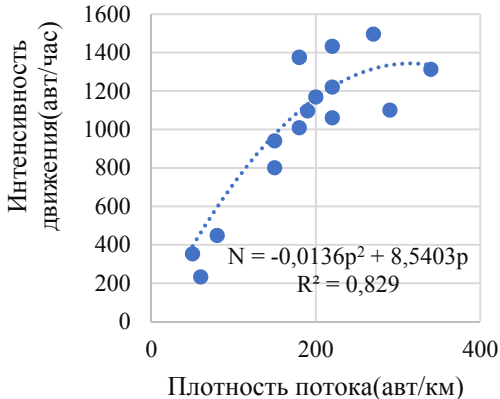
Данный метод получения информации не может быть использован как регулярный, в силу отсутствия соответственного технического обеспечения, а также стоимость установки и эксплуатация имеет большие денежные затраты, кроме того, существующие камеры видеонаблюдения постоянно переводятся в платный контент.

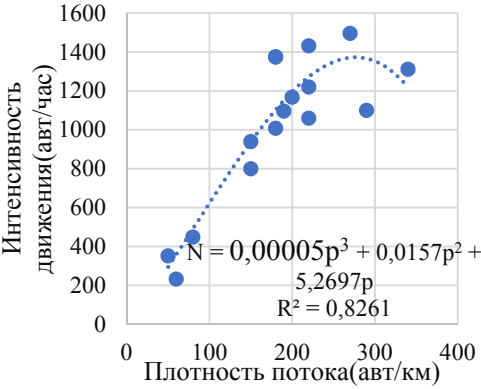
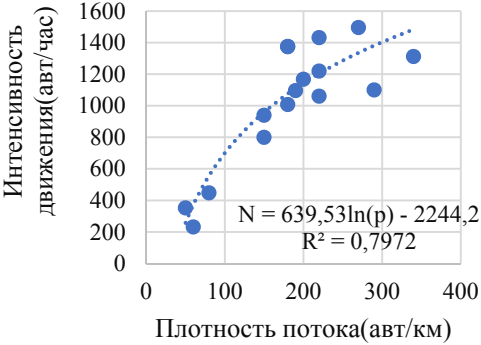
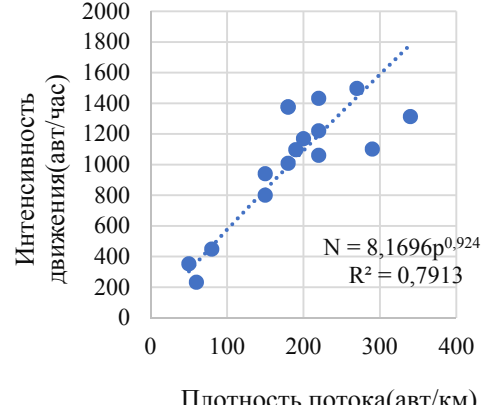
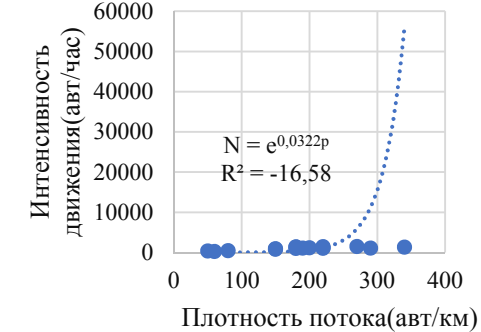
В процессе набора банка данных был изучен вопрос, выбора оптимальной математической функции для описания скореллированности между интенсивностью движения и плотностью ТП. В процессе исследования были рассмотрены такие математические функции как полиномиальная второго и третьего порядка, логарифмическая, степенная и экспоненциальная.

Для выбора оптимальной зависимости и определения их применимости определялся показатель теории дисперсии – ошибка аппроксимации (R^2), как наиболее оптимально описывающий массив парных данных интенсивности и плотности. Результаты определения оптимальной функциональной зависимости приведены в таблице 1 на примере г. Санкт - Петербурга, Невский проспект.

Таблица 1

Графическое представление математических функций и их описание.

| № п/п | Графическое представление математической функции | Описание |
|-------|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | <p><i>Полиномиальная функция второго порядка</i></p>  <p><i>Полиномиальная функция третьего порядка</i></p> | <p>Используется для описания величин, попеременно возрастающих и убывающих. Она применима, для анализа большого массива данных о нестабильной величине. Степень полинома определяется количеством экстремумов (максимумов и минимумов) кривой. Полином второй степени может описать только один максимум или минимум. Полином третьей степени имеет один или два экстремума.</p> <p>График, описывающий полином третьей степени имеет в первой части нисходящую ветвь, затем восходящую, и будет иметь два экстремума, что не корректно описывает изменение интенсивности движения при дальнейшем увеличении плотности ТП.</p> |

| | | |
|---|---|---|
| |  <p>Интенсивность движения(авт/час)</p> <p>Плотность потока(авт/км)</p> <p>$N = 0,00005p^3 + 0,0157p^2 + 5,2697p$</p> <p>$R^2 = 0,8261$</p> | |
| 2 | <p><i>Логарифмическая функция</i></p>  <p>Интенсивность движения(авт/час)</p> <p>Плотность потока(авт/км)</p> <p>$N = 639,53\ln(p) - 2244,2$</p> <p>$R^2 = 0,7972$</p> | <p>Адекватно описывает величину, которая в первой части быстро прогрессирует или убывает, а затем постепенно стабилизируется. Данный вид аппроксимации близко описывает как положительные, так и отрицательные величины.</p> |
| 3 | <p><i>Степенная функция</i></p>  <p>Интенсивность движения(авт/час)</p> <p>Плотность потока(авт/км)</p> <p>$N = 8,1696p^{0,9241}$</p> <p>$R^2 = 0,7913$</p> | <p>Дает адекватные результаты, если зависимость характеризуется постоянной скоростью роста. Примером такой зависимости может служить график ускорения автомобиля.</p> |
| 4 | <p><i>Экспоненциальная функция</i></p>  <p>Интенсивность движения(авт/час)</p> <p>Плотность потока(авт/км)</p> <p>$N = e^{0,0322p}$</p> <p>$R^2 = -16,58$</p> | <p>Следует использовать в том случае, если скорость изменения фиксируемых параметров непрерывно возрастает. Однако для данных, которые содержат нулевые или отрицательные значения, этот вид приближения неприменим, что в свою очередь ограничивает применимость данного математического аппарата для описания основных характеристик транспортного потока и их взаимосвязи.</p> |

На основе анализа разработанной таблицы можно сделать вывод о том, что полиномиальная функция второго порядка наиболее точно описывает зависимость интенсивности движения от плотности ТП. Квадратичная функция с применением соответствующих математических преобразований была использована для разработки мульти-параметрических уравнений, учитывающих дифференциацию метеорологических, транспортных, и дорожных условий [2].

Библиографический список

1. Сильянов, В. В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения: учебник / В. В. Сильянов — Москва: Транспорт, 1977. — 303 с.
2. Тестешев, А. А. Development of multiparameter equations for satellite monitoring analysis of traffic flow / А. А. Тестешев, В.Д. Тимоховец, Т.Г. Микеладзе // МАТЕС Web of Conferences – 2018. – № 143. – P. 04009.

Научный руководитель: Тимоховец В.Д.

О возможности создания транспортного пересечения улиц Гилевская Роцца и Дамбовская в г. Тюмени

Тимоховец В.Д., Слепокуров К.И.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В городе Тюмени существует значительное количество затрудненных и стесненных мест в виде узких улиц в центральной части города, что снижает уровень безопасности и комфорта всех участников движения и является одним из основных факторов роста количества и протяженности заторов. Город Тюмень находится в процессе непрерывного совершенствования, что требует повышения уровня состояния улично-дорожной сети (УДС) для улучшения условий движения в рамках развития города.

Предпосылками создания транспортного пересечения с продолжением ул. Гилевская роцца, которая станет дублером таких улиц, как Одесская и Западносибирская, является проведение работ по реконструкции пересечения ул. Дамбовская с ул. Мельникайте, вследствие чего большое количество транспортных средств сосредотачивается на пересечении ул. Дамбовская и ул. Волжская, создавая транспортный затор в двух направлениях. Также, наличие значительного числа светофорных объектов существенно затрудняет движение и уменьшает пропускную способность улиц [1].

Анализируя существующую транспортную ситуацию на выше перечисленных городских улицах, становится очевидной необходимостью про-

должения ул. Гилевская роща до ул. Дамбовская, с проектированием транспортной развязки на пересечении.

Транспортная развязка позволит понизить уровень загруженности крупных городских улиц и обеспечить свободный выход транспортных средств из района Лесобазы на главные магистральные улицы города, например, на ул. 50 лет Октября, ул. Республики, ул. Монтажников.

Продолжение улицы Гилевская роща входит в программу развития г. Тюмени на ближайшую перспективу, но на данный момент этот объект не отражен в календарном плане.

Поэтому была поставлена цель – разработка схемы транспортной развязки на пересечении ул. Гилевская роща с ул. Дамбовская.

Для достижения цели необходимо было решить следующие задачи:

1) обосновать необходимость строительства нового участка улицы с создания транспортного пересечения;

2) оценить экономические эффекты для принятых решений.

В ходе обоснования строительства была проведена экономическая оценка существующей ситуации объекта в соответствии с методикой, отраженной в диссертационной работе Андропова Р.В. [2].

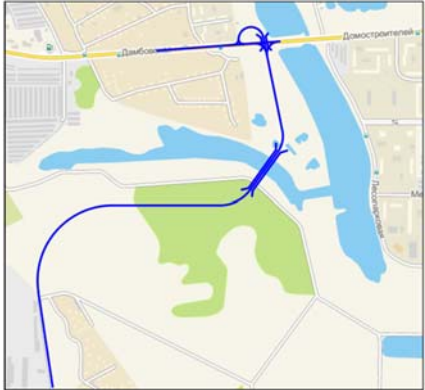
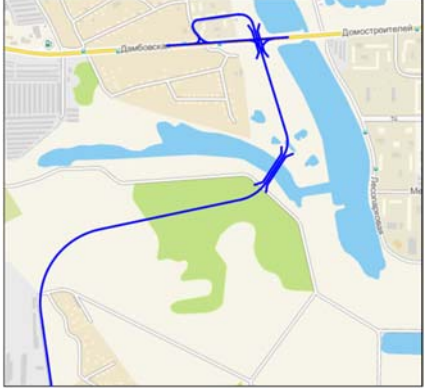
В расчете были рассмотрены экономические потери от заторов на существующих артериях, по которым проходит движение в сторону центра города, а именно по ул. Дамбовской и ул. Западносибирской. Суммарные потери составили: 344,37 и 131,51 млн. рублей для легкового и общественного транспорта соответственно.

По полученным результатам установлена необходимость строительства нового участка ул. Гилевская роща для ликвидации части экономических потерь с последующим получением эффектов. Были проработаны различные варианты решений по реконструкции рассматриваемого объекта (таблица 1).

Таблица 1

Варианты решений по реконструкции объекта

| Вариант | Предлагаемое решение | Описание решения |
|-----------|---|---|
| 1 вариант |  | <p>Продолжение ул. Гилевская роща до ул. Дамбовская с проектированием нерегулируемого пересечения без левоповоротных маневров. Данный вариант не полностью обеспечивает инфраструктурное развитие транспортного узла.</p> |

| | | |
|-----------|--|---|
| 2 вариант |  | Продолжение ул. Гилевская роща до ул. Дамбовская с проектированием транспортной развязки в двух уровнях типа «труба». |
| 3 вариант |  | Продолжение ул. Гилевская роща до ул. Дамбовская с проектированием транспортной развязки в двух уровнях с созданием съезда/въезда по ул. Губкина на ул. Гилевская роща. |

Для выбора оптимального решения был выполнен сравнительный анализ предлагаемых вариантов ряду показателей (таблица 2).

Таблица 2

Сравнение вариантов предлагаемых решений

| Параметр | Вариант 1 | Вариант 2 | Вариант 3 |
|---|---------------|--|--|
| Занимаемая площадь земель, м ² | 1576 | 4691 | 4715 |
| Тип пересечения | Одноуровневый | Двухуровневый | Двухуровневый |
| Наличие левоповоротных съездов | Отсутствует | Имеются для каждого направления по проектируемому съезду | Имеются для каждого направления по ул. Губкина |
| Максимальный угол поворота, лев./прав., ° | -/90 | 270/90 | 270/90 |
| Пропускная способность, авт./час | 5730 | 8913 | 8773 |

К дальнейшей проработке по суммарному количеству удовлетворяющих параметров, повышающих уровень безопасности движения и снижающих экономические затраты, принят второй вариант транспортной развязки.

Наиболее наглядными показателями при обосновании необходимости строительства являются: перепробег автомобилей, время на преодоление расстояния и экономическая эффективность.

В расчете установлено, что после реконструкции объекта перепробег снизится на 70,43%, время на преодоление расстояния от района Лесобазы до «гилевского кольца» сократится на 79,48%, а экономические потери снизятся на 79,11% [2].

Библиографический список:

1. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Дата введения 2017-07-01. – 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. – Тюмень, 2007. – 187 с.

Научный руководитель: Лучинский Д.П., заместитель главного инженера АО «Мостострой-11».

Сравнительный анализ моделей уплотнения городов в контексте развития транспортной инфраструктуры

Тимоховец В.Д., Кузук А.Ю.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время во всем мире наблюдается процесс непрерывного развития технологий, которые упрощают, а иногда и заменяют человеческий труд. Наряду с технологиями, города мира развиваются в геометрической прогрессии, при этом фактическая площадь занимаемых земель не изменяется, а рост городов неизбежен. Следствием данного фактора является повышение плотности городской застройки. В связи с этим, было подробно рассмотрено понятие «уплотнение городов» и как следствие моделей уплотнения. В частности, для повышения комфортабельности и безопасности необходимы кардинальные изменения: малоэтажная застройка реконструируется в многоэтажные здания, дорожная инфраструктура, состоящая из дорог в одной плоскости при пересечении содержащими светофоры, знаки и другие различные способы приоритетов движения совершенствуются транспортными многоуровневыми развязками.

В ходе работы были выделены следующие причины возведения застройки повышенной плотности: экономический фактор; социальный фактор; рыночный фактор; соревновательный фактор; эстетический фактор. Данные проблемы рассматриваются многими учеными мира, утверждающими, что «уплотнение неизбежно и иного пути развития у города нет» [1].

Плотность застройки оценивается такими показателями, как:

- отношение возведенных на определенной территории квадратных метров (m^2) к площади этой территории в гектарах (га) – $m^2/га$;
- отношение количества людей, проживающих на данной территории (чел), к площади этой территории (га) - чел/га.

В ходе детального изучения вопроса уплотнения городов были проанализированы существующие модели (табл. 1).

Таблица 1

Существующие модели уплотнения городов

| Модели | Описание | Фотография |
|--------------|--|---|
| Европейская | Модель характерна исторически сложившимся принципам строительства городов с низкой и средней этажностью, с минимальными расстояниями между домами, узкими улицами. |  |
| Азиатская | Модель характерна принципам строительства городов с повышенной этажностью, узкими улицами и многоуровневыми транспортными и пешеходными развязками ввиду необходимости максимального использования ограниченной территории, на которой проживает большое количество людей. |  |
| Американская | Модель характерна принципам максимального уплотнения общественных и деловых центров за счет роста зданий вверх, а уплотнения жилых районов за счет введения блокированного жилья. |  |
| Российская | Данная модель идет вразрез со всеми мировыми тенденциями. В последние годы ведется активное уплотнение российских городов за счет роста этажности, как в азиатской модели, но дело не в ограниченной площади территории страны, а в политике застройщиков. |  |

На основе анализа можно сделать вывод о том, что наиболее перспективной является Азиатская модель, поскольку она является наиболее благоприятной для жизни.

На территории Российской Федерации города-мегаполисы развиваются в соответствии с тенденциями Азиатской модели уплотнения, так, например, спальные районы Санкт-Петербурга и Москвы на сегодняшний

день имеют многоэтажную застройку, не говоря уже о Московском Международном Деловом Центре «Москва-Сити».

Последствия перехода к Азиатской модели могут повлечь за собой нарушение экологических, социально-психологических, санитарно-гигиенических и градостроительных ритмов жизни.

Для оптимизации существующей ситуации и устранения возможных нарушений становится очевидной необходимость усовершенствование основ градостроительства, в частности транспортной инфраструктуры, как одной из основных составляющих жизнедеятельности города.

Существующие транспортные развязки не в полной мере отвечают современным требованиям (низкая пропускная способность, большое количество конфликтных точек, большая полоса отвода земель).

Наиболее прогрессивными, из ныне существующих, являются такие транспортные развязки, как накопительная и клеверообразная накопительная (табл.2) [2].

Таблица 2

Прогрессирующие транспортные развязки

| Накопительная или стековая (stackinterchange) | | |
|---|--------------|--|
|  | Преимущества | Нет враждебных потоков, выезд расположен перед въездом, можно использовать при любых пересечениях дорог, возможность выделять дороги для поворота на большем расстоянии по сравнению с клеверообразными. |
| | Недостатки | Сложная конструкция, высокая стоимость сооружения, кроме прямого пересечения необходимо строительство изогнутых эстакад для левого поворота (у четырёхуровневой – четыре), необходимы дополнительные дороги для разворота. |
| Клеверообразная накопительная развязка | | |
|  | Преимущества | Более дешевая по сравнению с накопительной развязкой, используется только двух уровня для двух шоссе, выезд расположен перед въездом, снижается необходимость перестроения потоков перед выездами, высокая пропускная способность, удобно переделывать из клеверообразной. |
| | Недостатки | Необходимы дополнительные дороги для разворота, необходимо сооружение семи путепроводов. |

Несмотря на свои достоинства, проанализированные транспортные развязки не универсальны и применительно к особенностям Российской Федерации необходимо создание усовершенствованных типов транспортных развязок индивидуального проектирования.

Библиографический список

1. Анна Мартовицкая – журналист, статья: Уплотнение городов неизбежно. г. Москва, 27 мая 2010 г. Интернет-ресурс: <https://archi.ru/russia/25049/uplotnenie-goroda-neizbezhno>

2. Интернет-ресурс: https://ru.wikipedia.org/wiki/Транспортная_развязка

Научный руководитель: Санников С.П., доцент, кандидат технических наук, заведующий кафедрой автомобильных дорог и аэродромов.

Инновационные подходы в строительной отрасли

Тюпте Д.Г., Баянов Д.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Значимость инновационных технологий в строительстве возрастает [1-3]. Однако до сих пор проведение исследований в данном направлении главным образом фокусируется на разработки новых подходов, игнорируя взаимосвязи с предыдущими этапами инновационного процесса. Стимулирование инноваций в строительстве требует скорейшей интеграции применения знаний в процессе разработки технологий и своевременное создание благоприятных для этого условий.

На сегодняшний день выявлено 5 основных технологий «будущего»:

1 - Мобильные технологии. Интеграция данной технологии позволит экономить время, в реальном времени отслеживая информацию между строительной площадкой и офисом. Также можно будет легко получать доступ к последним изменениям в проекте. Например, приложение для смартфонов «JobFLEX» позволяющее создавать и управлять сметами, а также заявками на строительные материалы.

2 – Использование дронов. Благодаря высокому разрешению камеры дрона, можно создавать топографические и интерактивные 3D карты и модели. Дополнительно возможно проводить измерения объекта строительства. Стоит отметить еще одно их преимущество использования: возможность производить осмотры в труднодоступных местах (например: мосты) и высотных строений.

3 - Технологии «BIM» и «виртуальная реальность». Использование «BIM» позволяет проектировщикам не только создавать объект строитель-

ства в 3D-модели, но и закладывать большие слои метаданных по данному проекту, с последующим их включением в совместную работу. Одним из ярких примеров «BIM» технологии является целый комплекс программного обеспечения «AutoCAD».

Технология «виртуальной реальности» часто используется в сочетании с «BIM», чтобы помочь лучше понять сложные проекты. Имея более полное представление о проекте до его начала строительства, дает вам возможность избежать больших изменений и удорожания сметной стоимости строительства здания или сооружения в последующем. Например. Одним из вариантов данной технологии является специальный шлем, с дисплеем дополненной реальности (рис. 1). Разработчиком шлема выступила американская компания DAQRI во главе с ее генеральным директором Брайаном Маллинсом (Brian Mullins). Шлем позволяет работникам в реальном времени получать различную информацию и инструкцию для выполнения необходимого задания.



Рисунок 1. Шлем виртуальной реальности компании DAQRI

4 - 3D-печать. Как одна из инновационных технологий в строительной сфере, имеет огромный потенциал, способный изменить всю технологию возведения зданий и сооружений [1]. В настоящее время построено уже более 50 домов по технологии послойного экструдированного наплавления. Достоинством 3D-печати является безотходное производство, в отличие от обычного строительства, где около 20% материалов, поступающих на строительные объекты, в конечном счете, остаются отходами. Однако, на сегодня, построить объект с использованием принтера - дорогостоящее удовольствие, и необходимо искать решения данной проблемы.

5 - Искусственный Интеллект (ИИ). Строительная отрасль уже видит реализацию ИИ на стройплощадках с использованием робототехники. На некоторых объектах строительства и промышленных площадках уже применяются разработки по ИИ. Одной из интересной разработкой является робот по монтажу кирпичной кладки «Hadrian X» (рис. 2) производитель-

ностью 1000 кирпичей/час, что в 2,5 раза превышает суточную норму выработки 1 каменщика. Автономную установку разработала австралийская компания «Fastbrick Robotics». Установка представляет собой робота (кабину управления) на гусеничной платформе, со специальным рукавом (манипулятором), по которому подаются кирпичи и клеевой раствор. Работает «Hadrian X» на операционной системе, в которую загружены чертежи и все необходимые для работы данные. За 2 дня робот способен возвести здание площадью до 150 м².



Рисунок 2. а) процесс работы робота; б) робот «Hadrian X».

Несомненно, в будущем искусственный интеллект прочно войдет во все отрасли деятельности человека. Параллельно будут ускоренно развиваться все остальные инновационные технологии и не только в строительной индустрии. А пока, нас ждут годы плодотворной работы в этом направлении.

Библиографический список:

1. Дребезгова, М. Ю. Современные аддитивные технологии в малоэтажном строительстве / М. Ю. Дребезгова // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – 2017. – № 6. – С. 66-69

Применение композиционных конструкций в строительстве

Фатхлисламов А.Р.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

При проектировании здания или сооружения иногда возникает ситуация, когда подбор материала и размеров конструкции становится затруднителен. Это обусловлено тем, что конструкция, будучи выполненной из одного материала, может не выдержать нагрузки, а если это удаётся, то её

производство становится дорогим из-за расхода материала, а сама конструкция – тяжёлой, что делает её использование на высоте проблематичным. Единственный выход в данной ситуации – применение композиционных материалов.

Композиционный материал – совокупность материалов, которые не растворяются друг в друге и в результате применения которых продукт обладает улучшенными характеристиками (прочность, жёсткость и т.д.), в отличие от продукта, состоящего из одного материала.

В современном мире приобрело популярность использование конструкций из сталежелезобетона. Сталежелезобетон представляет собой объединение монолитного железобетона или плиты, стальных элементов и соединительных упоров или анкеров.

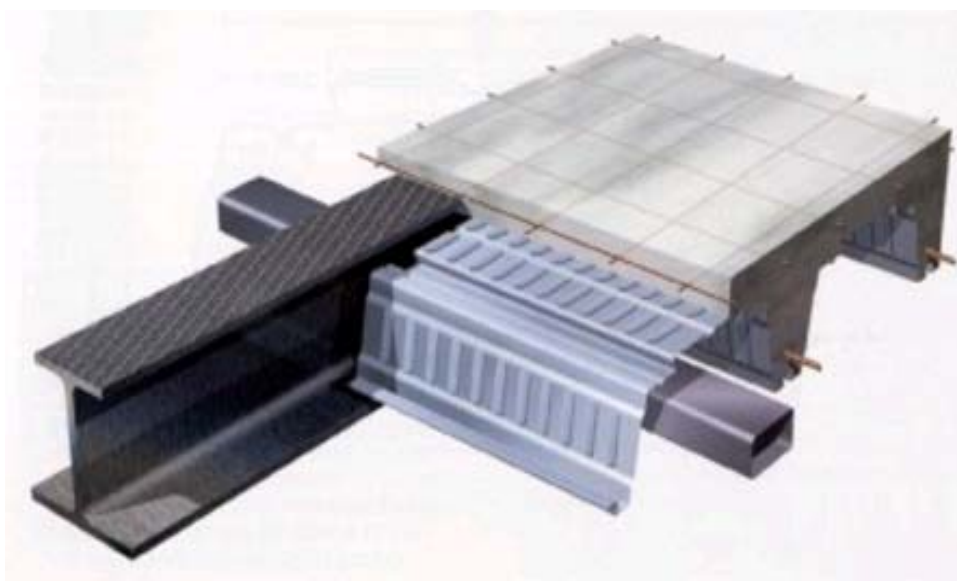


Рисунок 1. Схема сталежелезобетонной конструкции

В России данная технология была использована при строительстве «Лахта Центра» в Санкт-Петербурге, таким способом были смонтированы колонны.

Последовательность монтажа колонн «Лахта Центра»:

1. Изготовленный на заводе стальной сердечник с помощью крана поднимают на высоту последующего монтажа и устанавливают в проектное положение;
2. Вокруг установленного стального сердечника монтируется арматурная сетка;
3. С помощью крана поднимают и устанавливают опалубку под колонны;
4. Производят заливку бетона в опалубку;
5. Производят распалубливание конструкции.

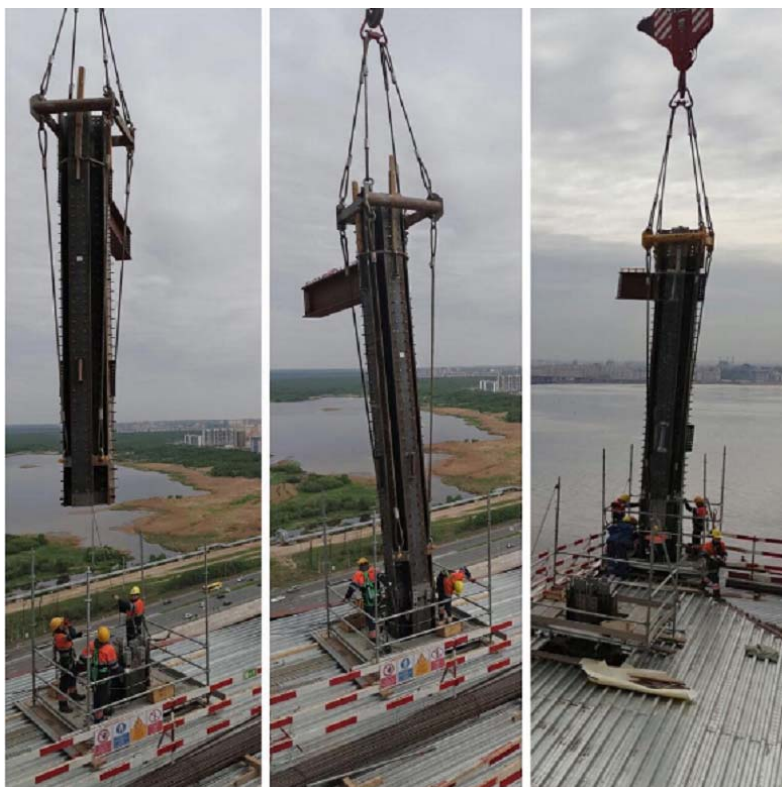


Рисунок 2. Установка стального сердечника колонны

Производство стального сердечника происходит по следующей технологии:

1. На заводе отливают два металлических профиля;
2. Один профиль разрезают по всей длине на две равные части;
3. Части разрезанного профиля приваривают к другому профилю[1].

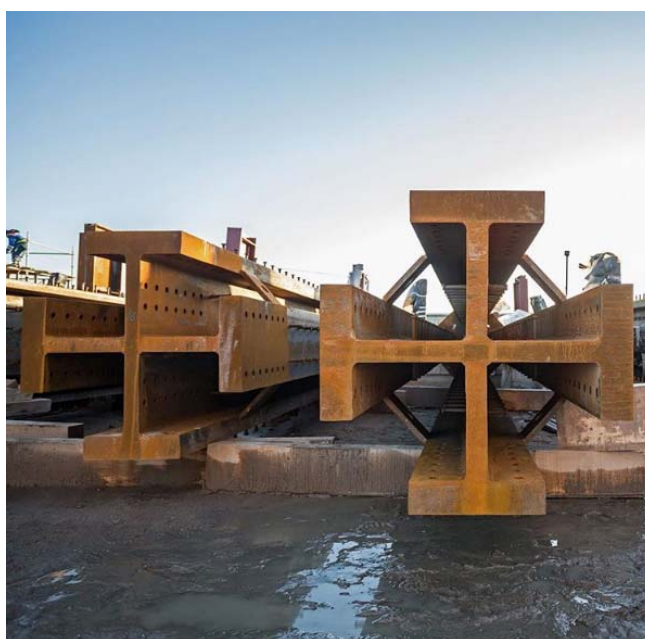


Рисунок 3. Стальной сердечник для колонн «Лахта Центра»

Изначально проектировщики «Лахта центра» рассматривали возможность применения стальных конструкций из обыкновенных металлических слябов. Однако колонна из чистого металла высотой 4,2 метра оказалась очень тяжёлой, что значительно увеличивает нагрузку на фундамент с учётом того, что на нижних этажах нужно много таких колонн. Конструкции выполнены в соотношении стали к бетону 60:40. Стыки колонн по высоте выполняются посредством сварки. Стыки ригелей с колоннами осуществляются посредством опирания ригелей на опорный столик, приваренный к сердечнику колонны, и закрепления на них сваркой [2].

Данные колонны сочетают в себе как преимущества металла, так и положительные свойства бетона. Достоинства металла заключаются в скорости и удобстве монтажа конструкции, достоинства бетона – огнестойкость, одинаковая ползучесть и усадка по всему периметру.

Библиографический список

1. Лахта Центр | Лахта Центр. Колонны: [Электронный ресурс] // Внутригородское муниципальное образование Санкт-Петербурга муниципального округа Лахта-Ольгино. 2012-2015. URL: <http://www.lahta-olgin.ru/lahta-center/posts/lahta-centr-kolonny> (Дата обращения 03.04.2018).
2. Как создают композитные колонны небоскрёба «Лахта центра»? : [Электронный ресурс] // Живой Журнал. 2016. URL: <https://lakhtacenter.livejournal.com/338972.html> (Дата обращения 03.04.2018).

Научный руководитель: Шестакова А. П., канд. экон. наук, доцент кафедры строительного производства.

О возможности применения фрагментированных цементогрунтовых оснований при строительстве автомобильных дорог

Харина М.С., Кубасов Д.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Автомобильные дороги являются важнейшим элементом инфраструктуры современных стран и характеризуют их развитость. В основном стоимость строительства увеличивается за счет транспортировки каменных материалов к месту ведения работ. И Россия не исключение – более 20 областей не имеют своих каменных материалов, что приводит к удорожанию строительства в 3-5 раз. Для того чтобы снизить стоимость строительства дорог, можно использовать местные грунты, укрепленные вяжущим, в том числе цементогрунты.

В сравнении с основанием из каменного материала конструкция дорожной одежды с цементогрунтовым основанием имеет ряд преимуществ, так как такое основание:

- снижает влажность активной зоны земляного полотна;
- обеспечивает хорошую ровность покрытия;
- повышает прочность при сжатии;

Наряду с достоинствами, такая конструкция имеет существенные недостатки:

- низкая трещиностойкость;
- низкая сдвигоустойчивость в плоскости между покрытием и основанием;
- низкое сцепление асфальтобетонного слоя с цементогрунтом, и как следствие этого, значительные деформации покрытия в виде волн, сдвигов, разрывов.

В процессе изучения патентов в предметной области исследования, были выявлены конструкции, позволяющие устранить ряд недостатков цементогрунтовых оснований или позволяющие снизить потребность в привозном каменном материале.

Патент на полезную модель RU 52405U1, 04.05.2005 [1]. Конструкция дорожной одежды, содержащая верхний слой асфальтобетонного покрытия, расположенную под ним георешетку, ячейки которой заполнены дисперсным нерудным материалом, прокладку из геотекстиля и слой песка, между асфальтобетонным покрытием и георешеткой расположен слой дисперсного нерудного материала. В качестве нерудного материала используется галька, и/или щебень, и/или шлак, и/или гравий (рисунок 1).

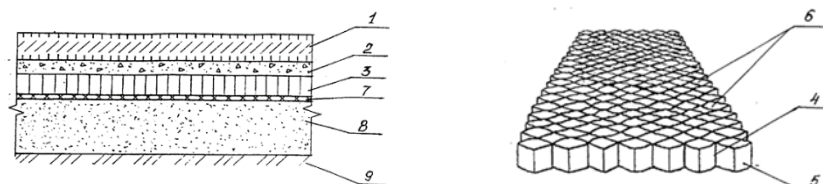


Рисунок 1. Конструкция дорожной одежды с объемной георешеткой:

- 1 – асфальтобетонный слой; 2 – дисперсный нерудный материал; 3 – георешетка; 4 – шов георешетки; 5 – перфорированные полосы георешетки; 6 – ячейки георешетки; 7 – прокладка из геотекстиля; 8 – слой песка; 9 – уложенный грунт.

Недостатками данной конструкции является использование дефицитных во многих регионах Российской Федерации дисперсных нерудных каменных материалов, что приводит к значительному удорожанию дорожной одежды.

Патент на полезную модель RU 84393U1, 16.02.2009 [2]. Конструкция дорожной одежды, содержащая асфальтобетонное покрытие и основание, состоящее из нижнего подстилающего слоя, георешетки и промежуточного слоя с заполнителем. Техническим результатом предложенной мо-

дели является повышение прочности автомобильной дороги общего пользования за счет использования георешетки с определенными характеристиками. Однако в данной конструкции имеются недостатки – отсутствие георешетки с заданными параметрами у заводов-изготовителей, что усложняет процесс строительства, а также низкие прочностные характеристики материалов-заполнителей.

Еще одним из способов повышения качества цементогрунтового основания является введение арматурного каркаса, который был рассмотрен в статье авторов П.А.Лыщика, А.И.Науменко, С.А.Синяка (рисунок2) [3].

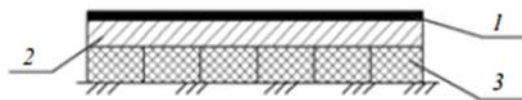


Рисунок 2. Модель дорожной конструкции из арматурного каркаса «георешетка-цементогрунт»:

1 – слой износа; 2 – покрытие из цементогрунта; 3 – арматурный каркас «георешетка-цементогрунт»

Такая конструкция была применена на лесовозной автомобильной дороге в ГЛХУ Лидский лесхоз. При проведении исследований выяснилось, что на фрагментированном участке лесовозной дороги глубина колеи меньше на 60%, что подтверждает влияние арматурного каркаса «георешетка-цементогрунт» на сдвигоустойчивость цементогрунта в продольном направлении. Описанная конструкция предназначена для дорог низких категорий и не предполагает устройство покрытия из асфальтобетона.

Таким образом, рассмотренные конструкции являются недостаточно прочными, надежными и технологичными, а также не приводят к снижению трещиностойкости асфальтобетонного покрытия и стоимости строительства автомобильных дорог.

Нами предложен новый альтернативный метод строительства дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием на цементогрунтовом основании фрагментированном объемной пластиковой георешеткой. Данная конструкция является экономически выгодной из-за снижения толщины асфальтобетонного покрытия на 30-40% за счет применения фрагментации. Разделение основания на блоки в процессе строительства объемной георешеткой будет способствовать повышению трещиностойкости асфальтобетонного покрытия, за счет чего будет увеличиваться срок службы дорожной одежды в целом.

Библиографический список

1. Устройство дорожной одежды [Текст]: Патент RU52405U1, 04.05.2005. Устройство дорожной одежды // Патент России № RU 52405 U1/ Жеребцова С.В., Левин Б.А., Орлов А.И.

2. Устройство дорожной одежды [Текст]: Патент RU 84393 U1, 16.02.2009. Устройство дорожной одежды // Патент России № RU 84393 U1/ Потрашков В.М.

3. Лыщик, П. А. Конструкции лесных автомобильных дорог на основе арматурного каркаса «георешетка-цементогрунт». / П. А. Лыщик, А. И. Науменко, С. А. Синяк // Труды БГТУ. – Минск: БГТУ, 2016. – № 2 (184). – С. 79-82.

Научный руководитель: Санников С.П., доцент, кандидат технических наук, заведующий кафедрой автомобильных дорог и аэродромов.

Особенности применения сезонно-охлаждающих устройств (СОУ)

Хлопенков И.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Целью работы является анализ особенностей применения сезонно-охлаждающих устройств.

Опасность деградации мерзлых оснований заключается в уменьшении несущей способности грунтов, при повышении температуры. Это требует разработки и применения технических решений, способных компенсировать отрицательное воздействие потепления для существующих, строящихся и проектируемых сооружений. В настоящее время наиболее эффективным решением, способным компенсировать тепловое воздействия на несущую способность вечномерзлых грунтов, является применение сезонно-охлаждающих устройств (СОУ) грунта. Имеется несколько основных видов термостабилизаторов: горизонтальные и вертикальные естественнодействующие трубчатые системы, индивидуальные и глубинные термостабилизаторы.

В данной статье были рассмотрены 2 вида СОУ: горизонтальные и индивидуальные термостабилизаторы грунта, Научно-Производственного Объединения (НПО) «Фундаментстройаркос» [3], рисунок 1 и рисунок 2 соответственно. Основное различие между системами заключается в их расположении по отношению к сооружению. Индивидуальные СОУ располагаются вертикально индивидуально у опор строения и обеспечивают поддержание грунта в мерзлом состоянии вокруг них. Охлаждающие трубы горизонтальных СОУ располагаются горизонтально под всей площадью сооружения, обеспечивая равномерную температурную стабилизацию грунта, а конденсаторный блок удаляется от сооружения на расстояние до 70м для беспрепятственного эксплуатации строения.

Принципиального отличия в работе исследуемых термических стабилизаторов грунта нет, так как в охлаждающих трубах и индивидуальных,

и горизонтальных СОУ происходит перенос тепла от грунта к хладагенту, хладагент переходит из жидкого состояния в парообразное. Пар перемещается в сторону конденсаторного блока, где снова переходит в жидкое состояние, отдав тепло через ребрение в атмосферу. Остывший и сконденсированный хладагент вновь стекает в испарительную систему и повторяет цикл.

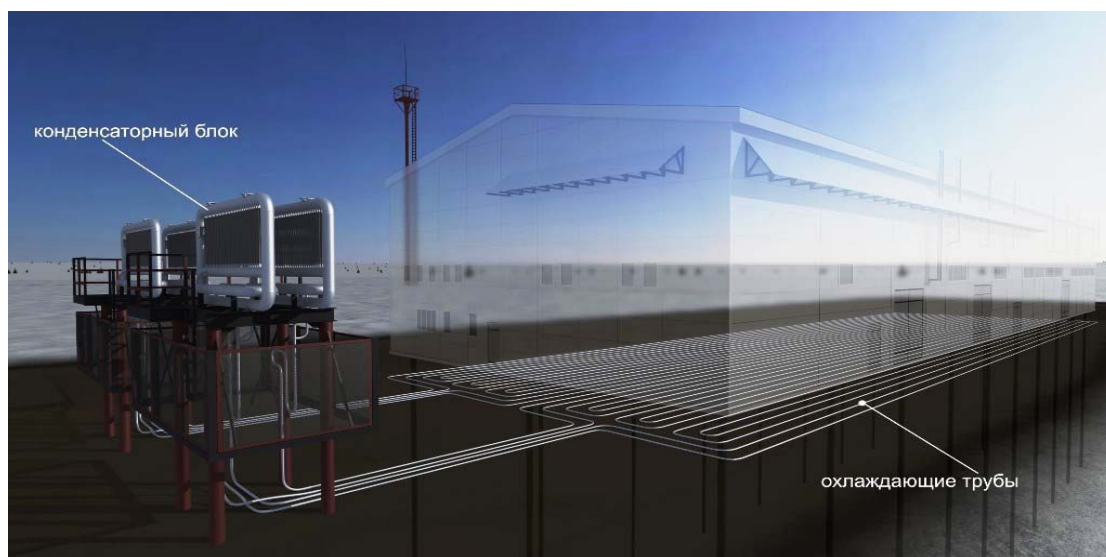


Рисунок 1. Принципиальная схема конструкции горизонтального естественнодействующего термостабилизатора

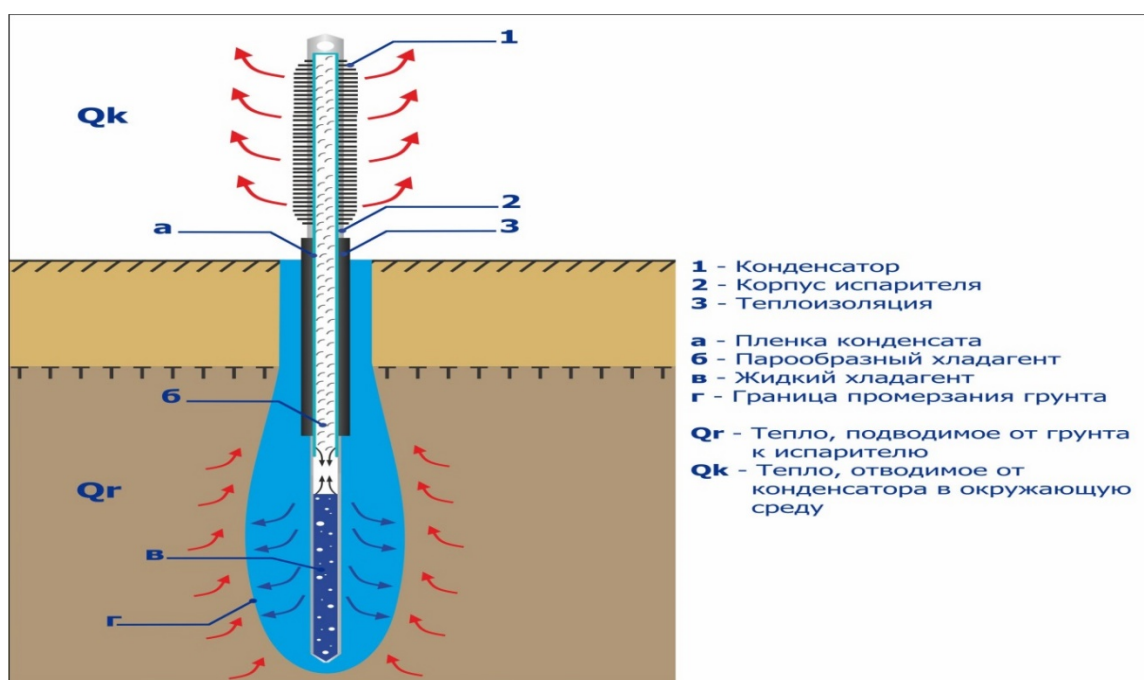


Рисунок 2. Конструктивное решение индивидуального термостабилизатора

По данным Долгих Г.М., Окунова С.Н. и др. расположенным на официальном сайте [3] и изложенным в работах [1;2] выявлен ряд имеющихся

производственных и эксплуатационных характеристик горизонтальных и индивидуальных охлаждающих установок грунта (таблица 1).

Таблица 1

Эксплуатационные и производственные характеристики

| Характеристика | Горизонтальные СОУ | Индивидуальные СОУ |
|------------------------------|---|--|
| Срок службы | до 30 лет | до 40 лет |
| Доступность для обслуживания | доступен только конденсаторный блок | доступна вся конструкция |
| Изготовление | сборное | полностью заводское изготовление/сборное |
| Трудоемкость обслуживания | обслуживание всей системы через конденсаторный блок | обслуживание каждого стабилизатора в отдельности |

Вывод: индивидуальные стабилизаторы грунта превосходят горизонтальные по сроку службы, доступности обслуживания и вероятности появления человеческого фактора при устройстве СОУ, благодаря возможности полностью заводского изготовления, однако уступают по трудоемкости обслуживания из-за необходимости работы с каждым стабилизатором в отдельности.

Библиографический список

1. Долгих, Г. М. Надежность, эффективность и управляемость систем температурной стабилизации вечномерзлых грунтов оснований зданий и сооружений / Г. М. Долгих, С. Н. Окунев, Л. С. Поденко, В. Н. Феклисов // Международная конференция: «Криогенные ресурсы полярных и горных регионов». – Тюмень: издательство ТЮмГУ, 2008. – С. 34-39.

2. Долгих, Г. М. Современная технология строительства оснований и фундаментов на многолетнемерзлых породах с применением парожидкостных охлаждающих установок / Г. М. Долгих, С. Н. Окунев, А. Б. Осокин и др. // Материалы третьей конференции геокриологов России. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – Том 4. – С. 27-33.

3. Долгих, Г. М. Новые перспективы северного строительства жилых и административных зданий с применением систем термостабилизации грунтов [Электронный ресурс] / Г. М. Долгих // Вестник ТГУ. – 2009. – № 4. – Режим доступа: <http://www.npo-fsa.ru/nauchnie-publikacii.html>.

Научный руководитель: Ряполова Г.В., старший преподаватель

Технологические схемы производства работ при устройстве цилиндрических фундаментов

Хлопенков И.В.¹, Цыганкова М.А.²

¹*Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень*

²*Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, г. Санкт-Петербург*

Фундамент является наиболее важной и ответственной конструкцией здания, поэтому, до начала ведения строительных работ необходимо определиться с типом и конструкцией фундамента, который будет воспринимать нагрузки от здания и передавать их на основание. Этот выбор зависит от многих факторов: конструктивного типа здания, материала его стен, этажности, свойств грунта, глубины залегания грунтовых вод, объемов финансирования проекта. Инновационным типом фундамента является ленточно-оболочечный фундамент (ЛОФ), который выступает как альтернатива сплошному плитному фундаменту. Конструкция ЛОФ представляет собой железобетонные опорные контуры, располагаемые под несущие стены здания, объединенные выпуклыми вверх по отношению к грунту, железобетонными оболочками. Преимуществом по сравнению с плитным фундаментом является экономия материалов, в частности железобетона, повышенная сопротивляемость фундамента к осадкам здания.

На данный момент времени, одним из недостатков данной конструкции фундамента является повышенная трудоемкость производства земляных работ, связанная с устройством цилиндрических грунтовых целиков под железобетонную оболочку. В связи с чем требуется детально проработать технологические схемы производства работ.

Работы по устройству данного вида фундамента выполняются в следующей последовательности:

- разработка котлована механизированным способом при помощи экскаватора по всей площади котлована до верхней отметки, соответствующей верху грунтовых целиков с учетом недобора грунта для ручного формирования подболобочечного пространства и с учетом технологической ширины по периметру фундамента не менее 0,6 м в свету (рисунок 1);
- разработка траншей под опорные контуры механизированным способом при помощи экскаватора с учетом толщины щебеночной подготовки (рисунок 2);
- доработка дна траншей при помощи малогабаритной техники или вручную и выполнение щебеночной подготовки и подготовки из тощего бетона;
- ручное формирование криволинейной поверхности выпуклых вверх грунтовых целиков с условием не нарушения естественной структуры грунта. В целях предотвращения осыпания грунта и возможного размыва ливневыми водами бетонирование по верху тощим бетоном (рисунок 3);

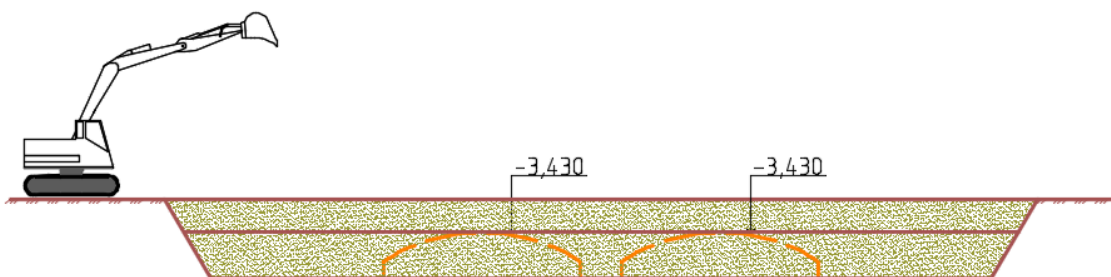


Рисунок 1. Разработка до отметки верха грунтовых профилей

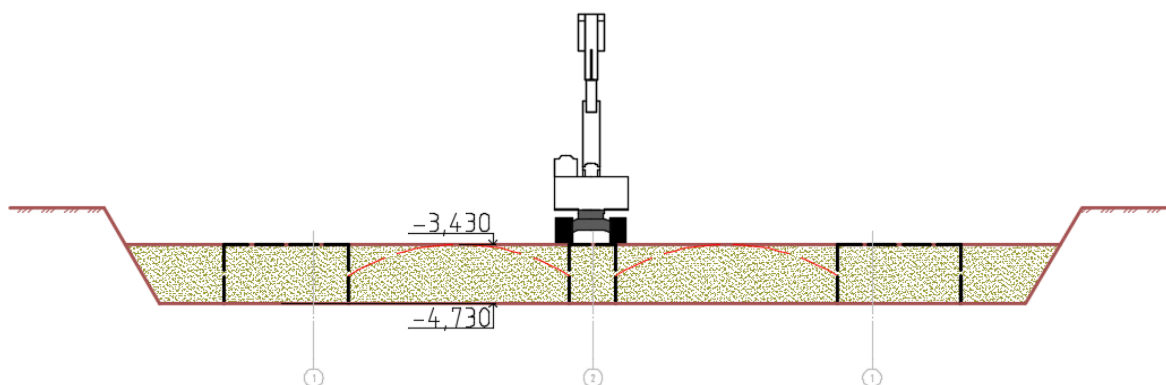


Рисунок 2. Разработка грунта под ленточную часть фундамента



Рисунок 3. Формирование подололочечной части фундамента

- установка в проектное положение арматурных сеток и каркасов по бетонным подготовкам ленточных и оболочечных частей фундамента [1];
- установка опалубки с надежным ее раскреплением для обеспечения геометрически ровных проектных плоскостей фундамента. Установка опалубки на всю высоту фундамента по торцовой части цилиндрических оболочек для образования деформационного шва между торцами оболочек и ленточной частью фундамента (рисунок 4) [1];
- бетонирование ленточной и оболочечной частей фундамента одновременно с уплотнением глубинными и поверхностными вибраторами. Бетонирование оболочек производится по маякам, установленным на арматурную сетку оболочек [1];



Рисунок 4. Установка опалубки

- возведение конструкций подвала;
- выполнение гидроизоляции наружной поверхности фундамента совместно с наружными стенами подвала;
- обратная засыпка пазух котлована непучинистым грунтом с послойным уплотнением [2].

Сложность конструкции и повышенная трудоемкость возведения инновационного типа фундамента является обманчивой. Правильная организация труда рабочих, грамотно составленная проектная и техническая документация обеспечивают высокое качество производства работ. С точки зрения экономической составляющей, данный тип фундамента, может конкурировать с широко распространенными свайными, плитными фундаментами, за счет снижения объема и стоимости материалов, так же представляется возможным дополнительно снизить расход арматуры, и расход бетона на 15% за счет уменьшения высоты сечения плитной части за счет чего уменьшить конечную сметную стоимость фундамента и здания целиком.

Библиографический список

1. Пронозин, Я. А. Технологические аспекты и экономические показатели устройства ленточных фундаментов мелкого заложения, объединенных пологими оболочками / Я. А. Пронозин, М. А. Цыганкова, Д. В. Волосюк // сборник материалов Всероссийской конференции с международным участием «Фундаменты глубокого заложения и проблемы освоения подземного пространства». – Пермь: издательство ПНИПУ, 2014. – С.179-193
2. Пронозин, Я. А. Взаимодействие ленточных фундаментов с сильносжимаемым грунтовым основанием: дис. ... канд. тех. наук: 25.03.02 / Пронозин Яков Александрович. – М., 2016. – 341 с.

Научный руководитель: Цыганкова М.А., старший преподаватель.

Новые требования к геотехническому мониторингу объектов капитального строительства

Чернова А.Ю.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Высокие темпы строительства в крупных городах, освоение новых территорий, развитие высотного строительства влечет за собой ряд проблем, которые касаются вопросов надежности строящихся зданий и сооружений. В строительную практику внедряются новые технологии, требующие постоянных наблюдений [1], кроме того постоянно выявляются некачественно построенные или спроектированные здания и сооружения. Некоторые случаи, в основном связанные с неравномерными осадками и кренами зданий, получают широкую известность [2]. В связи с этим, возникает необходимость в усилении контроля за строящимися объектами, выходят пересмотренные редакции строительных норм.

Согласно приказу Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 декабря 2016 года №970/пр «Об утверждении СП 22.13330 «СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений», (далее – Приказ) с 17.06.2017 введен в действие СП22.13330.2016.

В соответствии с пунктом 2 данного Приказа до внесения изменений в Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений", утвержденный постановлением Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2014 г. N 1521 (далее – Перечень), остаются действующими главы СП22.13330.2011, указанные в Перечне.

Рассмотрим положения о геотехническом мониторинге, которые устанавливает новый свод правил.

В Разделе 12 СП.22.13330.2016 необходимость проведения геотехнического мониторинга оснований, фундаментов и конструкций сооружений, ограждающих конструкций котлованов, массива грунта, окружающего подземную часть сооружения, расположенного на застроенной территории, устанавливается для объектов нового строительства и реконструкции 2 и 3 геотехнических категорий.

Согласно новому своду правил геотехническая категория объекта строительства представляет собой категорию его сложности с точки зрения геотехнического проектирования, которую определяют в зависимости от уровня ответственности объекта и сложности инженерно-геологических условий площадки строительства.

Геотехнические категории подразделяют на: 1 (простую), 2 (среднюю), 3 (сложную) и устанавливают по таблице 1.

Геотехническая категория сооружения

| Категория сложности инженерно-геологических условий (по СП47.13330) | Уровень ответственности сооружений (по ГОСТ 27751-2014) | | |
|---|---|----------------------|----------------------|
| | КС-3 (повышенный) | КС-2 (нормальный) | КС-1 (пониженный) |
| I (простая) | 3 | 2 | 1 |
| II (средняя) | 3 | 2 | 1 |
| III (сложная) | 3 | 3 | 2 |

Как видно из таблицы, в новом своде правил необходимость геотехнического мониторинга регламентируется для подавляющего большинства современных строящихся объектов, в то время как не все из них попадают под критерии, ранее установленные в СП22.13330.2011[3].

В таблицах, приведенных в приложении Л СП22.13330.2016, содержатся указания по выбору контролируемых параметров при геотехническом мониторинге в зависимости от высоты здания и его геотехнической категории.

Для наиболее распространенных в нашем городе объектов нового строительства (высотой до 75 м, при глубине котлована до 5 м) установлены следующие контролируемые параметры:

- при геотехническом мониторинге оснований, фундаментов и конструкций вновь возводимых зданий: осадки фундаментов и относительная разность осадок (для 2 и 3 геотехнической категории), крен (для 3 геотехнической категории);

- при геотехническом мониторинге сооружений окружающей застройки, расположенных в зоне влияния нового строительства при глубине котлована до 10 м: дополнительные осадки фундаментов и их относительная разность, ширина раскрытия и глубина образования трещин.

Контролируемые параметры для остальных случаев (для зданий выше 75 м, при глубине котлована больше 5 м, и др.) также приведены в приложении Л СП22.13330.2016.

Геотехнический мониторинг проводится в соответствии с программой, которая разрабатывается в составе проектной документации.

Программа геотехнического мониторинга должна включать:

- особенности объекта (уровень ответственности, конструктивная схема, решения по устройству подземной части и др.);

- проектные параметры, характеризующие взаимодействие сооружения с основанием (нагрузки на основание, деформации основания, напряжения в сваях и конструкциях подземной части и др.);

- инженерно-геологические и гидрогеологические условия (характеристики грунтов основания, прогнозируемое перемещение уровня подземных вод и др.);

- сведения о сооружениях окружающей застройки (уровень ответственности, значения прогнозируемых дополнительных деформаций);
- контролируемые параметры (в том числе предполагаемое количество и участки фиксации их изменений);
- методы фиксации измерений контролируемых параметров и требования к точности измерений;
- этапы, периодичность и сроки проведения наблюдений (назначаются в соответствии с таблицей 12.1 СП 22.13330.2016);
- требования к отчетной документации.

На основании программы при 3 геотехнической категории или по специальному заданию разрабатывается проект геотехнического мониторинга (наблюдательной станции), в котором также должны быть представлены: схемы установки наблюдательных марок, скважин, маяков, датчиков и др.; характеристика оборудования; методики измерений; требования к обследованию окружающей застройки.

Таким образом, после того, как будут внесены изменения в Перечень, у застройщиков возникнет необходимость озаботиться вопросом проведения комплекса работ по геотехническому мониторингу, определения его объемов и методов. Новые нормативы устанавливают минимальные требования для наблюдения за зданиями и для предотвращения возможных негативных ситуаций.

Библиографический список

1. Пронозин, Я. А. Геотехнический мониторинг строительства жилого дома на ленточно-оболочечных фундаментах в городе Тюмени / Я. А. Пронозин, Л. Р. Епифанцева, М. А. Степанов, В. М. Чикишев // Промышленное и гражданское строительство, 2017. – № 10. – С. 59-66.
2. Степанов, М. А. Устранение прогрессирующего развития неравномерности осадок многоэтажного жилого дома на ленточных свайных фундаментах / М. А. Степанов, Т. В. Мальцева, А. Н. Краев, Л. А. Бартоломей, А. М. Караулов // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». Том 9, – 2017, – №4. Режим доступа: <http://naukovedenie.ru/PDF/62TVN417.pdf>.
3. Степанов, М. А. Вопросы проведения геотехнического мониторинга в строительстве / М. А. Степанов, А. Ю. Чернова // Нефть и газ Западной Сибири: материалы Международной научно-технической конференции. – Тюмень: ТИУ, – 2017. – С. 200-202.
4. СП 22.13330.2016 Основания зданий и сооружений. – М.: Минрегион РФ, – 2016.

Научный руководитель: Степанов, М.А., канд. техн. наук.

Авторский надзор за строительством как инструмент управления качеством строительства

Шекляев С.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Заказчики часто прибегают к процедуре авторского надзора, чтобы избежать непредвиденных чрезвычайных ситуаций. Авторский надзор – один из видов строительного контроля, который производится на всех стадиях строительства до ввода объекта в эксплуатацию и выведения его на проектную мощность. Авторский надзор обязателен при строительстве опасных, особо опасных, технически сложных и уникальных объектов капитального строительства [1]. В остальных же случаях процедура носит рекомендательный характер. Цель авторского надзора заключается в соблюдении требований проектной, рабочей и сметной документации на стадии строительства.

Авторский надзор в строительстве осуществляют, руководствуясь СП 11-110-99 «Авторский надзор за строительством зданий и сооружений» [2]. Настоящий документ устанавливает рекомендуемые положения по организации и ведению авторского надзора на объектах строительства.

Процедуру авторского надзора осуществляет проектная организация или же иные юридические лица на основании договора с заказчиком. При этом необходимо иметь допуск СРО (саморегулирующей организации).

Основанием для проведения авторского надзора является план-задание (договор) на осуществление авторского надзора между заказчиком и проектной организацией. Осуществление авторского надзора проектной организацией не снимает ответственности со строительного-монтажных организаций и заказчика за качество СМР, ремонтных работ и их соответствия проектно-сметной документации.

Основные задачи специалистов проектной организации, осуществляющих авторский надзор:

- осуществление выборочного контроля за соответствием производимых строительных, монтажных и ремонтных работ ПСД;
- своевременное решение вопросов, связанных с необходимостью внесения изменений в рабочую документацию в установленном порядке;
- недопущение ввода в эксплуатацию объектов с отклонениями от проекта, недоделками, которые могут привести к снижению прочности и устойчивости строящихся сооружений.
- Обязанности проектной организации:
 - осуществлять выборочный контроль за качеством и соблюдением технологии производства работ, связанных с обеспечением надежности, устойчивости и долговечности конструкций и монтажа технологического и инженерного оборудования;

– участвовать в приемке отдельных ответственных конструкций и скрытых работ в процессе строительства.

– Обязанности заказчика:

– организовывать технический надзор в процессе строительства за качеством СМР в соответствии с требованиями нормативных документов и проектной документации;

– своевременно извещать проектную организацию о дате проведения авторского надзора в соответствии с утвержденным план-графиком с предоставлением работникам авторского надзора служебных помещений, автотранспорта (учитывается договором), средств связи.

Организация авторского надзора:

1. проектная организация осуществляет авторский надзор на основании план-графика;

2. заказчик совместно с проектной организацией (ГИП) определяет перечень видов работ для осуществления авторского надзора, стоимость, количество посещений строящегося объекта главными специалистами проектной организации, утверждают план-график;

3. заказчик на основании утвержденного план-графика, фактического состояния дел на строительной площадке, не позднее чем за три дня, извещают телефонограммой проектную организацию о дате проведения авторского надзора с указанием условия выезда и работ, по которым выполняется авторский надзор;

4. приказом по проектной организации осуществление авторского надзора возлагается на ГИП, который имеет право привлекать к работам по авторскому надзору начальников отделов и других специалистов, принимавших участие в разработке проектной документации, что отражается в план-графике о составе специалистов, осуществляющих авторский надзор;

5. расчеты проектной организации с заказчиком за проведение авторского надзора производится ежеквартально в соответствии с план-графиком. При проведении дополнительных работ, не учтенных план-графиком, оплата производится по фактическим затратам проектной организации по форме 3п. Суммарные затраты не должны превышать 10% от стоимости договора. При превышении данной стоимости, составляется дополнительное соглашение;

6. работники при осуществлении авторского надзора должны вести журнал авторского надзора по форме приложения А СП 11-110-99.

Журнал авторского надзора передается заказчику одновременно с утвержденным план-графиком работ, с регистрацией в журнале выдачи проектной организации. Он должен быть прошнурован, пронумерован, подписан руководителем организации и заверен подписью и печатью заказчика. Журнал авторского надзора оформляется в двух экземплярах: один экземпляр хранится у заказчика, второй – в проектной организации, осуществляющей авторский надзор.

Записи в обоих журналах должны быть полностью одинаковы. Допускается, в отдельных случаях, оформлять замечания в виде акта предписания с последующей записью в журнале авторского надзора.

Производители работ строительной-монтажной организации и представитель заказчика обязаны фиксировать в журнале авторского надзора исполнение указаний работников проектной организации. Ответственность за своевременное и качественное выполнение требований авторского надзора, а также за сохранность и содержание в надлежащем виде журнала несет заказчик [3].

По окончании СМР, ремонтных работ сверяются записи в обоих журналах авторского надзора по данному объекту и заверяются подписями представителями заказчика и проектной организации.

Журнал заказчика хранится у заказчика вместе с исполнительной документацией.

В проектной организации журнал авторского надзора сдается в технический архив, где хранится вместе с ПСД по данному объекту [4].

Библиографический список

1. Сулейманов, Т. И. Авторский надзор как одна из форм строительного контроля / Т. И. Сулейманов, Н. А. Амирханов // Технические науки. – 2016. – № 5. – С. 21-23.

2. Коробова, Н. С. Авторский надзор за строительством как гарантия качества законченных строительством объектов / Н. С. Коробова, А.Н. Коркишко // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе. – 2016. – № 1. – С. 187-190.

3. Бураков, В. А. Технический надзор за строительством как гарантия качества законченных строительством объектов / В. А. Бураков, А. Н. Коркишко // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе. – 2016. – № 1. – С. 141-144.

4. Семенов, С. И. Авторский надзор – путь к решению вопроса безопасности в строительстве / С. И. Семенов // Промышленная и экологическая безопасность. – 2009. – № 4. – С. 46-48.

Научный руководитель: Набоков А.В., к.э.н., доцент.

Влияние степени уплотнения на физические характеристики грунта

Шматок В.В., Дениченко Я.С., Жигайлов А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Теоретические исследования и внедрение в дорожное строительство методов укрепления грунтов неорганическими вяжущими материалами

начали проводить в начале XX века [1]. Многочисленные эксперименты, проведенные многими исследователями, показали эффективность применения в качестве оснований автомобильной дороги цементогрунта, приготовленного на основе местных материалов, по сравнению с применением привозных и дорогостоящих каменных материалов [2].

Цементогрунт – это затвердевшая смесь, состоящая из грунта, цемента и воды, имеющая прочную кристаллизационную структуру.

Широкому применению цементогрунтов препятствуют его недостатки. Главным недостатком является низкая морозостойкость, обусловленная повышенным водопоглощением, и, как следствие, низкому сроку службы.

При формировании цементогрунтового слоя важную роль играет процесс уплотнения, ведущий к уменьшению пористости, снижению водопоглощения, повышению морозостойкости и долговечности.

Уменьшить водопоглощение, также, можно за счет применения гидрофобизирующих добавок. На сегодняшний день рынок насыщен различными добавками, которые рекомендуются производителями для их применения с данной целью. Работы, выполненные ранее на кафедре автомобильных дорог и аэродромов, показывают, что значительного снижения водопоглощения достигли образцы из цементогрунта, обработанные добавкой на основе кремнийорганического вяжущего серии «Типром».

Целью работы является повышение прочности и снижение водопоглощения цементогрунта, путём увеличения его плотности и применения гидрофобизирующих материалов.

Исходя из этого, были поставлены следующие задачи:

1. Оценить степень влияния уплотнения на физические характеристики грунта;
2. Разработать составы цементогрунтовой смеси для разной уплотняющей нагрузки и разного содержания цемента;
3. Установить зависимости влияния уплотняющей нагрузки и гидрофобизирующих материалов на прочность и водопоглощение цементогрунтовых образцов;
4. Теоретически обосновать применение уплотняющей техники для создания цементогрунта с заданными свойствами в условиях строительной площадки.

На первом этапе была решена первая задача, для этого был определен гранулометрический состав грунта, путем его просеивания через комплект стандартных сит [3]. В качестве исследуемого грунта используется грунт Юргинского карьера. В соответствии с [4] грунт относится к пескам мелким, однородным.

Для установления влияния уплотняющей нагрузки на физические свойства грунта был проведен ряд опытов по определению максимальной плотности и оптимальной влажности. Эти характеристики определялись методом стандартного уплотнения на приборе СоюздорНИИ [5].

Повышение уплотняющей нагрузки осуществлялось за счет увеличения высоты падения гири, путем замены стандартной направляющей штанги длиной 30 см на арматурный стержень длиной 150 см (рис 1). Испытания проводились при изменении высоты падения гири на интервал равный 30 см в диапазоне с 30 до 120 см, нагрузка при этом изменилась в 2, в 3 и в 4 раза соответственно. Для точности смежных испытаний, стержень устанавливался в вертикальном положении и фиксировался с применением крепежных элементов.

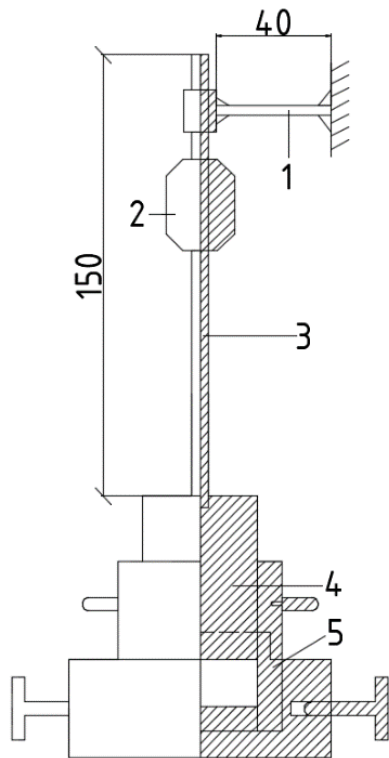


Рисунок 1. Схема и фотография крепления стержня
1 – элемент крепления; 2 – гиря, массой 2,5 кг; 3 – стержень; 4 – плунжер;
5 – разъемный цилиндр

На модернизированном приборе стандартного уплотнения было проведено 12 испытаний, по 3 параллельных для каждой высоты падения.

Обработка и анализ полученных данных (рис 2) позволил сделать следующие выводы:

1. Увеличение высоты падения гири повысило уплотняющую нагрузку, что привело к повышению плотности грунта. При высоте падения гири 30 см, максимальная плотность составила 1625 кг/м^3 , при 60 см – 1670 кг/м^3 , при 90 см – 1704 кг/м^3 и при 120 см – 1726 кг/м^3 .

2. Увеличение плотности грунта возможно за счет уменьшения пористости. При уплотнении образцов с высоты 60 см пористость уменьшилась на 2,4 %, при 90 см на 4,3 % и при 120 см на 5,4 % относительно пористости при уплотнении с высоты 30 см.

3. Оптимальная влажность грунта при изменении высоты падения гири сократилась. При высоте падения 30 см – 14,43 %, при 60 см – 13,80 %, при 90 см – 13,28 % и при 120 см – 11,21 %.

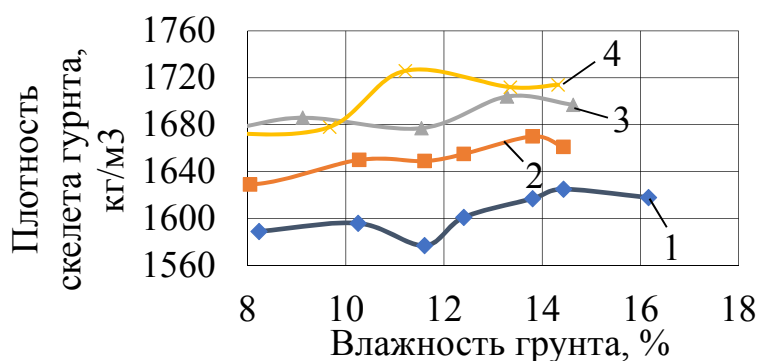


Рисунок 2. График зависимости максимальной плотности от оптимальной влажности при высоте падения:

1 – 30 см; 2 – 60 см; 3 – 90 см; 4 – 120 см

Полученные данные будут использоваться при решении следующих ранее поставленных задач.

Библиографический список

1. Кириенко, В. А. Применение укрепленных и переувлажненных грунтов в городском дорожном строительстве/ В. А. Кириенко. – М: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 2008. – 86 с.

2. Шуваев, А. Н. Применение цементогрунта при строительстве дорожных одежд автомобильных дорог/ А. Н. Шуваев, С. А. Куюков, М. В. Панова, А. А. Жигайлов // Сборник научных трудов ОАО «ГИПРОДОРНИИ», 2013. – № 4. – С. 130-137.

3. ГОСТ 12536-79 Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава. – М.: Стандартинформ, 2008. – 18 с.

4. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. – М.: Стандартинформ, 2013. – 42 с.

5. ГОСТ 22733-2002. Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности. – ФГУП СоюздорНИИ, 2002. – 12 с.

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

Архитектура как метафора современности: постановка проблемы

Шулер Р.М.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Роль метафор в современной архитектуре очень высока. Несмотря на кажущуюся субъективность, неподатливость к осознанному контролю, архитектура является одним из самых мощных метафорических видов общения. Архитектурная метафора далеко не так непредсказуема, как это кажется на первый взгляд. Особенно, если изначально уделять ей достаточно внимания.

Суть всякой метафоричности состоит в переносе смысла одного объекта на другой, при этом происходит качественное приращение смыслов. Классическая истина о том, что все познается в сравнении, превращает поиск смыслов архитектурных форм в поиск метафор, индексирующих сходства и различия в отражающих ими объектов. Можно сказать, что одни и те же смыслы постоянно реконструируются, открывая что-то новое друг для друга, в путешествии от одной содержательной формы к другой. Известно, что многие архитектурные формы явились результатом творческого воспроизведения форм окружающей природы. Архитекторы древности часто обращались к формам растительного мира. Иногда же они переносили в новый материал (например, камень) традиционные архитектурно-конструктивные формы, возникавшие на основе применения совершенно иного, материала (дерева). Подобные случаи подражания обычно объясняют либо декоративными задачами, либо силой традиции. Утверждают, например, что элементы египетской архитектуры в камне по традиции сохранили формы, родившиеся в результате применения тростника и глины, как основных материалов построек; или, что лотосообразная капитель Египта явилась следствием декоративного подражания растению. Критомикенская колонна также имитирует формы растительного мира. Отвал ее расширяется кверху; капитель, состоящая из эхина и абаки, венчает его наподобие кроны. Все элементы колонны строго конструктивны; введение мотива, заимствованного из растительного мира, здесь подсказано только потребностью найти более цельный и наглядный образ колонны.

Примеры метафоры в греческой архитектуре великолепны по ясности и силе художественной выразительности, но немногочисленны. Греки и в поэзии пользовались метафорой весьма умеренно. Позднее, в Риме, потребовались более пышные и великолепные образы. Широкое распространение здесь получает коринфская капитель, созданная еще греками. Независимо от того, произошла ли она от колоколообразных капителей Египта или от куста греческого аканфа, она отвечала присущей римлянам потребности в пышных метафорах. Римское искусство именно так и относится к греческим архитектурным ордерам. В соответствии с новым идейным содержанием лишь изменились соотношения между частями: вместо того,

чтобы демонстрировать ясность и органичность, свойственные греческому искусству, те же формы были призваны теперь выражать величие и мощь. Вместо идеи свободного и законченного развития теперь демонстрируется идея внешней силы, вместо роста – водружение. Это постигается общим изменением пропорций. Фриз и карниз увеличиваются по отношению и архитраву, нагрузка, испытываемая частями сооружения, всюду подчеркивается.

В языке метафорические образы создаются не только путем переноса свойств какого-либо предмета на другой предмет, но и путем замены одних понятий другими; так, например, в выражении «дождь идет» мы имеем дело с известного рода анимизмом. Нечто подобное видно и в архитектуре, когда стволу колонны придавалось известное утонение кверху. Получившееся вследствие этого впечатление, будто бы ствол колонны на высоте одной своей трети от земли чуть раздался, должно было говорить о давлении, которое он испытывает. «Ствол напрягается, ствол пружинит», – как бы говорил зодчий. Эта метафора делала живым и наглядным действие сил в частях архитектурного сооружения.

С течением времени развитие и распространение метафор приводит к появлению клише, а постоянная повторяемость когда-то новой формы (неологизма) – к архитектурному знаку. Признание метафорических возможностей архитектурного языка позволяет отнести более критически к использованию форм классической архитектуры в современной практике. Обычное состояние архитектурного знака – его многозначность. В архитектурном языке закодированность знаков всеобща, и прочтение архитектурного текста во многом зависит от его трактовки, которая полностью находится во власти воспринимающего. В современном глобализирующемся мире многозначность архитектурного образа имеет особое значение.

Библиографический список

1. Стеклова, И. А. Архитектура как метафора мироустройства / И. А. Стеклова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №2. – С.24-26.

Научный руководитель: Шулер И.В., канд. пед. наук, доцент.

СЕКЦИЯ «Инженерные системы и сооружения»

Текстильные воздуховоды

Бойко Т.А., Фомина А.В., Юсько С.Е.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Применение текстильных воздуховодов в системах вентиляции дает возможность применять их для помещений с высокими гигиеническими требованиями, например, таких, как предприятия фармацевтической и пищевой промышленности, а также общественного питания, так как материалы, из которых они изготавливаются, легко поддаются быстрой сборке и разборке, благодаря которой легко осуществить очистку и дезинфекцию.

Текстильные диффузоры позволяют сэкономить более 50% затрат на распределение воздуха, поэтому у текстильных воздуховодов достаточно широкая область применения, не считая помещений с особыми гигиеническими требованиями. К ним относятся: пищевая промышленность, продовольственные склады, рабочие места с низкой температурой, химическая, текстильная, электротехническая промышленность; супермаркеты; спортивные залы, бассейны; кухни; офисы; дискотеки, кинотеатры и т. д.

Основной особенностью тканевых воздухораспределителей является материал изготовления. В основном используются следующие материалы:

- Полиэфирное волокно (воздухопроницаемая ткань);
- Ткань с микроперфорацией. Мелкие отверстия данной ткани осуществляют наиболее равномерное распределение воздуха при его низких скоростях. Благодаря этому свойству, применение распределительных систем из такого материала дает возможность применять их в непосредственной близости от мест скопления людей
- Перфорированный текстиль. Имеет большую «дальнобойность» благодаря чему такие изделия используются вдали от скопления людей.
- «Текстильное сопло». Использование такого материала в раздаче воздушного потока подходит для точечной подачи воздуха в рабочее пространство. Также он хорошо подходит для создания воздушных завес.

В зависимости от типа ткани, производитель устанавливает свой срок эксплуатации, который в зависимости от среды использования колеблется от 1 года до 10 лет.

К преимуществам тканевых воздуховодов можно отнести следующие показатели:

- Простота и удобство монтажа;
- Простота проектирования: проектировщику нужно рассчитать и сбалансировать только общие участки, которые выполняются из листовой стали, рассчитываются и монтируются традиционным способом;
- Небольшой вес конструкции: постоянный удельный вес тканевых воздуховодов в 32 раза меньше удельного веса металлических конструкций воздуховодов, и по этому параметру они сопоставимы с пластмассовыми;

– Коррозионная стойкость: в отличие от металлических изделий, текстильные воздуховоды абсолютно не подвержены коррозионным и химическим процессам;

– Низкая стоимость доставки воздуховодов: воздуховоды в силу малой толщины и мягкости материала, они складываются и упаковываются в обычные коробки. Из-за этого стоимость их доставки по сравнению с металлическими или пластмассовыми конструкциями значительно ниже;

– Изготавливаются из негорючего материала;

– Совместимость, так как их легко комбинировать воздуховодами из других материалов.

Текстильные диффузоры позволяют сэкономить более 50% затрат на распределение воздуха. Речь идет о единой системе со 100% гарантией чистоты после промывки и возможной дезинфекции.

Наряду с большим количеством преимуществ также имеются и недостатки данных систем воздухораспределения.

На сегодняшний день выявлено два недостатка текстильных воздуховодов, которые присущи продукции всех производителей:

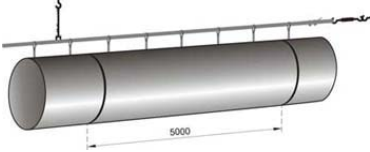
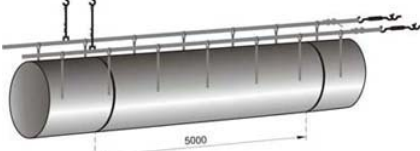

1. Текстильные воздуховоды можно использовать в приточных системах вентиляции, но проблема их использования на вытяжных системах на сегодняшний день уже ищет решение.

2. Если использовать воздуховод непосредственно не для распределения воздуха, а для его транспортировки, то тратится больше энергии. Но данный недостаток можно считать условным, так как в реальности это не влияет на эксплуатацию, ведь 95% всех воздуховодов ставятся именно в местах воздухораспределения.

Многие производители поставляют в комплекте с воздуховодами все необходимые аксессуары для их монтажа. На российском рынке для потребителя представлено 3 вида монтажа, которые представлена в таблице 1[3].

Таблица 1

Способы монтажа воздуховодов

| Вид монтажа | Эскиз |
|-------------------------------------|--|
| Подвеска на одном тросе |  |
| Подвеска на двух тросах |  |
| Подвеска на одном или двух профилях |  |

В связи с развитием новых производственных технологий, сфера применения текстильных воздуховодов значительно увеличилась. Изменились требования к свойствам и качествам вентиляционного оборудования, разрабатываются все более усовершенствованные материалы для текстильных воздуховодов. В наше время наука не стоит на месте и на сегодняшний день уже разрабатываются такие материалы из стекловолокна, которые обладают огнестойкими и негорючими свойствами. Например, двухстороннее покрытие из полиуретана обеспечивает текстильным воздуховодам отличные антистатические свойства, что значительно упрощает чистку и уход за ними, а также позволяет производить санитарную обработку их поверхности.

Библиографический список

1. Тканевые воздуховоды [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.ecokotel.ru/mp/otepbo534orc.aspx>.
2. Гелясин, М. В. Текстильные воздуховоды. Основные особенности и области применения. [Электронный ресурс] / М. В. Гелясин // Журнал "АВОК" выпуск №4. – 2011. – Режим доступа: <http://www.mpk.ua/index.php/articles/2012-02-17-000000?id=156>.
3. Текстильные воздуховоды [Электронный ресурс] //каталог "КАР-ТЕК" – 2018. – Режим доступа: <http://www.kartek.ru/index.php?zi=166&chp=showpage&num=29>.

Научный руководитель: Афонин К.В., канд. техн. наук, доцент.

Методика снижения теплопотерь при канальной прокладке трубопроводов

Камотина Е.В.

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

Одним из важных направлений по повышению эффективности теплоснабжения является снижение тепловых потерь в сетях, которое реализуется заменой выработавших свой ресурс трубопроводов на новые, изоляция которых проектируется в соответствии с более жесткими современными нормами на тепловые потери [1].

На Российском рынке в настоящее время представлены жидкие керамические теплоизоляционные материалы, которые находят своего потребителя, благодаря широкой области применения и простоте использования. Рассмотрим один из таких.

Сверхтонкий жидкий теплоизолятор «Броня» состоит из высококачественного акрилового связующего, керамических сверхтонкостенных микро-

сфер с разряженным воздухом. Помимо основного состава в материал вводятся специальные добавки, которые исключают появление коррозии на поверхности металла [2].

Рассмотрим методику расчета теплотерь при подземной прокладке двух трубопроводов в канале с применением теплоизоляции ППУ и жидкой керамической изоляции «Броня» (рис. 1).

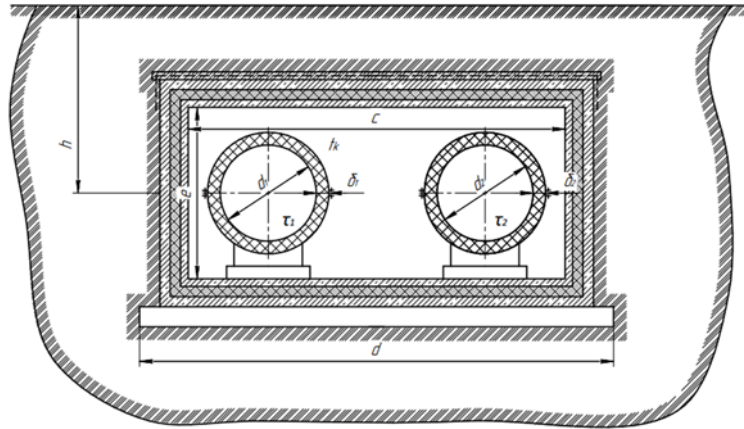


Рисунок 1. Подземная канальная прокладка трубопроводов

Запишем уравнение теплового баланса:

$$\frac{\tau_1 - t_k}{R_{u1} + R_{\alpha 1}} + \frac{\tau_2 - t_k}{R_{u2} + R_{\alpha 2}} = \frac{t_k - t_0}{R_{ак} + R_k + R_{сп}} \quad (1)$$

Находим температуру воздуха в канале из уравнения (1). После нахождения t_k можно определить плотность теплового потока каждого трубопровода:

$$q_1 = \frac{\tau_1 - t_k}{R_{u1} + R_{\alpha 1}} \quad \text{и} \quad q_2 = \frac{\tau_2 - t_k}{R_{u2} + R_{\alpha 2}}.$$

Расчет термических сопротивлений:

$$1) \quad R_{u1} = \frac{1}{2\pi\lambda_{u1}} \ln \frac{d_{u1}}{d_1} - \text{сопротивление изоляционной конструкции}$$

подающей трубы, где $d_{u1} = d_1 + 2\delta_{u1}$,

$$2) \quad R_{\alpha 1} = \frac{1}{\pi d_{u1} \alpha_1} - \text{сопротивление теплоотдачи от поверхности изоляции к воздуху в канале;}$$

Коэффициенты теплоотдачи можно рассчитать по артериальному уравнению для средних коэффициентов теплоотдачи при свободном движении около горизонтальных труб, предложенному Н.М. Михеевой.

$$\overline{Nu}_{ж, d} = (Gr_{ж, d} Pr_{ж})^{0,25} \cdot \left(\frac{Pr_{ж}}{Pr_c}\right)^{0,25}; \quad Gr_{ж, d} = \frac{g\beta(t_c - t_k)d_n^3}{\nu_{ж}}$$

$$\overline{Nu}_{ж,d} = \frac{\alpha \cdot d_n}{\lambda_g} \Rightarrow \alpha = \frac{\overline{Nu}_{ж,d} \cdot \lambda_g}{d_n} \approx \alpha_1 \approx \alpha_2 \approx \alpha_k \approx 2,12 - 2,20 \frac{Вт}{м^2 \cdot C}.$$

$$3) R_{\alpha 2} = \frac{1}{\pi d_{u2} \alpha_2};$$

$$4) R_{u2} = \frac{1}{2\pi \lambda_{u2}} \ln \frac{d_{u2}}{d_2}, \text{ где } d_{u2} = d_2 + 2\delta_{u2};$$

$$5) R_{\alpha k} = \frac{1}{\pi d_{эк1} \alpha_k} - \text{сопротивление от воздуха к стенкам канала, где}$$

$d_{эк1}$ - эквивалентный диаметр канала;

В общем случае для расчета применяется следующая формула:

$$d_{эк1} = \frac{4F_k}{u}, \text{ где } F_k = c \cdot e; u = 2(c + e).$$

$$6) R_k = \frac{1}{2\pi \lambda_k} \ln \frac{d_{э2}}{d_{э1}} - \text{тепловое сопротивление теплопроводности бе-}$$

тонных стенок канала (по формулам для цилиндрической стенки).

$$d_{эк2} = \frac{4av}{2(a + v)} = \frac{2av}{a + v},$$

$$7) R_{сп} = \frac{1}{2\pi \lambda_{сп}} \ln \left[2 \frac{h}{d_{э2}} + \sqrt{\frac{4h^2}{d_{э2}^2} - 1} \right] - \text{термическое сопротивление}$$

грунта (формула Форхгеймера), где h - глубина заложения оси канала (трубопроводов), $h = 950$ мм.

Расчет приведен при среднегодовой температуре грунта в месте заложения трубопровода $5^\circ C$ ($t_{сп} = t_0 = 5^\circ C$).

Для расчета диаметры стального трубопровода были предоставлены СТС (Свердловские тепловые сети):

$$d_{ст}^{вн} = 514 \text{ мм}; \delta_{ст} = 8 \text{ мм}; d_{ст}^{нар} = 530 \text{ мм}.$$

Коэффициенты теплопроводности:

$$\lambda_{ст.мр.} = 16 \frac{Вт}{м \cdot K}; \lambda_{мпу} = 0,036 \frac{Вт}{м \cdot K}; \lambda_{броня} = 0,0012 \frac{Вт}{м \cdot K}; \lambda_k = \lambda_{сп} = 1,6 \frac{Вт}{м \cdot K}.$$

Низкий коэффициент теплопроводности материала «Броня», который мы учитываем в своей работе, в подтверждение этого имеет патент на изобретение, методику и протоколы испытаний.

Размеры канала:

$$c = 2000 \text{ мм}; e = 900 \text{ мм}; a = 2160 \text{ мм}; v = 1060 \text{ мм}; \delta_{ст} = 80 \text{ мм};$$

Данные расчета сведены в таблицу 1.

Расчет вариантов уменьшения тепловых потерь

| | Тепловые потери | | | Температура воздуха в ка- нале |
|--|----------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| | q_1 | q_2 | q_1+q_2 | t_k |
| Исходный (только ППУ) | 82,4 | 22,7 | 105,1 | 27,1 |
| Нанесение «Броня» на сталь прямого тру- бопровода с сохране- нием ППУ на обоих трубопроводах ($\delta_{из}=5...50$ мм) | 99,5...78,7 37,2...34,2 | 26,0...24,6 40,9...31,5 | 126,5...102,3 78,2...65,8 | 30,6...26,0 21,1...18,5 |
| Нанесение «Броня» на сталь обоих тру- бопроводов с сохра- нением ППУ ($\delta_{из}=1...10$ мм) | 83,3...71,9 83,2...19,3 | 23,1...21,7 23,1...7,6 | 106,4...93,7 106,4...27,0 | 26,9...24,3 26,9...10,6 |

Применение жидкого керамического материала для изоляции трубопроводов прямой и обратной сетевой воды считаем необходимым и целесообразным с экономической точки зрения.

Библиографический список

1. Байбаков, С. А. Оптимизация толщин тепловой изоляции при проектировании теплопроводов тепловых сетей / С.А. Байбаков, К.Ф. Филатов // Новости теплоснабжения. – 2013. – №2.

2. Жидкая теплоизоляция Броня, Москва – официальный сайт [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://xn----9sbniebscmjecij7a2e8gkc.xn--p1ai/>

Научный руководитель: Соколов А.В., доцент.

О выборе водоподготовительного оборудования

Лаврушенко Е.А., Германова Т.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Основным источником водоснабжения для предприятий энергетики являются воды поверхностных источников. Природная вода характеризуется многообразием минеральных и органических примесей.

Для подбора водоподготовительного оборудования теплоэнергетических установок требуется определение характеристик исходной природной воды по макрокомпонентному анионно-катионному составу.

В настоящее время применяется классификации О. А. Алекина, сочетающая принцип деления химического состава природных вод по преобладающим анионам и катионам [1], что важно для применения данной технологии.

Анализ гидрохимического состава природных вод рек в границах Российской Федерации (далее – РФ) [2], показывает, что ионный состав вод бассейна реки Обь (основными притоками которой являются река Иртыш, в которую впадают река Тобол и река Ишим) на территории юга Тюменской области и Курганской области отличается от состава большинства рек территории РФ (см. рисунок 1).

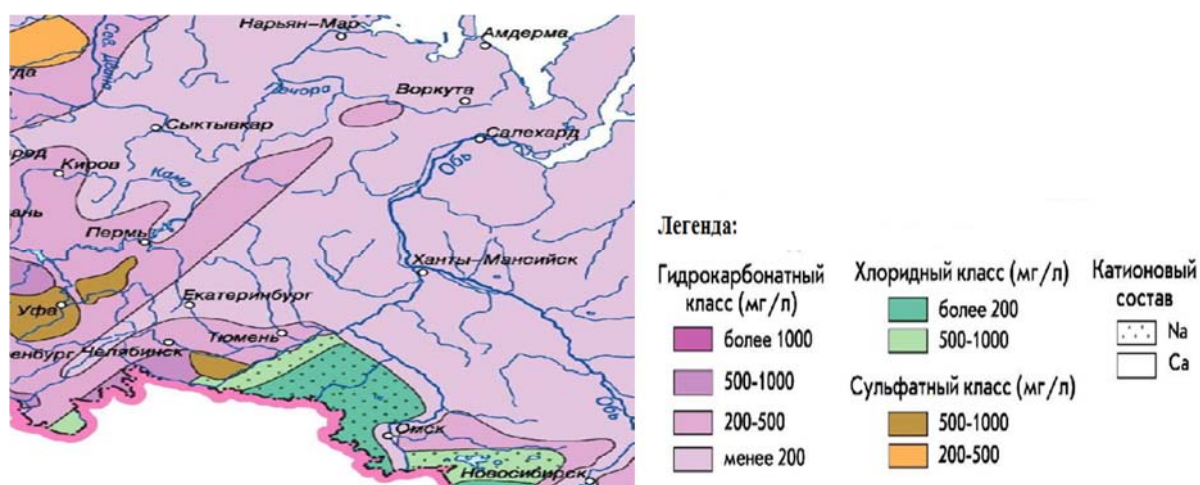


Рисунок 1. Гидрохимия рек, отнесенных к Обскому бассейну [2]

Выделяется ионный состав вод реки Тобол, обладающий тремя классами по преобладающему аниону и тремя группами преобладающему катиону и реки Ишим – два класса по аниону. Следует отметить их различие по преобладающим анионам и катионам на протяжении всей длины рек. Это способствует изменению состава вод реки Иртыш. Анализ состава природных вод рек бассейна реки Обь по основным ионам выборочно представлен в таблице 1.

Таблица 1

Анализ состава природных вод по основным ионам

| Показатель | Содержание катионов и анионов | | Жесткость, мг-экв/л | | | Щелочность, мг-экв/л |
|-------------------------------|-------------------------------|----------|---------------------|------|--------|----------------------|
| | мг/л | мг-экв/л | Жо* | Жк** | Жнк*** | |
| р. Ишим | | | | | | |
| Ca ²⁺ | 80,16 | 4,03 | 12,25 | - | 5,6 | 6,65 |
| Mg ²⁺ | 98,68 | 8,223 | | - | | |
| HCO ₃ ⁻ | 402,6 | 6,65 | - | 6,65 | | |

| р. Иртыш | | | | | | |
|-------------------------------|------|------|------|-----|------|-----|
| Ca ²⁺ | 28,1 | 1,4 | 2,81 | - | 0,11 | 2,7 |
| Mg ²⁺ | 17 | 1,41 | | - | | |
| HCO ₃ ⁻ | 165 | 2,7 | - | 2,7 | | |

Примечание: * - жесткость общая, ** - жесткость карбонатная, *** - жесткость некарбонатная.

Данная картина должна являться руководством к действию подбора оборудования энергетических целей: важно правильно определить схему водоподготовки для котлов. Повышенная минерализация усложняет получение умягченной воды традиционным натрий-катионированием, даже двухступенчатым. При достижении определенной критической минерализации и эквивалентного ей значения щелочности котловой воды происходит увеличение влажности (содержания) пара. Это приведет к уменьшению срока эксплуатации водоподготовительного оборудования. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод об экономической нецелесообразности дальнейшей эксплуатации используемого водоподготовительного оборудования котельной.

Библиографический список

1. Алекин, О. А. Основы гидрохимии / О. А. Алекин. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970. – 413 с.
2. Ключко, А. А. Национальный атлас России Том.2. Природа и экология / А. А. Ключко, М. А. Романовская, М. Г. Гречушникова. — ФГУП "ГОСГИСЦЕНТР" Москва, 2004. – С. 495.
3. Беликов, С. Е. Водоподготовка / С. Е. Беликов. – М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.

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

Расчетные объемы поверхностных сточных вод с площадок резервуарных парков

Малышкина Е.С., Фугаева А.М., Воронов А.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Проблема очистки поверхностного дождевого и талого стока актуальна для всех регионов Российской Федерации. Согласно требованиям [1], условием сброса поверхностных вод в водные объекты является соблюдение экологических и санитарных требований к охране водных объектов России. Сброс неочищенных поверхностно – ливневых вод запрещен [2].

Дождевые и талые стоки, образующиеся на промышленных объектах, имеют определенный режим поступления и специфический состав загрязнений. Это касается территорий нефтяных скважин, узлов подготовки нефти, резервуарных парков и других хозяйственно важных объектов. Отсутствие системы водоотведения поверхностного стока влечет за собой неизбежное загрязнение прилегающей территории нефтепродуктами, поверхностно-активными веществами, металлами, химическими реагентами и солями [3].

Характер выпадения атмосферных осадков и интенсивность снеготаяния зависят от климатических факторов и предсказуемы лишь с определенной степенью вероятности. Объемы поверхностных стоков, сбрасываемых с площадки размером 1 га, находящейся внутри обвалования резервуарных парков, являются одним из основных параметров при выборе технологической схемы локальных очистных сооружений. Расчеты выполним согласно [4].

1. Среднегодовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на площадках предприятий в период выпадения дождей и таяния снега:

$$W_{\Gamma} = W_{\text{д}} + W_{\text{т}}, \text{ м}^3 \quad (1)$$

где $W_{\text{д}}$, $W_{\text{т}}$ - среднегодовой объем дождевых и талых вод, стекающих с жилых территорий и промышленных площадок, м^3 .

$$W_{\text{д}} = 10 \cdot h_{\text{д}} \cdot \Psi_{\text{д}} \cdot F, \text{ м}^3 \quad (2)$$

$$W_{\text{т}} = 10 \cdot h_{\text{т}} \cdot \Psi_{\text{т}} \cdot F, \text{ м}^3 \quad (3)$$

где $F = 1$ га - общая площадь стока;

$h_{\text{д}}$ - слой осадков, за теплый период года, мм [табл. 4.1, 5];

$h_{\text{т}}$ - слой осадков за холодный период года или запас воды в снежном покрове к началу снеготаяния, мм [табл. 3.1, 5];

$\Psi_{\text{д}}$ и $\Psi_{\text{т}}$ - общий коэффициент стока дождевых и талых вод соответственно.

Среднегодовой объем поверхностных сточных вод, образующихся на площадках предприятий нефтяной промышленности для городов Тюмень, Сургут, Салехард и Тобольск приведен в таблице 1.

Таблица 1

Среднегодовой объем поверхностных сточных вод

| Город | $h_{\text{д}}$ | $\Psi_{\text{д}}$ | Среднегодовой объем дождевых вод $W_{\text{д}}, \text{ м}^3$ | $h_{\text{т}}$ | $\Psi_{\text{т}}$ | Среднегодовой объем талых вод $W_{\text{т}}, \text{ м}^3$ | Среднегодовой объем поверхностных сточных вод $W_{\Gamma}, \text{ м}^3$ |
|----------|----------------|-------------------|--|----------------|-------------------|---|---|
| Тюмень | 360 | 0,8 | 2880 | 107 | 0,7 | 749 | 3629 |
| Сургут | 467 | | 3736 | 209 | | 1463 | 5199 |
| Салехард | 338 | | 2704 | 106 | | 742 | 3446 |
| Тобольск | 353 | | 2824 | 110 | | 770 | 3594 |

2. Объем дождевого стока от расчетного дождя, отводимого на очистные сооружения с площадок предприятий:

$$W_{\text{оч}} = 10 \cdot h_a \cdot F \cdot \Psi_{\text{mid}}, \text{ м}^3 \quad (4)$$

где h_a - максимальный слой осадков за дождь, сток от которого подвергается очистке в полном объеме, мм;

$\Psi_{\text{mid}} = 0,95$ - средний коэффициент стока для расчетного дождя.

3. Максимальный суточный объем талых вод в середине периода снеготаяния, отводимых на очистные сооружения с промышленных предприятий:

$$W_{\text{т.сут}} = 10 \cdot \Psi_{\text{т}} \cdot K_y \cdot F \cdot h_c \cdot \alpha, \text{ м}^3 \quad (5)$$

где $\Psi_{\text{т}} = 0,8$ - общий коэффициент стока талых вод;

$K_y = 1$ - коэффициент, учитывающий частичный вывоз и уборку снега;

h_c - слой талых вод за 10 дневных часов, принимается в зависимости от расположения объекта, мм [5];

$\alpha = 0,8$ - коэффициент, учитывающий неравномерность снеготаяния.

Полученные значения объема дождевого стока от расчетного дождя и максимальный суточный объем талых вод в середине периода снеготаяния, отводимые на очистные сооружения с промышленных предприятий, представлены в таблице 2.

Таблица 2

Расчетный объем поверхностных сточных вод, отводимых на очистку, при обеспеченности 63%

| Город | h_a | Ψ_{mid} | Объем дождевого стока от расчетного дождя $W_{\text{оч}}, \text{ м}^3$ | h_c | $\Psi_{\text{т}}$ | α | K_y | Максимальный суточный объем талых вод $W_{\text{т.сут}}, \text{ м}^3$ |
|----------|-------|---------------------|--|-------|-------------------|----------|-------|---|
| Тюмень | 25,61 | 0,95 | 243,31 | 20 | 0,8 | 0,8 | 1 | 128 |
| Сургут | 25,53 | | 242,55 | 16 | | | | 102,4 |
| Салехард | 20,28 | | 192,68 | 14 | | | | 89,6 |
| Тобольск | 28,08 | | 266,74 | 18 | | | | 115,2 |

Выводы:

На проектные показатели системы водоотведения поверхностного стока влияет не только размер площади сбора, но и климатические данные города: высота слоя осадков в зимнее и летнее время, расчетный период дождей и снегопадов. Выполненные по нормативным документам расчеты расходов позволяют сделать вывод о том, что объемы поступающего на очистку поверхностного стока значительны. Определяющим для расчета производительности очистных сооружений является дождевой сток.

Библиографический список

1. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85* [Электронный ресурс]: СП32.13330.2012. – Введ. 2013-01-01 // СПС «КонсультантПлюс». – (Дата обращения: 23.01.2018).

2. Гигиенические требования к охране поверхностных вод [Электронный ресурс] : СанПиН 2.1.5.980-00. – Введ. 2001-01-01 // ИСС «Техэксперт». – (Дата обращения: 23.01.2018).

3. Гагарина, О.В. Исследование качества поверхностных вод в пределах месторождения стадии падающей добычи нефти (на примере Архангельского нефтяного месторождения Удмуртской Республики) / О.В. Гагарина, М.Б. Полозов // Вестник Удмуртского университета. Биология. Науки о Земле. – 2013. – Вып. 1. – С.9-14.

4. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты. Методическое пособие [Электронный ресурс]. – Введ. 2015-01-01 // ИСС «Техэксперт». – (Дата обращения: 10.11.2017).

5. Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99 [Электронный ресурс] : СП 131.13330.2012. – Введ. 2013-01-01 // ИСС «Техэксперт». – (Дата обращения: 10.11.2017).

Научный руководитель: Вялкова Е.И., канд. техн. наук, доцент;
Максимова С.В., канд. техн. наук, доцент.

Обоснование применения снегоплавильных установок для города Тюмени

Набоков И.А.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

В настоящее время основным методом утилизации снега является его вывоз на специализированные полигоны, располагающиеся за городом [1]. Для вывоза снега к данным полигонам необходимо привлечь значительное количество автосамосвалов. Непосредственно утилизация снега сводится к его складированию на полигонах до наступления положительных температур, в результате чего происходит процесс таяния. Существует альтернативный метод термической утилизации снега с помощью снегоплавильных установок. В результате сравнения этих методов оказалось, что термическая утилизация является наиболее выгодным способом [2]. Суть способа в сборе и транспортировке снега на места утилизации снега с помощью снегоплавильных установок. В зависимости от типа снегоплавильной установки транспортированный снег загружается в теплообменник, в котором происходит таяние снега, с помощью погрузчика или непосредственно с кузова автосамосвала. В результате таяния снега образуется вода, которая сливается в ближайшую ливневую канализацию.

Наиболее подходящим вариантов для условий города Тюмени являются снегоплавильные установки, работающие на природном газе. Стоит

где – V_a - объем кузова автосамосвала, m^3 ;
 T - продолжительность рабочей смены, ч;
 K_T - коэффициент использования грузоподъемности; $K_T=0,7$
 K_B - коэффициент, учитывающий использование машины во времени
($K_B=0,85$);

V_{cp} - средняя скорость транспортировки, км/ч;

L - дальность транспортировки, км;

$t_{п,р}$ - время погрузки и разгрузки, ч; $t_{п,р}= 0,23$ ч;

Стоимость работы автосамосвалов определяется по формуле:

$$C = \frac{V \cdot C_{a/c}}{П}, \text{ [руб]} \quad (2)$$

где – V - максимальный месячный объем снега, m^3 ;

$C_{a/c}$ - стоимость работы одного часа автосамосвала, руб.

Основываясь на данных табл. 1, можно сделать вывод, что утилизация снега с помощью снегоплавильных установок в 3 раза выгоднее по сравнению с полигонами. Стоит отметить, что в стоимость утилизации также входит закупка десяти установок ОСА-21.3.50.

Таблица 1

Сравнение методов утилизации

| | Снегоплавильные установки | Полигоны |
|--|---------------------------|-------------|
| Средняя дальность транспортировки, км | 4,17 | 9,29 |
| Производительность автосамосвалов, $m^3/ч$ | 162,83 | 102,81 |
| Стоимость маш/час, руб. | 1000 | |
| Стоимость работы автосамосвалов, руб. | 8 738 512 | 13 840 015 |
| Стоимость утилизации, руб. | 115 989 205 | 355 723 000 |
| Полная стоимость, руб. | 124 727 717 | 369 563 015 |

Таким образом, использование снегоплавильных установок позволяет экономить значительные средства, которые можно потратить на улучшение зимнего содержания, например, на увеличение количества снегоуборочной техники.

Библиографический список

1. Борисюк, Н.В. Утилизация снежной массы в городе (на примере Москвы) / Н.В. Борисюк // Дорожная техника. – М.: Славутич, 2004. – №5. – С. 136-139.
2. Набоков И.А. Снижение ресурсоемкости работ по зимнему содержанию улиц и городских дорог за счет термической утилизации снега // Материалы всероссийской научно-практической конференции студентов,

аспирантов и молодых ученых «Новые технологии – нефтегазовому региону» – Тюмень: ТИУ, 2017. – т. 4. – С. 284-287.

3. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – М.: Министерство регионального развития Российской Федерации, 2012. – 109 с.

4. Стоимость услуги по вывозу снега: цены за 1 м³ с погрузкой и без неё [Электронный ресурс]. URL: <https://rcycle.net/sneg-i-led/uborka-i-vyvoz/stoimost-uslugi-po-vyvozu-tseny-za-1-m3-s-pogruzkoj-i-bez> (дата обращения 26.03.2018)

5. Оптовые поставки инертных материалов на строительные объекты г. Тюмени и Тюменской области, ООО "СибТранс", г. Тюмень [Электронный ресурс]. URL: <http://sibtrans72.ru> (дата обращения 26.03.2018)

Научный руководитель: Гензе Д.А., канд. техн. наук, доцент.

Особенности работы различных видов рекуператоров для северных климатических условий.

Сыроватка Е.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень.

Как известно, рекуперация в системах вентиляции – это процесс передачи тепла (холода) от вытяжного воздуха приточному. Использование рекуперации позволяет снизить затраты тепла (холода) на нагрев (охлаждение) приточного воздуха. Устройства с помощью которых осуществляется рекуперация называются, соответственно, рекуператорами.

Существуют следующие, основные конструктивные типы рекуператоров:

1. Пластинчатый.

Представляет из себя, как следует из названия, пластинчатый теплообменник. Передача тепла осуществляется за счёт пересечения потоков приточного и вытяжного воздуха, разделенных между собой стенками теплообменника.

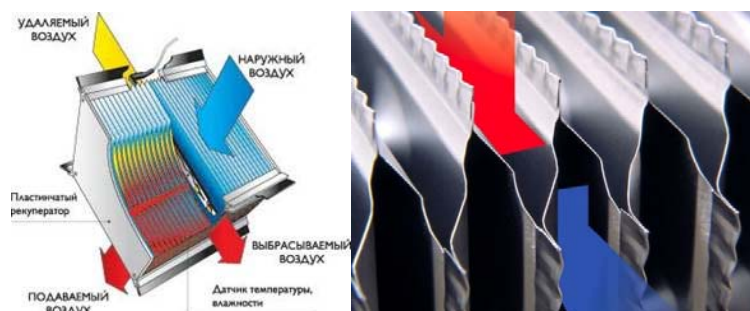


Рисунок 1. Схема пластинчатого рекуператора [1]

2. Роторный

Ротор представляет из себя барабан с большим количеством каналов, часть которого, находится в вытяжном воздуховоде, а другая в приточном. Вращаясь ротор передает тепло от отработанного воздуха приточному.

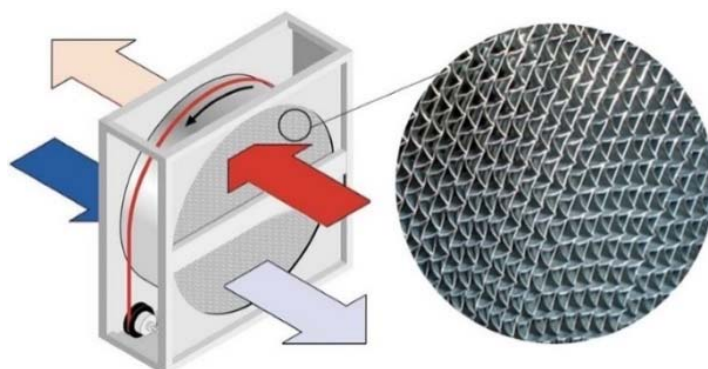


Рисунок 2. Схема роторного рекуператора [2]

3. С промежуточным теплоносителем

Представляет из себя два жидкостных теплообменника, один из которых омывается отработанным воздухом, а другой приточным.

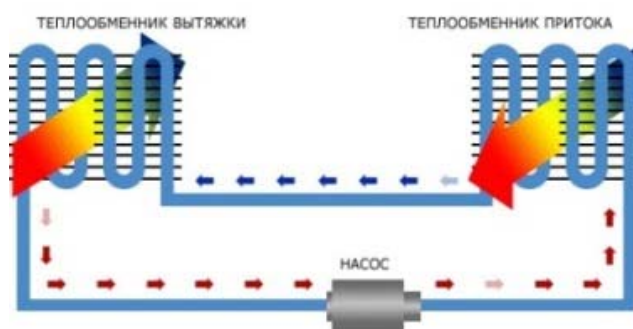


Рисунок 3. Схема рекуператора с промежуточным теплоносителем

Каждый тип рекуператоров имеет свои преимущества и недостатки. Помимо этого, северные климатические условия обуславливают дополнительные особенности функционирования каждой конструктивной схемы.

Начнём с **пластинчатого** рекуператора. Его эффективность (КПД) составляет 45-78% для металлических и пластиковых теплообменников рекуператоров и 60-92% для пластинчатых рекуператоров с целлюлозными гигроскопичными теплообменниками.

Однако в нашей климатической зоне расчётная температура наружного воздуха составляет $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже, температура выбросного воздуха находится, как правило в пределах 23-26 градусов.

Как видим из i-d диаграммы (рисунок 4) при охлаждении воздуха ниже $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, начнётся конденсация влаги.

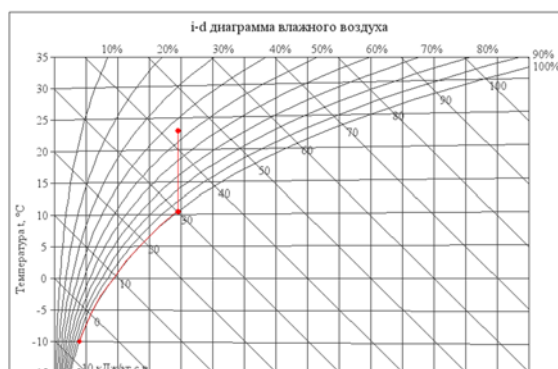


Рисунок 4. i-d диаграмма охлаждения вытяжного воздуха в рекуператоре

Это обуславливает необходимость организации отвода конденсата. На практике, температура пластин, омываемых наружным воздухом, опускается не только ниже 10 °С, но и ниже 0 соответственно, выпавший на пластинах теплообменника конденсат, замерзает. Обмерзший рекуператор необходимо отогревать. Для этого либо прекращается (снижается) подача воздуха с улицы, либо используется байпасная линия. В обоих случаях происходит существенное падение КПД. Именно в связи с этой особенностью пластинчатые рекуператоры практически не применяются в северных климатических зонах.

Следующий вид рекуператора – **роторный**.

Эффективность роторного рекуператора у отдельных производителей достигает 85%.

На барабане роторного рекуператора, так же происходит конденсация влаги, однако в связи с высокой скоростью воздуха через рекуператор и сравнительно небольшой шириной барабана, влага «выдувается» из каналов рекуператора. Однако для предотвращения обмерзания необходимо контролировать температуру воздуха после рекуператора. Для подавляющего большинства моделей она должна быть положительным.

Интересные решения позволяющие экономить энергию на роторном рекуператоре предлагает компания Swegon. Как видно из i-d диаграммы значительная часть тепла в рекуператоре, затрачивается не на повышение температуры воздуха, а на его осушение. Соответственно, если осушать воздух другим способом (не нагревом) это позволит сэкономить энергию. В рекуператорах – RECOsorpTic отбор влаги из нагреваемого (подаваемого) воздуха осуществляется за счёт гигроскопичного покрытия ротора. В качестве покрытия, используется состав на основе цеолита, образующий мелкопористую структуру. Данная конструктивная особенность позволяет увеличить эффективность рекуператора.

Рекуператоры с **промежуточным теплоносителем**, имеют более низкое КПД и используются, как правило, в тех случаях, когда нельзя применить другие виды рекуперации (удаленность приточного воздухово-

да от вытяжного, недопустимость смешения потоков и т.д.). Следует отметить, что для северной климатической зоны промежуточный теплоноситель должен быть не замерзающим. В целом рекуператоры данной конструкции способны работать без обмерзания при более низких температурах, чем другие типы рекуператоров (вплоть до -25°C), что является следствием их низкого КПД. При более низких температурах вытяжной теплообменник обмерзает, однако использование антифриза, позволяет эксплуатировать рекуператор без разморозки.

В заключение хочется отметить, что проектирование для ссеверных климатических зон в целом, и проектирование рекуперации для этих зон, в частности, требует повышенного внимания и детального расчёта, позволяющего учесть все особенности функционирования оборудования при низких температурах.

Библиографический список

1. Оборудование систем утилизации тепла [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.recuperator.eu/rus/index.asp> (01.04.18)
2. ООО "ВЕНТИЛЯЦИОННЫЙ ЗАВОД ИНТЕХ" [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.intech74.ru/> (01.04.18)
3. Дискин, М. Е. Эффективность рекуперации теплоты в системах вентиляции при температурах наружного воздуха ниже температуры опасности обмерзания / М. Е. Дискин // АВОК. – 2006. – № 4.

Научный руководитель: Илюхин К. Н., канд. техн. наук, доцент

Анализ состояния сети ливневой канализации города Тюмени

Янкин Г.Д., Заровнятных И.С., Замятин А.В.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Современные качественные дороги являются гарантом экономического роста и развития государства. Это обуславливает необходимость поддержания сети автомобильных дорог на высоком уровне для комфортной и бесперебойной их эксплуатации.

Автомобильная дорога - это сложное инженерное сооружение, для нормального функционирования которого необходима качественная работа всех его элементов. Одной из важнейших составляющих автомобильной дороги является сеть ливневой канализации. Под системой ливневой канализации понимается часть транспортной инфраструктуры, предназначенная для приема, транспортировки, очистки и отведения поверхностных (дождевых, талых, поливомоечных), дренажных сточных вод, а также нормативно чистых без очистки, нормативно очищенных производственных

сточных вод, которые не приведут к нарушению работы сетей ливневой канализации и сооружений и не представят опасности для обслуживающего персонала [1].

На территории г. Тюмени применяется раздельная система водоотведения, то есть бытовые и атмосферные воды отводятся по разным трубам [2]. Для отвода атмосферных вод применяется ливневая канализация.

На сегодняшний день порядка 10 тыс. га площади территории г. Тюмени обеспечено сетями ливневой канализации. Это порядка 40% от общей площади застроенной части города. Общая протяженность основных действующих сетей ливневой канализации закрытого и смешанного типа составляет – около 130 км, в том числе 6 километров железобетонных лотков. На территориях с малоэтажной застройкой имеется открытая сеть дождевой канализации длиной 45 км.

Территория г. Тюмени характеризуется неблагоприятной гидродинамической обстановкой. Значительная часть территории города находится в пойме или на надпойменных террасах реки Тура. На юго-западе и западе города уровень грунтовых вод (УГВ) отмечается на глубинах более 5 м, на остальной части, особенно на пойме - от 0 до 4 м. От 50% до 70% (по разным оценкам) территории города, в силу своих природных и техногенных факторов, относится к территориям наиболее подверженным подтоплению, в связи с высоким залеганием грунтовых вод. В зону подтопления грунтовыми водами) попадают территории: д. Плеханова, д. Казарова, п. Матмасы, п. Тарманы, с. Утешево, микрорайон Войновка, Юго-Восточная и Северная промзоны, район п. Березняки, районы автовокзала, Восточного и Южного микрорайонов, Червишевского, Велижанского и Московского трактов. В паводковый период и сезон выпадения летне-осенних дождей площадь подтопляемых территорий увеличивается. В связи с этим возрастает роль системы отвода вод как фактора, способствующего уменьшению инфильтрации осадков в грунт, что приводит к понижению уровня грунтовых вод, а также способствует предотвращению роста оврагов и подмыванию дорожных одежд и оснований.

В г. Тюмени отсутствует единая базовая схема сетей ливневой канализации. Вся система представляет собой разрозненную сеть ливневых коллекторов.

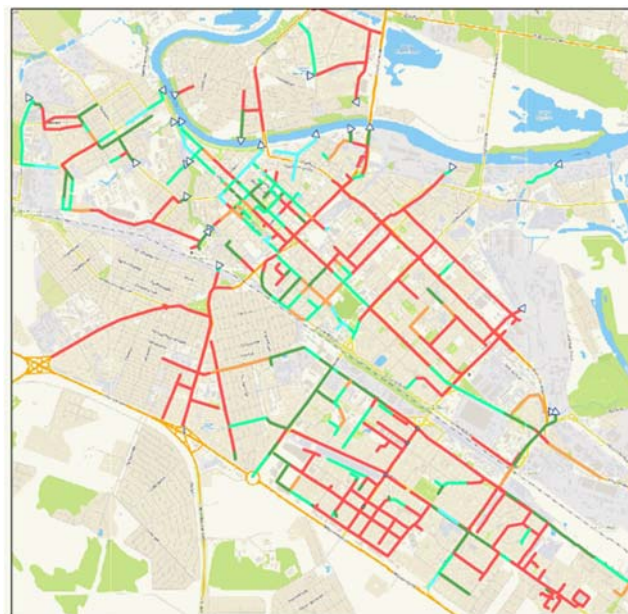
На сегодняшний день в г. Тюмени имеется 16 выпусков ливневых вод в реку Тура и 27 выпусков в овражно-балочную сеть. На всех выпусках сточных вод отсутствуют очистные сооружения. Это негативно сказывается на составе воды в реке Тура, а также на здоровье жителей города [3].

На территории г. Тюмени располагаются Матмассовский и Казаровский сбросные каналы. Каналы предназначены для осуществления отвода поверхностных вод с подтапливаемых территорий и их сброс в р. Тура.

Матмассовский сбросной канал проходит в восточной части г. Тюмени от озера Липовое, вдоль проездов, до реки Тура. Протяженность су-

ществующего канала составляет 7,3 км. Канал не обеспечивает пропуск поверхностного стока. Автомобильные и железные дороги перекрыли водоток, что привело к заболачиванию территории.

Большая часть системы закрытой канализации Ленинского района, Восточного района, а также Червишевского и Московского трактов достигают предельных значений заполнения при приеме большого объема осадков.



Условные обозначения

Наполнение коллектора

До 25%

От 25% до 50%

От 50% до 75%

От 75% до 100%

Предельное
наполнение



- Колодец, в котором происходит излив ливневых вод
- Выпуск ливневых вод

Рисунок 1. Результаты расчета существующей системы ливневой канализации при принятии полной нагрузки с территорий, охваченных централизованной системой[4]

Общее состояние ливневой сети можно характеризовать как слабо удовлетворительное и можно выделить следующий ряд проблем:

- высокий уровень залегания грунтовых вод;
- плохая обеспеченность ливневой канализацией территории города;
- отсутствие внутриквартальных систем канализации;
- отсутствие очистных сооружений на выпусках сточных вод;
- перекрытие Матмассовского сборного канала;
- предельное наполнение коллекторов централизованной системы ливневой канализации.

Данный ряд проблем имеет высокое влияние на транспортную инфраструктуру, что пагубно влияет на состояние экономики и экологии ре-

гиона в целом. Таким образом, на основании выделенных общих проблем сети ливневой канализации можно сделать вывод, что необходимо проведение ряда работ по реконструкции и модернизации системы водоотведения поверхностных вод.

Библиографический список

1. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*. – М.: Минстрой России, 2016. – 101 с.

2. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 (с Изменением №1). – М.: Минрегион России, 2012. – 94 с.

3. Распоряжение Администрации города Тюмени №523-рк от 4.11.2011 “Об утверждении долгосрочной целевой программы “Развитие дорожно-транспортной сети города Тюмени на 2012-2016годы””.

4. Постановление Администрации города Тюмени №295-пк от 20.09.2016 “Об утверждении схем водоснабжения и водоотведения муниципального образования городской округ город Тюмень до 2040 года”.

Научное издание

**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ –
НЕФТЕГАЗОВОМУ РЕГИОНУ**

Том IV

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

Строительные материалы и изделия

Архитектура и строительство

Инженерные системы и сооружения

Составитель: А. В. Куликов

Дизайн обложки А. В. Клеменко

В авторской редакции

Подписано в печать 17.07.2018. Формат 60x90 1/16. Усл. печ. л. 21,4.
Тираж 500 экз. Заказ № 1229.

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.