Юго-Западный государственный университет, г.Курск, Россия
Московский государственный машиностроительный университет

2-я Международная научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО

СБОРНИК
научных трудов

4-5 июня 2018 года

Курск 2018

УДК 72169
ББК 78.36 Б59
П 79 ПГС-01

Председатель организационного комитета - Куц Вадим Васильевич, д.т.н., профессор кафедры «Управление качеством, метрологии и сертификации», ЮЗГУ, г. Курск.
Члены оргкомитета:
Редакционная коллегия:
Бакаева Н.В., д-р техн. наук, профессор (отв. редактор)
Колчунов В.И., д-р техн. наук, профессор
Кобелев Н.С., д-р техн. наук, профессор
Савин С.Ю., к-т, техн. наук, доцент
Дмитриева К.О., к-т, техн. наук, доцент
Юго-Западный государственный университет, Россия.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО: Сборник научных трудов 2-й Международнойнаучно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров (4-5 июня 2018 года)/ редкол.: Бакаева Н.В. (отв. ред.); Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2018. - 168 с.

ISBN 978-5-9908273-1-8

Содержание материалов конференции составляют научные статьи отечественных и зарубежных ученых.
Предназначен для научно-технических работников, ИТР, специалистов в области машиностроения и материаловедения, преподавателей, студентов и аспирантов вузов.
Материалы публикуются в авторской редакции.

ISBN 978-5-9908273-1-8 УДК 72169
ББК 78.36 Б59

© Юго-Западный государственный университет, 2018
© ЗАО "Университетская книга", 2018
© Авторы статей, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

АКАТОВ М.И. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ Ж/Б КОНСТРУКЦИЙ 6

АЛТУХОВ Ф.В. РАЗВИТИЕ ПРОСАДОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В ОСНОВАНИИ ЗДАНИЯ 11

АФАНАСЬЕВА Н.В. АРМИРОВАНИЕ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ 14

БАБИЧ А.М. ПОНЯТИЕ РИСКА КАК ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ РИСКА: ПРОТИВОРЕЧИВОСТЬ, АЛЬТЕРНАТИВНОСТЬ. НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ. 17

БЕЛАШОВА А.С. КОНСТРУКТИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ВТОРОЙ ГРУППЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ 22

БЕСХОДАРНАЯ Л.Р. ОГНЕСТОЙКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ БАЛОЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ, УСИЛЕННОЙ НАРАЩИВАНИЕМ СЕЧЕНИЯ 26

ВОЛКОВА Е.Н. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОГНЕЗАЩИТНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА ... 28

ВОЛОВИКОВА Л.В., ЕВДОКИМЕНКО Е.С., ЮРАКОВА Т.Г. РОЛЬ ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ГОРОДОВ 30

ГАЛАЕВА Д.Х. «ЗЕЛЕНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО», КАК ПРИНЦИП ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА В БИОСФЕРНО-СОВМЕСТИМЫЙ 34

ГАРКАВЦЕВ А.Н. УЧЕТ НЕЛИНЕЙНЫХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРОГИБА СОСТАВНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК КОРОБЧАТОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ 37

ГРАНКИН И.Н. ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ 41

ДЕРЕВЯНЧЕНКО А.И. ПРОТИВОРЕЧИЯ В НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТАХ ПО ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ 43

ДРОЗДОВ М.В., ЦАРЕГОРОДЦЕВА О.В. ОБЗОР ВАРИАНТОВ КОНСТРУКЦИЙ СОРБЦИОННЫХ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ПАРАМИ *СОРБАТ/СОРБЕНТ* 47

ЖЕМЕРДЕЕВА Е.А. КРИТЕРИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СТРОИТЕЛЬНОМ СЕКТОРЕ 52

ЖЕМЕРДЕЕВА Е.А. СИСТЕМА РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ ЗДАНИЙ ПО КРИТЕРИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ 57

ЖУКОВ С.Ю. СТРОИТЕЛЬНЫЕ ОТХОДЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ 61

ИШУТИН А.А. ФИБРОБЕТОН, АРМИРОВАННЫЙ УГЛЕРОДНЫМ ВОЛОКНОМ.. 63

КАБАРДИН Д.О. МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ И ИХ ОСОБЕННОСТИ 66

КАРЦЕВ И.И. РАСЧЕТ КЛЕЕНОЙ ДОЩАТОЙ ДВУСКАТНОЙ БАЛКИ ПО ЕВРОКОДУ 5 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ» 69

КЛИМЕНКО Д.И., **МОНОГАРОВА А.А.**, **ЮРАКОВА Т.Г.** ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ 72

КОЛЕСНИКОВ Г.Г. ОБРАБОТКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ СПЕЦИАЛЬНЫМ ПОКРЫТИЕМ 75

КОЛТУНОВ А.С. РАСЧЕТ ДЕРЕВЯННОЙ ФЕРМЫ ПО ЕВРОКОДУ 5 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ» 78

КОНОРЕВ А.В. ТАРИРОВКА ЭЛЕКТРОТЕНЗОМЕТРИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА БАЗЕ СИСТЕМЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКОЙ СИИТ-3 81

КУЗНЕЦОВА Н.А. ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ СВЕТОЗАЩИТНЫХ ЛАМЕЛЕЙ 86

КУЗЬМИЧЕВА И.Г. ФИБРОБЕТОН С БАЗАЛЬТОВЫМ ВОЛОКНОМ 91

МАСЛОВ Д.В. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА, ПРОХОДЯЩЕГО ЧЕРЕЗ ФРАГМЕНТ КЛАДКИ ИЗ АРБОЛИТОВЫХ БЛОКОВ НА РАЗЛИЧНЫХ РАСТВОРАХ 95

МЕЛИХОВА М.И. ВОПРОСЫ УСТОЙЧИВОСТИ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫХ СИСТЕМ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ 99

МОНОГАРОВА А.А., КЛИМЕНКО Д.И., ЮРАКОВА Т.Г. ЭКОЛОГИЧНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ 104

НЕСТЕРОВА М.К., ПЕРЕСЕКИН П.К., ВОЕЙКО О.А. ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ НА КАЧЕСТВО БЕТОННОЙ СМЕСИ 108

НОВИК В.С. ПРИРОДООХРАНИТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ КОМБИНАТОВ 111

ОСПИЩЕВ Д.В. ПРОГИБ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК СОСТАВНОГО ДВУТАВРОВОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНЫХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ114

ОЧКАСОВА Д.В. АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СРЕДОВЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ 118

ОЧКАСОВА Д.В. МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЖЕЛЕЗОБЕТОНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ КОРРОЗИИ 121

ПЕЧЕНКИН А.Ю. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВАРИАНТОВ УСИЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ФЕРМ НА ИХ СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 124

ПИМЕНОВ А.Т., СОЛОВЬЕВА О.Н., ГОРЛОВА О.Б., ГАЛУШКИНА И.Н. ПРИМЕНЕНИЕ ОТХДОВ МЕТАЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В КАЧЕСТВЕ ЗАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ 126

СИНЬКОВСКАЯ В.В. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ 129

СТЕПОВАЯ Е.А., ЮРАКОВА Т.Г. АНАЛИЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ 132

СТЕПОВАЯ Е.А., ПУЧКА О.В. ВЫБОР СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ 136

УМЕРЕНКОВА Е.С. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВАРИАНТОВ УСИЛЕНИЯ ДОЩАТОКЛЕЕННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК НА ИХ СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 140

ФИЛИН Н.С., ИЛЬИНА Л.В., ТАЦКИ ЛЮДМИЛА Н., ШОЕВА Т.Е. ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ШИХТЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ НА ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА 143

ЧАЙКОВСКАЯ Л.В., БАКАЕВА Н.В. ЧИСЛЕННАЯ РЕАЛИЗУЕМОСТЬ ФУНКЦИИ ГОРОДА «МИЛОСЕРДИЕ» НА ТЕРРИТОРИИ МИКРОРАЙОНА Г.КУРСКА..... 146

ЧАПЛЫГИНА А.А. АНАЛИЗ СПОСОБОВ УСИЛЕНИЯ КИРПИЧНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ..... 150

ЧЕРТОВ Н.В. ПРОЧНОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНО СЖАТЫХ СТЕРЖНЕЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ В УСЛОВИЯХ СИЛОВОГО И СРЕДОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ..... 155

ЭШДАВЛАТОВ Э.У., **ЭШДАВЛАТОВ А.Э., СУЮНОВ А.А.** РАСЧЕТ РАСХОДА ВОДЯНОГО ПАРА И ВЫБОР УСТРОЙСТВА ПОДАЧИ В КАМЕРУ СМЕШИВАНИЯ 159

ЮСУПОВ А.Э. БЕЗОПАСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЕМ..... 163

ЯКОВЛЕВ В.А. СОВМЕСТНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ СИСТЕМЫ «ЗДАНИЕ-ОСНОВАНИЕ» НА ТЕРРИТОРИЯХ С ПРОСАДОЧНЫМИ ГРУНТАМИ 165

АКАТОВ МИХАИЛ ИГОРЕВИЧ
Россия, г.Курск, Юго-Западный государственный университет
markerie@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ Ж/Б КОНСТРУКЦИЙ

Композитные материалы, армированные волокном, можно рассматривать как анизотропные материалы, у которых вплоть до разрушения преобладает линейное упругое поведение. Эти материалы достаточно широко распространены и применяются как для усиления объектов строительства, так и для возведения новых построек. Применение этих материалов в строительстве дает некоторые преимущества: у них небольшой вес, хорошая коррозионная стойкость и механические свойства.

Данные для проведения сравнения: монолитная железобетонная колонна высотой Н = 5 м, с площадью поперечного сечения 1600см^2. Конструкция выполнена из бетона класса В30. Расчетная прочность на растяжение бетона В30: R_{bt}=1,1МПа, на сжатие R_b=15,5Мпа. Арматура А400, 4 ø 20. $A_s = 4 \cdot 3.14 = 12.56$см^2,$R_s = 355$МПа. Усиление производим холст-углепластиком производства компании S&P с характеристиками, приведенными в таблице 1 ;

Таблица 1 – Технические характеристики холстового материала S&P

Наименование	Единица измерения	Значение
Ширина	мм	300
Толщина	мм	0,176
Плотность углеволокна	г/см^3	1,7
Прочность на растяжение	МПа	3800
Модуль упругости при растяжении	МПа	240000
Удлинение при разрыве	%	1,55

Рассмотрим некоторые моменты из расчета квадратной колонны, усиленной по всей высоте углеволокном.

При выполнении усиления,часть бетона в колоннах квадратного поперечного сечения не испытывает усиления,а другая часть образует ядро бетона,испытывающего повышенные радиальные напряжения. Неусиленные области бетона ограничены арками с углом наклона 45° к грани колонны (рисунок 1)

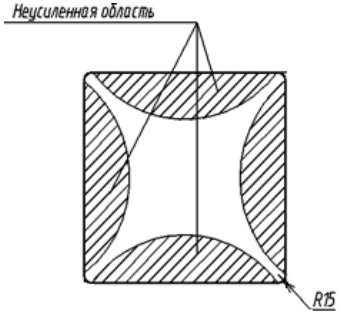


Рисунок 1 – Эффективная область усиления квадратной колонны

Данную методику расчета следует применять к следующим схемам усиления: обертывание композитным материалом для однорядных опор стоечного типа, обертывание материалом опор-стенок, обертывание массивно-столбчатых опор; обертывание однорядной стоечной опоры со встроенным ригелем.

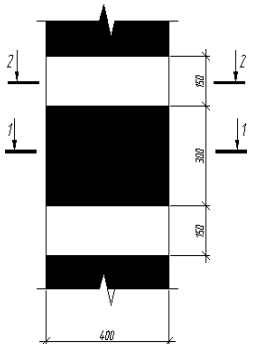


Рисунок 2 – Схема внешнего армирования квадратной колонны

Сечение колонны по обойме (1-1) представлено на рисунке 3. Неусиленные области бетона ограничены арками с углом наклона 45° к грани колонны.

На участке,где действует арочный эффект, при частичном усилении колонны по ее длине эффективность усиления не достигается в полной мере. Арочный эффект имеет форму параболы с начальным углом наклона около 45° и действует на участке между обручами усиления (рисунок 3).

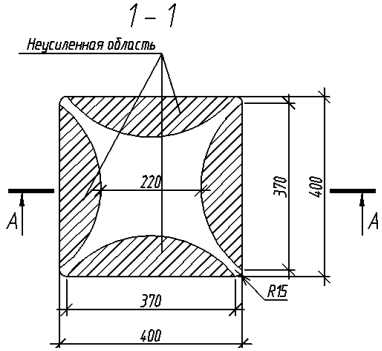


Рисунок 3 – Сечение колонны 1-1

В целом можно отметить,что при усилении колонны композитными материалами шириной 300 мм и расстоянием между ними 50 мм, эффективная область усиления будет иметь вид, представленный на рисунке 4-5.

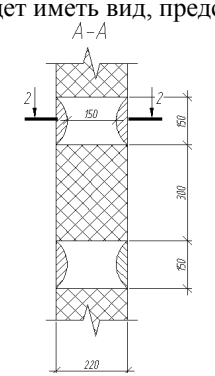


Рисунок 4 – Схема распределения областей бетона по длине квадратной колонны усиленной с определенным шагом

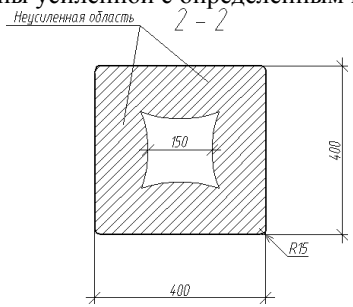


Рисунок 5 – Эффективная область квадратной колонны усиленной композиционными материалами с определенным шагом

При проведении расчетов воспользуемся допущением, что δ – коэффициент, характеризующий отношение остаточной прочности бетона к его прочности на сжатие, он также зависит от наличия добавок в его составе, деформационных свойств самого бетона, факторов воздействия окружающей среды(агрессивная среда), условий работы бетона в конструкции. В случаях, когда необходимо предварительно оценить несущую способность усиливаемой конструкции рекомендуется принимать δ= 0,2 – 0,3, как для хрупких тел;

После проведения расчетов получаем результаты, которые отразим в таблице 2.

Таблица 2 Результаты расчетов усиления колонн композиционными материалами

Схема расположения	Схемы усиления	Форма поперечного сечения колонны	Несущая способность до усиления, кН	Несущая способность после усиления, кН	Коэффициент усиления *N*ус/N
Полностью обернутая	- общее обертывание композитным материалом для однорядных опор стоечного типа;	квадратная	2,66	2,789	1,05
Обернутая с определенным шагом	- обертывание композитным материалом для однорядных опор стоечного типа;	квадратная	2,66	2,73	1,03

На основании данных этой таблицы можно сделать вывод, что усиление композиционными материалами с применением технологии полной обертки усилиемого элемента более эффективна, однако, немного более затратна в экономическом плане. В конечном итоге, на основании расчетов и требуемой несущей способности можно просчитать, какой вариант будет более целесообразен в конкретной ситуации проектирования

Список литературы

1. Сморчков А.А., Кереб С.А., Орлов Д.А., Барановская К.О. Критерии технического состояния эксплутируемых строительных конструкций зданий и сооружений/ Сморчков А.А., Кереб С.А., Орлов Д.А., Барановская К.О.//Архитектура, градостроительство, историко-культурная и экологическая среда городов центральной России, Украины и Беларуси . 2014. С. 177-182.

2. Дубраков С.В., Сморчков А.А. К расчету элементов на устойчивость при изгибе и сжатии с изгибом / Дубраков С.В., Сморчков А.А.// Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России . 2015. С. 62-64.

3. Дубраков С.В., Сморчков А.А. К расчету элементов на устойчивость при центральном сжатии/ Дубраков С.В., Сморчков А.А.// Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России. 2015. С. 64-66.

4. Сморчков А.А., Кереб С.А., Дубраков С.В. Характер дефектов и повреждений от силовых факторов/ Сморчков А.А., Кереб С.А., Дубраков С.В.// Инновации в строительстве. 2017.С. 290-293.

5. Сморчков А.А., Кереб С.А., Орлов Д.А., Барановская К.О. Оценка технического состояния эксплуатируемых строительных конструкций зданий и сооружений/ Сморчков А.А., Кереб С.А., Орлов Д.А., Барановская К.О.// Инженерно-строительный журнал. 2012. № 7 (33). С. 70-75.

6. Шевелев А.С. Использование программных продуктов при расчете строительных конструкций как средство оптимизации расходов в строительстве/ Шевелев А.С.// Строительство и реконструкция. 2015. № 5 (61). С. 107-111.

7. Сморчков А.А., Шевелев А.С. Исследование работы составных стержней на дискретных связях/ Сморчков А.А., Шевелев А.С.// Промышленное и гражданское строительство. 2009. № 1. С. 16-17.

8. Сморчков А.А., Кереб С.А., Дубраков С.В. Устройства для оценки устойчивости деревянных стержней при ползучести/ Сморчков А.А., Кереб С.А., Дубраков С.В./ Проектирование и строительство сборник тезисов докладов II региональной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистрантов и бакалавров. 2016. С. 66-70.

9. Сморчков А.А., Кереб С.А., Куценко О.И., Матвеев М.И., Дубраков С.В. Обследование, оценка технического состояния и усиление монолитного покрытия склада № 1 в п. свобода курской области/ Сморчков А.А., Кереб С.А., Куценко О.И., Матвеев М.И., Дубраков С.В.// Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строи-тельном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах материалы 4-й международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию строительного факультета и 85-летию БГИТУ. 2015. С. 371-373.

10. Сморчков А.А., Барановская К.О., Орлов Д.А., Кереб С.А. Определение местоположения точечного источника замачивания с использованием программного комплекса scad/ Сморчков А.А., Барановская К.О., Орлов Д.А., Кереб С.А.// Перспективы развития программных комплексов для расчета несущих систем зданий и сооружений сборник научных трудов международного научного семинара.2013.С. 51-57.

11. Сморчков А.А., Кереб С.А., Орлов Д.А., Барановская К.О. Влияние коэффициента вариации на надежность строительных конструкций/ Сморчков А.А., Кереб С.А., Орлов Д.А., Барановская К.О.// Известия юго-западного государственного университета. 2013. № 5 (50). С. 164-167.

12. Травуш В.И., Колчунов В.И., Дмитриева К.О. Экспериментально-теоретическое исследование прочности и устойчивости сжатых стержней из древесины при силовом и средовом воздействии/ Травуш В.И., Колчунов В.И., Дмитриева К.О.// Известия высших учебных заведений. технология текстильной промышленности. 2016. № 3 (363). С. 280-285.

13. Шилин А.А.,Зайцев М.В.,Пшеничный В.А.,Картузов Д.В. Ремонт и усиление железобетонных конструкций/ Шилин А.А.,Зайцев М.В.,Пшеничный В.А.,Картузов Д.В. // Методическое пособие. 2016.-160с.

АЛТУХОВ ФЁДОР ВЯЧЕСЛАВОВИЧ
Россия, г. Курск, Юго-Западный государственный университет
defe1957@yandex.ru

РАЗВИТИЕ ПРОСАДОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ В ОСНОВАНИИ ЗДАНИЯ

Изложены результаты исследования просадочности лессовых грунтов, рассмотрены различные модели системы «здание – лессовое просадочное основание», приведены результаты сравнения модели с условным усеченным конусом с упрощенными вариантами, исходящими из геометрии «активной» и «пассивной» зон просадки грунта.

Районы с просадочными грунтами широко распространены на территории России и ближнего зарубежья, что наглядно представлено на карте, приложенной к Пособию [1]. Однако более тяжелые грунтовые условия по просадочности, относящиеся ко II типу, составляют не более 10% общей площади.

Многолетний опыт по изучению просадочных деформаций в пределах России и стран ближнего зарубежья свидетельствует о занижении расчетных просадок перед фактическими. В работе [2] приведена таблица, в которой просадки получены разными исследованиями в России, на Украине, в Таджикистане и Казахстане. Фактическая просадка сравнивается с рассчитанной по СНиП 2.02.01-83. Эти исследования показали, что фактическая просадка превышает ожидаемую в 1.5...2.3 раза.

На частое несоответствие между проснозируемыми и фактическими данными о просадках грунтов обращалось внимание еще в 30-е годы прошлого века. Просадки зависят от относительной просадочности грунтов, определяемой, как правило, лабораторным методом в компрессионных приборах без возможности бокового расширения образца грунта в стороны. В работе [3] вновь поднимается вопрос об оценке просадочности грунтов, и предлагается для обсуждения новая методика определения относительной просадочности грунтов в компрессионных приборах.

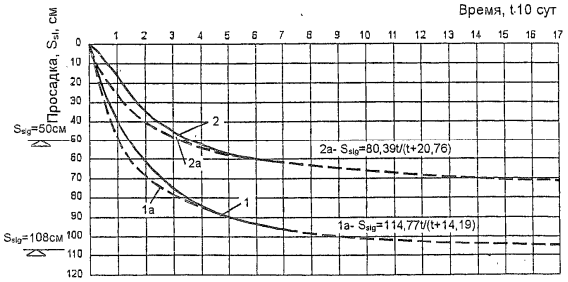


Рис. 1. Экспериментальные (1,2) и аппроксимирующие (1а, 2а) зависимости просадки грунта от времени

Просадочность — это свойство грунтов связанное с существенным изменением механических характеристик под действием замачивания в некотором напряженном состоянии. На просадочность грунтов влияют: природное состояние грунта по плотности и степени влажности;

гранулометрический состав; показатель текучести грунта; его химический состав; напряженное состояние грунта при замачивании; длительность замачивания; направление замачивания и др.

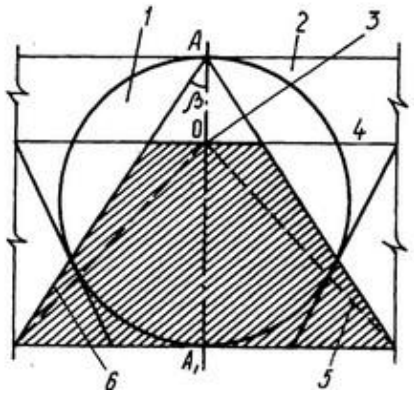


Рис. 2. Область увлажнения и просадки лессового грунта при заглубленном точечном источнике.
1 – эллипсоид – «активная» зона увлажнения и просадки грунта; 2 – перевернутый усеченный конус – «пассивная» зона просадки грунта» 3 – заглубленный точечный источник; 4 – уровень подошвы фундамента; 5 – принимаемая область увлажнения и просадки грунта; 6 – условный конус увлажнения и просадки грунта.

Наиболее неравномерные просадочные деформации лессовых оснований и возведенных на них зданий происходят вследствие увлажнения грунта из заглубленных точечных источников в связи с авариями подземных водопроводящих коммуникаций. В работе [4] предложена модель трехмерной области увлажнения и просадки от действия заглубленных точечных источников в виде эллипсоида вращения и расположенного снаружи, касательно к нему, перевернутого усеченного конуса. В пределах эллипсоида грунт проседает в связи с увлажнением (“активная зона). В пределах конуса грунт не увлажнен, но перемещается вслед за просадками внутри эллипсоида(пассивная зона).

В работе [5] рассмотрены два новых варианта расчетных моделей, исключающих применение условного конуса увлажнения и просадки, исходя из геометрии активной и пассивной зон. Исследования провели на примере продольной кирпичной стены четырехэтажного здания длиной 60м, опирающегося на лессовую просадочную толщу мощностью 15м.

Сравнение изгибающих моментов, рассчитанных по методике С.Н. Клепикова [6], для двух вариантов упрощения расчетной модели (табл. 1), с моментами, соответствующими модели с условным конусом увлажнения и просадки основания [4], показывает, что основные расхождения возникают по краям, где значения изгибающих моментов относительно невелики и не являются определяющими для конструктивных расчетов стен.

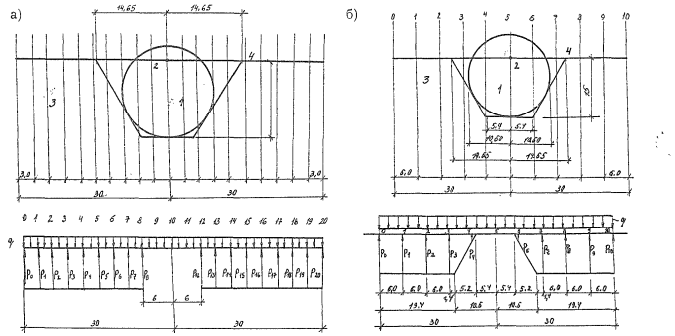


Рис. 3. Варианты расчетных моделей «здание – лессовое просадочное основание»: 1 – активная зона; 2 – источник; 3 – пассивная зона – эллипсоид; 4 – уровень подошвы фундамента.

Таблица 1

Вертикали	Изгибающие моменты, кНм			Расхождение (%) по вариантам	
	без условного конуса		с условным конусом		
	1 вариант	2 вариант		1	2
1	77,1433	-	8003503	4,0	-
2(1)	349,6723	146,3456	170,7032	102,4	14,3
3	878,8108	-	692,7031	26,8	-
4(2)	1703,9415	1165,826	1416,4371	20,3	17,7
5	2859,4240	-	2424,3267	17,9	-
6(3)	4324,1911	3759,018	4432,2163	3,4	19,7
7	6008,7400	-	6954,0559	13,6	-
8(4)	7917,0932	7420,028	8095,9076	4,7	8,4
9	9106,8143	-	9418,4648	3,3	-
10(5)	9773,8380	9235,20	9741,0263	0,3	5,1

Список литературы

1. Пособие по проектированию оснований и фундаментов зданий и сооружений на просадочных грунтах. –М.: Стройиздат. 1964. -88 с.
2. Багдасаров Ю.А. О достоверности оценки просадочности грунтов // «ОФМГ». -2000. -№2. – С. 21-26.
3. Григорян А.А. О количественной оценки просадочности // «ОФМГ». -2001. -№2. – С. 17-21.
4. Межеровский В.А. Распространение влаги и развитие просадочных деформаций в лессовом основании здания // «ОФМГ». -1998. -№1. – С. 20-22.
5. Межеровский В.А. Расчетные модели системы «здание – лессовое просадочное основание» // «ОФМГ». -2001. -№5. – С. 21-23.
6. Клепиков С.Н. Расчет зданий и сооружений на просадочных грунтах. – Киев: Будивельник, 1987. – 200с.

АФАНАСЬЕВА НАТАЛИЯ ВАСИЛЬЕВНА
Россия, г.Курск, Юго-Западный государственный университет
nataschulya997@gmail.com

АРМИРОВАНИЕ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Арматурой называют стальные стержни, профили, проволоку и изделия из них, предназначенные для восприятия в железобетонных конструкциях растягивающих и знакопеременных усилий.

Арматура, применяемая для изготовления железобетонных изделий, подразделяется: по материалу на стальную и неметаллическую; по способу изготовления на стержневую, канатную и проволочную; по профилю на круглую гладкую (класс А-240) и периодического профиля; по принципу работы на ненапрягаемую и напрягаемую; по назначению на рабочую, распределительную и монтажную; по способу установки на сварную и вязаную в виде отдельных стержней, сеток и каркасов.

Напряжение арматуры производится механическим или электротермическим способом обычно на заводах на упоры, на площадке – на бетон.

Наряду со стальной арматурой для армирования бетона в ряде случаев можно применять стеклопластиковую арматуру, которая не уступает по своей прочности стальной проволоке, имеет в несколько раз меньшую массу и большую, по сравнению со стальной арматурой, устойчивость к коррозионным воздействиям. Меньший, по сравнению со сталью, модуль упругости, чувствительность к динамическим и температурным нагрузкам и сравнительная сложность изготовления пока ограничивают более широкое применение стеклопластиковой арматуры.

В качестве неметаллической арматуры в ряде случаев применяют рубленое стеклянное или асбестовое волокно.

В строительстве широко используют арматурные сетки в виде плоских изделий и рулонов. Арматурные заводы выпускают легкие арматурные сетки, изготовляемые из горячекатаной низколегированной стали периодического профиля и холоднотянутой проволоки диаметром 3...7 мм. Промышленность выпускает также тканые сетки с ячейками размером 5...20 мм, предназначенные для армирования тонкостенных железобетонных конструкций.

Для армирования балок, ригелей, прогонов выпускают плоские или пространственные арматурные каркасы.

В условиях строительной площадки выполняются: приемка арматурных изделий, сортировка и складирование; подготовка к монтажу, при необходимости укрупнение и объединение в арматурно-опалубочные блоки; установка, выверка арматуры и окончательное соединение стыков; приемка работ с составлением акта скрытых работ.

В процессе приемки арматурных изделий контролируют наличие бирок, следов коррозии, деформаций, соответствие размерам. Монтаж арматуры, по возможности, следует осуществлять укрупненными элементами с ис-

пользованием кранов. Установка вручную допускается лишь при массе арматурных элементов до 20 кг.

Каркасы устанавливают при одной или двух открытых сторонах опалубки. Для предохранения каркасов от смещения их временно закрепляют. Крепления снимают по мере укладки бетонной смеси.

При армировании конструкций сетками и плоскими каркасами с диаметром арматуры до 32 мм их соединение может осуществляться с помощью сварки, вязки и без сварки нахлесткой.

Широко практикуется вязка арматуры с помощью специальных крючков. Стержни сращивают внахлестку с перевязкой стыка в трех местах (по середине и по концам) отожженной стальной проволокой диаметром 0,8... 1,0 мм. При стыковании стержней гладкого профиля в растянутой зоне должны отгибаться крюки.

При монтаже арматуры необходимо обеспечивать защитный слой бетона, т.е. расстояние между внешними поверхностями арматуры и бетона. Правильно устроенный защитный слой надежно предохраняет арматуру от коррозионного воздействия внешней среды.

Обеспечить проектные размеры защитного слоя бетона можно с помощью бетонных или металлических фиксаторов, которые привязываются к арматурным стержням. Особо высокими технологическими свойствами характеризуются надеваемые на арматуру пластмассовые кольца-фиксаторы. Во время установки пластмассовое кольцо благодаря присущей ему упругости немного раздвигается и плотно охватывает стержень.

Защитный слой в плитах и стенках толщиной до 10 см должен быть не менее 10 мм; в плитах и стенках более 10 см – не менее 15 мм; в балках и колоннах при диаметре продольной арматуры 20... 32 мм - не менее 25 мм и при большем диаметре – не менее 30 мм.

При оформлении акта приемки смонтированной арматуры, кроме проверки ее проектных размеров по чертежу, контролируют: качество выполненных работ; наличие и месторасположение фиксаторов; прочность сборки и расположение стыков арматуры (сумма сварных и вязаных стыков в одном сечении при гладкой арматуре не должна превышать 25 %; при периодической – 50 %).

Список литературы

1. Кереб С.А., Куценко О.И., Дубраков С.В., Матвеев М.И. Деревянные клееные балки в монолитном строительстве/ С.А. Кереб, О.И. Куценко, С.В. Дубраков, М.И. Матвеев// В книге: ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО сборник тезисов докладов II региональной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистрантов и бакалавров. 2016. С. 28-30.

2. Куценко О. И. Руководство по разработке технологических карт в строительстве : учебное пособие/ О.И.Куценко, С.А.Кереб; Минобрнауки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Юго-Западный государственный университет». -Курск: ЮЗГУ, 2013. -243 с.

3. Сморчков А.А., Кереб С.А., Дубраков С.В. Влияние длительной эксплуатации на несущую способность деревянных элементов/ А.А. Сморчков, С.А. Кереб, С.В. Дубраков// Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 6-2 (48). С. 137-139.

4. Дубраков С.В., Сморчков А.А. Методика исследования длительной прочности древесины/ С.В. Дубраков, А.А. Сморчков// В сборнике: Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России Материалы Всероссийской студенческой конференции: в 8 частях. 2015. С. 66-68.

5. Дубраков С.В., Сморчков А.А. К расчету элементов на устойчивость при изгибе и сжатии с изгибом/ С.В. Дубраков, А.А. Сморчков// В сборнике: Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России Материалы Всероссийской студенческой конференции: в 8 частях. 2015. С. 62-64.

6. Дубраков С.В., Сморчков А.А. К расчету элементов на устойчивость при центральном сжатии/ С.В. Дубраков, А.А. Сморчков// В сборнике: Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России Материалы Всероссийской студенческой конференции: в 8 частях. 2015. С. 64-66.

7. Сморчков А.А., Кереб С.А., Дубраков С.В. Устройства для оценки устойчивости деревянных стержней при ползучести/А.А. Сморчков, С.А. Кереб, С.В. Дубраков// В книге: ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО сборник тезисов докладов II региональной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистрантов и бакалавров. 2016. С. 66-70.

8. Сморчков А.А., Орлов Д.А., Барановская К.О., Дубраков С.В. Биопозитивные элементы для деревянного домостроения из древесных отходов/ А.А. Сморчков, Д.А. Орлов, К.О. Барановская, С.В. Дубраков// Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2014. № 3 (7). С. 50-55.

9. Сморчков А.А., Кереб С.А., Куценко О.И., Матвеев М.И., Дубраков С.В. Обследование, оценка технического состояния и усиление монолитного покрытия склада № 1 в п. Свобода курской области/ А.А. Сморчков, С.А. Кереб, О.И. Куценко, М.И. Матвеев, С.В. Дубраков// В сборнике: Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах материалы 4-й международной научно-практической конференции, посвященной 55-летию строительного факультета и 85-летию БГИТУ. 2015. С. 371-373.

10. Травуш, В.И. Длительная прочность и устойчивость сжатых стержней из древесины [Текст]/В.И.Травуш, В.И. Колчунов, К.О. Дмитриева//Строительство и реконструкция, 2015. - №5, - С. 40-46.

11. Травуш, В.И. Устойчивость сжатых стержней из древесины при одновременном проявлении силового и средового воздействия[Текст]/ В.И.Травуш, В.И. Колчунов, К.О. Дмитриева //Строительная механика и расчет сооружений, 2011. - №1. – С.62-69.

12. Сморчков А.А., Кереб С.А., Орлов Д.А., Барановская К.О.Влияние коэффициента вариации на надежность строительных конструкций/ А.А. Сморчков, С.А. Кереб, Д.А. Орлов, К.О. Барановская// Известия Юго-Западного государственного университета. 2013. № 5 (50). С. 164-167.

13. Травуш В.И., Колчунов В.И., Дмитриева К.О. Экспериментально-теоретическое исследование прочности и устойчивости сжатых стержней из древесины при силовом и средовом воздействии/ В.И. Травуш, В.И. Колчунов, К.О. Дмитриева//Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2016. № 3 (363). С. 280-285.

14. Сморчков А.А., Барановская К.О., Орлов Д.А., Кереб С.А. Определение местоположения точечного источника замачивания с использованием программного комплекса SCAD/ А.А. Сморчков, К.О. Барановская, Д.А. Орлов, С.А, Кереб// В сборнике: Перспективы развития программных комплексов для расчета несущих систем зданий и сооружений, Сборник научных трудов Международного научного семинара. 2013. С. 51-57.

БАБИЧ АНДРЕЙ МИХАЙЛОВИЧ, студент
Россия, г.Курск, Юго-Западный государственный университет
a.babich@kr21.ru

ПОНЯТИЕ РИСКА КАК ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ РИСКА: ПРОТИВОРЕЧИВОСТЬ, АЛЬТЕРНАТИВНОСТЬ. НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ

Рассмотрены риски в производственной деятельности предприятия, их понятия, сущность и основные черты.

Ключевые слова: виды рисков, управление рисками, риски в предпринимательской деятельности.

Деятельность любого предприятия, компании, бизнесмена напрямую связана с рисками. Предприниматель должен детально знать все участки и этапы своего бизнеса. И одна из главных задач в том, чтобы хорошо осознавать совокупность рисков, характерных для каждого участка и этапа производственной деятельности. Современный бизнес, как и любую человеческую деятельность, невозможно представить без риска. Предпринимательская деятельность определяется как самостоятельная, инициативная деятельность граждан и их организаций, направленная на получение прибыли на свой риск и под свою материальную ответственность.

Риск - это вероятность потери предприятием части своих ресурсов, недополучения доходов или появления дополнительных расходов в результате определенной производственной и финансовой деятельности. Он характеризуется опасностью возникновения незапланированной потери ожидаемой прибыли, имущества, денежных средств в связи со случайным изменением условий деятельности организации, неблагоприятными обстоятельствами. Его величина измеряется частотой и вероятностью возникновения того или иного уровня потерь. Следовательно, риск относится к возможности наступления какого-либо неблагоприятного события, а также неудачи или опасности. При политической и экономической нестабильности государства степень риска предпринимателя значительно возрастает.

В современных российских условиях проблема рисков весьма актуальна, что подтверждается данными о росте убыточности предприятий промышленности. Причем она актуальна как для всех участников внешнеэкономической деятельности страны, так и для других государств, связанных с ней рыночными отношениями [1].

При организации и осуществлении любого проекта, при планировании управления проектом, необходимо, в первую очередь, рассматривать все возможные риски и пути реагирования на них. Для этого современной компании целесообразно вести риск-менеджмент, чтобы своевременно проводить качественный и количественный анализы рисков, разрабатывать методы взаимодействия, реагирования.

Под классификацией риска понимают распределение риска на группы по определенным признакам для достижения поставленных целей. Классификационная система рисков включает группу, категории, виды, подвиды и разновидности рисков. В зависимости от возможного результата, риски делят на две большие группы – чистые и спекулятивные.

Чистые риски означают возможность получения отрицательного или нулевого результата, спекулятивные риски выражаются в возможности получения как положительного, так и отрицательного результата.

В зависимости от основной причины возникновения рисков (базисный или природный риск), они делятся на следующие категории: природно-естественные, экологические, политические, транспортные, коммерческие.

К природно-естественным относятся риски, связанные с проявлением стихийных сил природы.

Экологические риски – это риски, связанные с загрязнением окружающей среды.

Политические риски связаны с политической ситуацией в стране и деятельностью государства.

Транспортные риски связаны с перевозками грузов различными видами транспорта.

Коммерческие риски представляют собой опасность потерь в процессе финансово-хозяйственной деятельности.

По структурному признаку коммерческие риски делятся на имущественные, производственные, торговые и финансовые [2].

Имущественные риски связаны с вероятностью потерь имущества предпринимателя по причине кражи, диверсии, халатности, перенапряжения технической и технологической систем.

Производственные риски связаны с убытком и остановки производства вследствие воздействия различных факторов.

Торговые риски связаны с убытком по причине задержки платежа в период транспортировки товара, не поставки товара.

Финансовые риски подразделяются на два вида – риски, связанные с покупательной способностью денег, и, связанные с вложением капитала (инвестиционные). К рискам, связанным с покупательной способностью денег, относятся следующие разновидности рисков: инфляционные и дефляционные, валютные и риски ликвидности.

Инфляционный риск – это риск того, что при росте инфляции, получаемые денежные доходы обесцениваются с точки зрения реальной покупательной способности быстрее, чем растут.

Дефляционный – это риск того, что при росте дефляции происходит падение уровня цен, ухудшение экономических условий предпринимательства и снижение доходов.

Валютные риски – представляют собой опасность валютных потерь, связанных с изменением курса одной иностранной валюты по отношению к другой.

Риски ликвидности – связаны с возможностью потерь при реализации ценных бумаг или других товаров из-за изменения оценки их качества и потребительной стоимости.

Существуют также, инвестиционные риски, которые включают в себя следующие подвиды рисков – риски упущенной выгоды, снижения доходности, прямых финансовых потерь. Риск упущенной выгоды – это риск наступления косвенного (побочного) финансового ущерба (неполученная прибыль) в результате неосуществления какого-либо мероприятия (страхование, инвестирование, хеджирование). Риск снижения доходности может возникнуть в результате уменьшения размера процентов и дивидендов по портфельным инвестициям, по вкладам и кредитам. Риск снижения доходности включает следующие разновидности: процентные и кредитные риски.

К процентным рискам относится опасность потерь коммерческими банками, кредитными учреждениями, селинговыми (продажа) компаниями в результате превышения процентных ставок, выплачиваемых ими по привлеченным средствам, над ставками по предоставленным кредитам. К процентным рискам относятся также риски потерь, которые могут понести инвесторы в связи с изменением дивидендов по акциям, процентных ставок на рынке по облигациям, сертификатам и другим ценным бумагам.

Кредитный риск – это опасность неуплаты заемщиком основного долга и процентов, причитающихся кредитору. Кредитный риск может быть также разновидностью рисков прямых финансовых потерь, включающих следующие разновидности: биржевой, риск банкротства и селективный риск.

Биржевые риски представляют собой опасность потерь от биржевых сделок.

Селективные риски (выбор, отбор) – это риск неправильного выбора видов вложения капитала, вида ценных бумаг для инвестирования в сравнении с другими видами ценных бумаг при формировании инвестиционного портфеля.

Риск банкротства – это опасность в результате неправильного выбора вложения капитала, полной потери предпринимателем собственного капитала и неспособности его рассчитываться по взятым на себя обязательствам.

Однако рисками можно и необходимо управлять. Управление риском – это процесс изучения параметров объекта и субъекта риска, внешних и внутренних факторов, влияющих на объект и поведение субъекта риска, его оптимизации, планирования, учета и контроля, мотивации и регулирования выполнения работ по управлению риском.

Объект риска – то, на что направлено воздействие субъекта при принятии решения (инвестиции, проект, система).

Субъект риска – физическое или юридическое лицо, занимающееся выполнением функций управления риском.

Внешние факторы – экономические, политические, техногенные, информационные, социально-демографические, природно-климатические и другие факторы макросреды страны.

Внутренние факторы риска – конкурентоспособность ближайшего окружения субъекта и объекта риска: персонала, технологий, организационно-технического уровня производства, системы менеджмента.

Вероятность риска – степень воздействия источника риска (события), измеряемая в пределах от 0 до 1 (это верхние границы вероятности).

Уровень риска – качественная характеристика величины риска и его вероятности. Различают степени: высокую, среднюю, низкую и нулевую (без риска).

Приемлемость риска – вероятность риска находится в пределах нормативного (приемлемого) уровня (стандарта) для данной сферы деятельности, который нельзя превысить без правовых нарушений.

Анализ риска – разложение структуры объекта на элементы, установление взаимосвязей между ними с целью выявления источников, факторов и причин различного вида риска, сопоставление возможных потерь и выгод [3].

На основании изучения в производственной деятельности целесообразно проводить оценку рисков компании. Оценка риска это совокупность процедур анализа риска, индентификация источников его возникновения, определения, возможных масштабов последствий проявления факторов риска и определения роли каждого источника риска. После процесса оценки рисков компании проводится их оптимизация, с целью защиты проекта или в целом бизнеса. В ходе анализа, оценки и оптимизации рисков предприятия выявляются наиболее рискованные ситуации. Рискованная ситуация – это ситуация, связанная со статистическими процессами и ей свойственны три условия:

- наличие неопределенности;
- необходимость выбора альтернативы;
- возможность оценить вероятность осуществления выбираемых альтернатив.

В явлении «риска» следует выделить основные элементы, взаимосвязь которых и составляет его сущность:

а) возможность отклонения от предполагаемой цели, ради которой осуществлялась выбранная альтернатива;

б) вероятность достижения желаемого результата;

в) отсутствие уверенности в достижении поставленной цели;

г) возможность материальных, нравственных и др. потерь, связанных с осуществлением выбранной в условиях неопределенности альтернативы.

Кроме того, выделяют основные черты риска: противоречивость, альтернативность, неопределенность.

Противоречивость. Представляя собой разновидность деятельности, риск, с одной стороны, ориентирован на получение общественно-значимых

результатов неординарными, новыми способами. Тем самым он позволяет преодолевать консерватизм, косность. Это свойство риска имеет важные экономические, политические и духовно-нравственные последствия, т.к. ускоряет общественный и технический прогресс.

Такое свойство риска, как альтернативность, связано с тем, что он предполагает необходимость выбора из двух или нескольких возможных вариантов решений, направлений, действий.

Неопределенность. Основными причинами неопределенности и, следовательно, источника риска (экономического) являются:

а) спонтанность природных процессов и явлений, стихийные бедствия, которые становятся источником непредвиденных затрат;

б) случайность, вероятностная сущность многих социально-экономических и технологических процессов, многовариантность материальных отношений, в которые вступают субъекты предпринимательской деятельности, что приводит к тому, что в сходных условиях одно и то же событие происходит неодинаково, т.е. имеет место элемент случайности.

в) наличие противоборствующих тенденций, столкновение противоречивых интересов. В борьбе за покупателя конкуренты могут увеличить номенклатуру выпускаемой продукции, улучшить ее качество, уменьшить цену;

г) вероятностный характер научно-технического прогресса. Технический прогресс неосуществим без риска, что обусловлено его вероятностной природой, поскольку затраты и особенно результаты растянуты и отдалены во времени;

д) существование неопределенности. Процесс связан с неполнотой, недостаточностью информации об объекте, процессе, явлении, по отношению к которому принимается решение, с ограниченностью предпринимателя в сборе и переработке информации, с постоянной изменчивостью этой информации;

Кроме того, к источникам, способствующим возникновению неопределенности риска относятся также:

- ограниченность, недостаточность материальных, финансовых, трудовых и других ресурсов для принятия и реализации решений;
- невозможность однозначного познания объекта при сложившихся в данных условиях уровне и методах научного познания;
- относительная ограниченность сознательной деятельности человека, существующие различия в социально-психологических установках, идеалах, оценках, стереотипах поведения [4].

Предприниматель рискует на всем протяжении своей работы. Но вопреки убеждениям, риски в бизнесе также необходимы, как и прибыль. Без них предпринимательская деятельность, как инструмент развития экономики, не сможет выполнять свои функции. Риски осуществляют так называемый «естественный отбор» среди желающих стать успешными бизнесменами. Без этого невозможно представить ничего другого, кроме хаоса в

среде предпринимательской деятельности. В отсутствие рисков бизнес потеряет свое значение и перестанет быть источником прибыли, что неблагоприятно скажется на экономике страны.

Список литературы

1. Силкин Г.Ю., Шевченко С.Ю. «Концепция современного риска-менеджмента»// Экономика и менеджмент предприятия // Элктронный ресурс// https://cyberleninka.ru/
2. Бабич А.М., Павлова Л.Н. Финансы: Учебник. – М.: ИД ФБК-Пресс, 2000. – 760 с.
3. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: Вторая редакция / Рук. авт. кол. Коссов В.В., Лившиц В.Н., Шахназаров А.Г. М.: Экономика, 2000. С. 74.
4. Епифанов М. Управление рисками // Финансовый бизнес. 1997, №9. - С.27 - 30.

БЕЛАШОВА АЛИСА СЕРГЕЕВНА
Россия, г.Курск, Юго-Западный государственный университет
belashova358@gmail.com

КОНСТРУКТИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ВТОРОЙ ГРУППЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ

В статье говорится об основных методиках расчёта железобетонных конструкций, позволяющих учесть силовые сопротивления внешним нагрузкам и воздействиям, и зависящих от предыстории существования объекта, накопления силовых и коррозионных повреждений.

Вопросы обеспечения конструктивной безопасности зданий и сооружений за последние десятилетия занимают всё большее внимание проектных организаций, учёных и других специалистов. В течение длительного срока эксплуатации, конструкции подвергаются воздействию нагрузок различного характера и окружающей среды, что обусловливает появление и развитие различных повреждений (основные среди них коррозионные). При этом наблюдается изменение прочностных и деформативных характеристик материалов, поэтому при проектировании следует уделять существенное внимание определению остаточного ресурса безопасной эксплуатации зданий и сооружений.

Конструктивная безопасность строительных конструкций определяется соответствием их силового сопротивления внешним нагрузкам и воздействиям, и зависит от предыстории существования объекта, накопления силовых и коррозионных повреждений. Силовые сопротивления конструкций в рассматриваемый период эксплуатации характеризуется напряженно-деформированных состоянием, зависящим от режима нагружения, адаптации конструкции к внешним воздействиям, перераспределения усилий, трансформации конструктивной системы, износа и повреждения конструкции.

Коррозионные повреждения сечений железобетонных конструкций снижают их силовое сопротивление, не меняя расчетной схемы, но влияют на распределение усилий в статически неопределимых системах за счет изменения погонных жесткостей ее элементов. В случае же коррозионного разрушения связей и узлов приводит к изменению расчётной схемы и степени статической неопределимости конструктивной системы. Одним из основных факторов, определяющих конструктивную безопасность применительно к железобетонным конструкциям, является фактор времени. Поэтому основная направленность норм проектирования ориентирована на обеспечение надежности и долговечности конструкций. Таким образом, в основе современных нормативных методик лежат традиционные концепции безопасности строительных объектов, реализуемые в методе придельных состояний и полувероятностном подходе к оценке этих состояний, позволяющие учесть характер разрушения при запроектных воздействиях.

Наиболее полно основные предпосылки теории конструктивной безопасности сформулированы для предельного состояния первой группы. Но в ряде случаев расчет по предельным состояниям второй группы является определяющим по расходу арматуры и бетона. Целесообразно выполнять оценку конструктивной безопасности, как по предельным состояниям первой группы, так и по предельным состояниям второй группы.

Уровень конструктивной безопасности по предельным состояниям первой группы:

$$k_1 = M^{/}/M_u; \qquad k_1 = N^{/}/N_u;$$

По предельным состояниям второй группы:

-по деформациям $k_2 = f^{/}/f_u$;

-по образованию трещин $k_3 = M^{/}{}_{crc}/M_{crc}$;

-по ширине раскрытия трещин $k_4 = a_{crc}{}^{/}/a_{crc}$;

где $M^{/}, N^{/}, f^{/}, M^{/}{}_{crc}, a^{/}_{crc}$ -параметры конструкции с учетом накопленных повреждений и фактического состояния; $M_u, N_u, f_u, M_{crc,u}, a_{crc,u}$ - расчетное параметры при проектных нагрузках.

Оценку силового сопротивления железобетона, подверженного коррозийным воздействиям, следует определять в зависимости от глубины повреждения бетона.

В случае изменения прочностных и деформативных характеристик предложенных В.М.Бондаренко

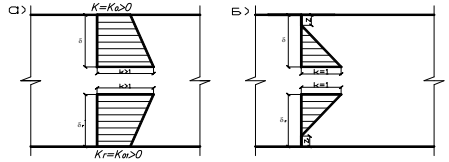
$$R^*_{bt} = kR_{bt};\ R^*_b = kR_b;\ E_{ф} = kE_{вр}; \quad k = b_1 + h_1 z, \tag{1}$$

где k - множитель линейной зависимости; b_1 и h_1 - фактические размеры поперечного сечения, устанавливаемые в зависимости от степени коррозионного повреждения. Для растянутой зоны при сохранении бетоном фибровых слоев способности к силовому сопротивлению по аналогии с (1)

можно записать: $k_Г = k_{01}$ при $z_Г = h - x$; $k_Г = 1$ при $z_Г = h - x - \delta_Г$; где $\delta_Г$ - глубина коррозионного повреждения. Параметры b_1 и h_1 определяют для растянутой зоны по формулам.

$$b_1 = -\frac{1}{\delta_Г}\left[h - x - k_{01}\left(h - x - \delta_Г\right)\right]; h_1 = \frac{1}{\delta_Г}(k_{01} - 1).$$

Расчётная схема для множителя k



а- бетон фибровых слоев сохранил силовое сопротивление; б- бетон фибровых слоев утратил силовое сопротивление.

Рабочую площадь арматуры принимают $A^*_{si} = w_s A_{si}$, где A^*_{si} -площадь поперечного сечения арматуры после коррозионного повреждения к режимному моменту времени; A_{si} - то же до коррозионного повреждения; w_s – коэффициент коррозионного повреждения рабочей растянутой арматуры

$w_s = 1 - \dfrac{\delta + z}{2x_0}$ где x_0 - высота бетона сжатой зоны после коррозионного повреждения. Предельную растяжимость бетона ε^*_{btu} конструктивных элементов с учётом накопления повреждений и фактического состояния определяют методом интегральных оценок нелинейных и неравновесных свойств деформирования железобетона, предварительно определив изменившее значение интегрального модуля деформаций.

$$E^{ш*}_{(v,t)} = \Phi \frac{E^{ш*}_{ф(v,t)}}{(1 + V^*)\left[1 + \varphi(t_1, t_2)\right]}$$

где $\varphi(t_1, t_2)$м - характеристика неравновесного деформирования, V^* - скорость продвижения повреждения. В конечном итоге величина придельной растяжимости бетона $\varepsilon^*_{btu} = R^*_{bt,ser} / E^{ш*}_{(v,t)}$

Оценка уровня конструктивной безопасности по трещиностойкойсти может быть рассчитана как отношение предельной растяжимости бетона конструктивных элементов с учётом накопления повреждений и фактического состояния ε^*_{btu} к расчётной предельной растяжимости бетона ε_{btu}:

$$K = \varepsilon^*_{btu} / \varepsilon_{btu} \text{ где, } \varepsilon_{btu} = R_{bt,ser} / E^{ш}_{(v,t)}.$$

Вероятность возникновения коррозионного процесса в арматуре возрастает с увеличением ширины раскрытия трещины , что приводит к необходимости выполнить расчёт продолжительности их эксплуатации. Причём характер коррозионного повреждения может быть разным: от почти равномерного уменьшения сечения по всей поверхности, до резко выраженного язвенного поражения. Равномерное уменьшение сечения происходит тогда,

когда коррозионный процесс является результатом действия микропор. Неравномерная язвенная коррозия характерна для арматуры в бетоне, содержащем хлориды, которые могут полностью или частично разрушить пассивную плёнку на поверхности стали. При язвенной коррозии создаются условия для развития локальных напряжений.

Зависимости для определения ширины раскрытия трещин записываются в прежнем виде с предварительным определением изменившихся значений A_{sj}^* коэффициентов k_{sj}^*, k_j^* деформации в арматуре $\varepsilon_{stj}^*(t)$ и модуля деформации взаимного смещения арматуры и бетона. Величина параметра армирования может быть выражена формулой:

$$p_{sj}^* = w_{sj} p_{sj}$$

Располагая данными о фактическом состоянии конструкций, можно на основе расчёта по предельным состояниям второй группы, включая расчёты по образованию и ширине раскрытия трещин, прогнозировать остаточный срок службы и резервы по трещиностойкости железобетонных конструкций в произвольный момент времени. Уровень конструктивной безопасности по ширине раскрытия трещин может быть рассчитан как отношение ширины раскрытия трещин в конструктивных элементах с учётом накопления повреждений и фактического состояния a_{crc}^* к расчётной ширине раскрытия трещин $a_{crc,l}$

$$k = a_{crc}^* / a_{crc,l}$$

При этом ширину раскрытию трещин соответственно при двухосном и одноосном напряженных состояний определяют по формулам:

$$a_{crc,l} = 2{,}5\left(\frac{\eta_x \varepsilon_{stx}(t) E_{sx} A_{sx} k_{sx} k_x}{p_{sx} G_{sx}} \sin\alpha + \frac{\eta_y \varepsilon_{sty}(t) E_{sy} A_{sy} k_{sy} k_y}{p_{sy} G_{sy}} \cos\alpha\right);$$

$$a_{crc,l} = 2{,}5 \frac{\eta\ \varepsilon_{st}(t) E_s \nu_s A_s k_s ks}{p_s G_s}.$$

Предложенные характеристики конструктивной безопасности железобетонных конструкций по трещиностойкости, позволяет учесть накопление силовых и коррозионных повреждений как на этапе проектирования, так и при усилении и восстановлении конструкций и запроектировать сооружение от запроектных воздействий.

Список литературы

1.Бондаренко В.М., Боровских А.В., Марков С.В.,Римшин В.И. Элементы теории реконструкции железобетона .-Н.Новгород: Нижегорск.Гос. Арх.Ун-т, 2002.-190стр.

2.Бондаренко В.М., Боровских А.В. Износ, повреждение и безопасность железобетонных сооружений.-М.: ИД Русанова, 2000.-144стр.

3.Смоляго Г.А. К вопросу о предельной растяжимости бетона // Бетон и железобетон. 2002. №6

4.С.И.Меркулов, КГТУ, Безопасность железобетонных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений.

5.С.Н.Алексеев Коррозия и защита арматуры в бетоне, издание 2-е, переработанное и дополненное.-Москва 1968.

6.Расчётный анализ длительного деформирования основания комплекса зданий курской АЭС Колчунов В.И., Федорова Н.В., Дмитриева К.О., Дьяков И.М. В книге: Методология безопасности среды жизнедеятельности. Программа и тезисы IV Крымской Международной научно-практической конференции. Под редакцией: А.Т. Дворецкого, Т.В. Денисовой, А.Е. Максименко. 2017. С. 44-45.

7.Расчётный анализ длительного деформирования системы "здание -основание " хранилища ядерных отходов АЭС Колчунов В.И., Потапов В.В., Дмитриева К.О., Ильин В.А. Строительство и реконструкция. 2017. № 4 (72). С. 27-33.

БЕСХОДАРНАЯ ЛЮДМИЛА РУСЛАНОВНА
Россия, г. Курск, Юго-Западный государственный университет
ajelo.draws@yandex.ru

ОГНЕСТОЙКОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ БАЛОЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ, УСИЛЕННОЙ НАРАЩИВАНИЕМ СЕЧЕНИЯ

Одной из актуальных проблем в области обеспечения огнестойкости строительных конструкций является обеспечение огнестойкости несущих конструкций при реконструкции существующих зданий сооружений. В случае с реконструкцией зданий и сооружений в первую очередь возникает необходимость определить, каким пределом огнестойкости обладают конструктивные элементы здания, подвергшиеся реконструкции. В связи с этим представлен алгоритм оценки огнестойкости железобетонной балочной конструкции, усиленной наращиванием сечения.

Ужесточение требований норм противопожарной безопасности, происходящее в настоящее время, обусловлено тем, что мировая тенденция увеличения числа техногенных и природных катастроф, обусловленная усложнением всех сфер деятельности общества, требует вести постоянный поиск все более эффективных мер защиты жизни и здоровья человека и его среды обитания. Среди прочих аварийных ситуаций, пожары являются одними из самых разрушительных, потому выполнение требований пожарной безопасности зданий и сооружений является одним из основополагающих при их проектировании и возведении. [1]

Данное обстоятельство подтверждает актуальность изучения поведения строительных конструкций при пожаре, а так же анализ физико-механических характеристик материалов несущих конструкций, подвергнутых воздействию огня. [2]

Одной из актуальных проблем является обеспечение огнестойкости несущих конструкций при реконструкции существующих зданий и сооружений. В рамках данной работы применяется методика оценки огнестойкости железобетонной балочной конструкции, усиленной наращиванием сечения. [3]

Анализ существующей научной литературы показывает, что проблема исследования огнестойкости железобетонных балочных конструкций, усиленных наращиванием сечения, изучена недостаточно.

Так, отечественные авторы [4] рассматривают огнестойкость усиленных конструкций, но в основном изучают либо усиление наклеиваемыми композитами, либо конструктивные усиления стальными обоймами, не рассматривая усиления наращиванием. Авторы [5] изучают конструктивные усиления железобетонных конструкций в российских и зарубежных нормах, оценка огнестойкости которых сводится к оценке поведения в огне композитных усилений (зачастую, времени их стеклования).

В работе представлены также следующие данные:

Анализ экспериментальных методов оценки огнестойкости железобетонных балочных конструкций. Проведен анализ экспериментальных исследований, показавший, что проблема воздействия повышенных и высоких температур на железобетонные конструкции исследуется достаточно давно, но изучение огнестойкости железобетонных конструкций, усиленных после воздействия огня и вновь введенных в эксплуатацию проводилось сравнительно немного, т. к. основная масса работ относится к изучению огнестойкости не реконструируемых элементов.

Анализ методов оценки огнестойкости изгибаемых железобетонных элементов. Проведен анализ различных расчетных методов оценки огнестойкости изгибаемых железобетонных элементов, в том числе: метода конечных элементов (МКЭ), метода элементарных тепловых балансов и метода конечных разностей (МКР). В результате анализа был выбран расчет по методу конечных разностей. Суть метода состоит и замене дифференциальных операторов разностными с последующей организацией решения линейной системы относительно узловых значений температуры и напряжений. [6]

Расчетный алгоритм оценки огнестойкости железобетонной балочной конструкции, усиленной наращиванием сечения. Разработан алгоритм оценки, включающий в себя теплотехническую задачу расчета огнестойкости стержневой конструкции, сфокусированную на конструктивных особенностях усиленной балки – неоднородности материалов конструкции, а так же статическую задачу расчета огнестойкости, сфокусированную на определении критической температуры растянутой арматуры. Проведено сравнение с экспериментальными данными по огнестойкости не усиленной конструкции.

Список литературы

1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений [Электронный ресурс]: Федеральный закон № 384-ФЗ – Введ. 30.12.2009. - Режим доступа: Официальный сайт компании «КонсультантПлюс».

2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон № 123-ФЗ - Введ. 22.07.2008 – Режим доступа: Официальный сайт компании «КонсультантПлюс».

3. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость [Электронный ресурс]: ГОСТ 302247.0-94 – Введ. 01.01.1996– Режим доступа: Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации.

4. Еремина Т.Ю. Конструктивные средства огнезащиты. Анализ европейских нормативных документов / Т.Ю. Еремина, М.В. Гравит, Ю.Н. Дмитриева // Архитектура и строительство России. – Москва, 2012. - №9. – с. 30-36.

5. Ананина, М.В. Огнестойкость железобетонных конструкций: методы испытаний по российским и американским стандартам / М.В. Ананина, Д.О. Лепешкина // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2015. - №10 (37) – с. 7-21.

6. Страхов, В.Л. Огнезащита строительных конструкций / В.Л. Страхов, А.М. Крутов, Н.Ф. Давыдкин. – М.: Информ.-изд. центр «ТИМР», 2000. – 433 с.

ВОЛКОВА ЕЛЕНА НИКОЛАЕВНА
Россия, г. Курск, Юго-Западный государственный университет
E-mail: volkovaelenn@mail.ru

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОГНЕЗАЩИТНОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛА

Огнезащитная обработка металла является одной из главных проблем при строительстве зданий с металлическим каркасом. Существует множество вариантов огнезащиты, как новыми материалами, которые появились сравнительно недавно на рынке, так и старыми, такими как штукатурка. На данный момент отечественные производители ни чуть не уступают зарубежным по качеству огнезащитных материалов.

Среди огромного количества объективных факторов, которые влияют на число пожаров, жертв и убытков от них, можно выделить недостаточную или неэффективную огнезащитную обработку металлических конструкций.

Изначально следует понимать: во время пожара металл быстро нагревается, что и является причиной быстрого распространения огня. Также при нагревании металла от 500 градусов, быстро теряется несущая способность металлоконструкций, что приводит к обрушению зданий.

Термин «огнезащита» означает определенный ряд действий и мероприятий, служащих для увеличения огнестойкости конструкций до требуемых минимальных значений.

Требования по огнезащите содержатся в СП 2.13130.2012, ГОСТ Р 53295-2009, ФЗ-123 и выражаются во времени (при котором металл сможет сопротивляться воздействию температуры в 500 °С градусов) или в коэффициенте (степени, классе) огнестойкости. Различают пять групп с различной степенью эффективности огнеупора:

- не менее 150 минут устойчивости;
- не меньше 120 минут;
- выдержка воздействия огня 60 минут;
- не меньше 45 минут;

- степень устойчивости минимум 30 минут.

Толщина огнезащитного слоя и конструкционные решения, которые назначаются для защиты опорных конструкций, зависят от требований по огнестойкости объекта.

Условно лакокрасочные материалы можно разделить на 2 типа:

1. Вспучивающаяся краска при влиянии высокой температуры образует высокопористую структуру, так как выделяется пар или газ. В течение реакции вспучивания толщина защитного слоя увеличивается, слой не дает нагреваться металлоконструкциям и терять свою несущую способность. Составы таких красок для повышения огнестойкости могут увеличиваться в 10-40 раз. Если конструкцию покрыть слоем вспучивающейся краской слоем в 1 мм, то при влиянии температуры толщина слоя может достичь 4 см. В большинстве инструкций написано, что нанесенный слой должен быть толщиной в 2 мм. Если нанести более толстый слой, то при воздействии определенной температуры он будет неравномерно нагреваться и вспучиваться. Поэтому может возникнуть неоднородность слоя, и он будет осыпаться. Вспучивающиеся составы являются одним из наиболее перспективных направлений в защите металлических сооружений от воздействия огня.
2. Огнезащитные краски для металлических конструкций на водной основе невспучивающегося типа деляться на три вида по принципу работы: 1) поглощают тепло; 2) выделяют газ ингибиторов; 3) происходит процесс высвобождения воды. В помещениях, где нет высоких требований по огнестойкости, зачастую используют краски, работающие на основе высвобождения воды.

На протяжении огнезащитной обработки металла требуется контролировать процесс нанесения огнезащитного состава, плотность, влажность и состав заполнителей, качество вяжещего, точность дозировки и так далее. Необходимо также контролировать давление воздуха, расход увлажняющей жидкости, толщину нанесенного слоя, качество отделки поверхности. А в зимнее время работы нужно взять во внимание еще и температуру окружающего воздуха. На огнезащитном покрытии не должно быть признаков растрескивания, шелушения, непрокрашенных мест и пузырей. Высохшие материалы должны хорошо сцепливаться с металлом.

Если при осмотре внешнего вида результат неудовлетворительный, то все дефекты должны быть устранены, покрытие предоставлено повторной контрольной проверке. Если более 10% конструкций не соответствуют требованиям внешнего вида покрытий, то партия не подлежит приемке.

Последние пятнадцать лет мировой рынок огнезащитной продукции активно развивается. По мнению аналитиков, ежегодный прирост огнезащитных материалов составляет более семи процентов. Позитивная динамика развития в этой области наблюдается и в России. Увеличивается число отечественных производителей, которые укрепляют свои позиции на

внутреннем рынке страны. Но, к сожалению, не все производители могут поручиться за качество своей продукции.

В настоящее время качество отечественных огнезащитных материалов потребителю сложно оценить, так как не многие материалы соответствуют своим заявленным характеристикам. Многие эксперты в этой области отмечают, что Россия имеет всего около десяти ответственных производителей.

При выборе огнезащитных материалов самым главным критерием является репутация производителя, доступная и проверенная информация о работе составов на конкретных конструкциях.

Список литературы

1. http://www.kistivruki.ru/materialy/kraski/ognezashitnye/proizvoditeli-i-marki.html
2. А.И. Яковлев «Расчет огнестойкости строительных конструкций», Москва, Стройиздат, 198
3. Беленя Е. И., Стрелецкий Н. Н., Веденников Г. С. Учебное пособие для вузов. Специальный курс. Изд. 3-е перераб и доп. М.: Стройиздат, 1991г- 687 с.
4. Столбов А. В. Учебное пособие по дисциплине «Металлические конструкции» для студентов очной и заочной формы обучения, 2007г.-129с.
5. Стрелецкий Н.С. и др. Металлические конструкции М.: Стройиздат.- 1961.-776 с.

ВОЛОВИКОВА ЛЮБОВЬ ВЯЧЕСЛАВОВНА, студент
(e-mail: volovikovaluba@mail.ru)
ЕВДОКИМЕНКО ЕКАТЕРИНА СЕРГЕЕВНА, студент
(e-mail: 79788751154@yandex.ru)
ЮРАКОВА ТАТЬЯНА ГЕННАДИЕВНА, к.т.н., доцент
(e-mail: tatjana.2006@mail.ru)
Россия, г.Белгород, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

РОЛЬ ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ГОРОДОВ

Решение экологической проблемы городов играет огромную роль в жизни современного общества. На данный момент городское население превышает половину общей массы людей, живущих на Земле. Для многих стран Европейского Союза этот показатель достигает 70%, а по данным учёных к 2030 году, он превысит 80%. Численность городского населения России составляет, примерно, 70% на Северо-западе и добегает до 90% в Центральном Федеральном округе.

Ключевые слова: экологические проблемы, утилизация отходов, автомобильные выбросы, экологические организации.

Своей мощной инженерно-технической и социально-экономической инфраструктурой город оказывает сильное влияние на деградацию окружающей среды. На города приходится 80% выбросов в атмосферу и 3/4 объёма

загрязнений в глобальных масштабах. Города всего мира каждый год производят около 3 млрд. тонн твёрдых отходов, (к примеру – в мире ежегодно выплавляется примерно 1,5 млрд. тонн стали, выращивается 2 млрд. тонн зерна). Загрязняющее влияние больших городских агломераций при этом, наблюдается на расстоянии 50 километров от них. Всё это изменяет естественную среду, а значит, формирует антропогенный ландшафт больших территорий.

Автотранспорт и промышленные предприятия являются главным источником загрязнения окружающей среды. Так же существует огромная проблема, связанная с утилизацией бытовых отходов. Ежегодно Европейским Союзом производится около 2 млрд. тонн отходов, из которых бытовые отходы составляют 200 млн. По мировой статистике, объём неутилизированных отходов ежегодно увеличивается на 2-3 млрд. тонн.

Зачастую, подход к проблеме утилизации отходов базируется на очистке выбросов мусоросжигающих отходов, изоляции свалок от грунтовых вод, перекрытии полигонов для удаления свалочных газов и пр. Однако технологии, применяемые в рамках этого подхода, далеко не всегда являются экологичными.

Нынешний взгляд на эту проблему, заключается в том, что контролировать попадающее на свалку, куда проще, чем контролировать то, что попадает со свалки в окружающую среду. Сущность подхода заключается в том, что утилизация бытовых отходов должна реализовываться максимально экологическими и экономическими методами. По факту речь идёт про управление отходами.

В развитых странах система управления отходами строится уже на протяжении 40 лет. Начать стоит, прежде всего, с изменения взгляда на то, чем являются отходы. Тогда они уже будут рассматриваться, как неотъемлемая часть экономики. Особую значимость имеет то, что в принципе управления отходами предполагается возможность городов, районов и населённых пунктов, самостоятельно выбирать подходы к решению дальнейшего использования отходов, в зависимости от специфики производства и финансовых ресурсов.

Однако, при определении целей по программе утилизации отходами, стоит помнить о существующей иерархии комплексного управления отходами. Она заложена в Директиву ЕС №1993/13, по которой:

- образование отходов должно предотвращаться;
- отходы, по возможности, должны быть использованы вторично;
- при невозможности вторичного использования, необходим рециклинг отходов;
- после отходы должны быть использованы для рекуперации энергии;
- при невозможности выполнения всех вышеуказанных действий, отходы отправляются на захоронение.

Лидером обращения с отходами принята Швеция. На сегодняшний день 96,6% отходов там поступают на переработку и производство энергии.

Стоит отметить, что использование отходов в качестве сырья даёт возможность частично решить проблему загрязнения природной среды при энергообеспечении городов. Практически в полной мере эту проблему удалось решить благодаря развитию альтернативной энергии.

Наиболее эффективно альтернативную энергию, на данный момент, удаётся использовать КНР.

Ещё дной из важнейших проблем крупных городов является значительная автомобильная нагрузка и её постоянный рост. Количество автомобилей в ЕС ежегодно растёт на 2-3%. Для российских этот рост составляют 10-15% в год.

Решить эту проблему, представляется возможным, за счёт осуществления следующих задач: уменьшение количества автомобилей, уменьшение скорости движения и борьба с пробками, проведение ряда экологических мероприятий по снижению воздействия на атмосферу.

Наиболее эффективным методом решения этой проблемы является повышение стоимости на пользование личного транспорта и поощрение развития его «экологичных» вариантов. Необходимым, является создание условий, при которых компании и частные лица будут заинтересованы финансово в использовании более «чистого» и энергоэффективного транспорта. В качестве примера можно привести Лондон, где ещё с 2008 года начала действовать программа ограничения въезда в город и «озеленения» автомобильных парков.

В центре города, для загрязняющих воздух транспортных средств, действует зона платного въёзда, плата за въёзд в которую составляет 10 фунтов. От этих сборов освобождаются «экологичные» автомобили, а также электромобили и гибриды. В остальные части Лондона могут въезжать средства, нормативы, по токсичности выхлопов которых соответствуют стандарту. Либо владельцы транспортных средств могут заплатить штраф, в размере от 100 до 300 фунтов. В итоге владельцы вынуждены либо заменять транспортное средство, либо устанавливать специальные фильтры.

Решение экологических проблем городов в большей мере осуществляется за счёт реализации государственных и региональных планов по охране окружающей среды. Так же не последнюю роль играют экологические общественные организации, причём за последние несколько лет их значение сильно возросло. К примеру, в США политика государства формируется, учитывая деятельность экологических организаций.

Функции, выполняемые общественными экологическими организациями за рубежом, в последние годы отошли от своих привычных стандартов. Большое значение отводится тем, которые занимаются научной и просветительской деятельностью, ведут экологический мониторинг и контроль. Благодаря этим данным, у государства есть возможность эффективно оценивать и давать прогноз изменению состояния окружающей среды и антропогенных факторов.

В России существуют государственные органы, занимающиеся вопросами сохранения окружающей среды. Так министерство природных ресурсов и экологии РФ, находится в подчинении правительства. Министерство решает проблемы лесных пожаров, использование и охрана водных объектов, охрана атмосферного воздуха, способы утилизации отходов. Для осуществления последнего организованы центры по сбору, сортировке и переработке различных отходов на вторсырье. Определены экологические приоритеты работы министерства на ближайшие годы. В их число входят: развитие рационального использования минерально-сырьевой базы, охрана и воспроизводство лесов, развитие особо охраняемых природных территорий и сохранение биоразнообразия, улучшение экологического состояния поверхностных вод, упорядочение обращения с отходами, развитие экологического воспитания, образования и просвещения.

Но, к сожалению, уровень экологического сознания общества, остаётся достаточно низким. Население сдержанно поддерживает экологические организации, а большинство граждан скептически относятся к возможности таких объединений реально влиять на власть. Помимо этого, способы, используемые за рубежом, пока в новинку для российских властей. Именно поэтому, необходимо непосредственное общественное участие, при реализации государственных экологических проектов.

Благополучие окружающей среды во многом зависит от того, сможем ли мы сделать так, чтобы города стали естественной частью экосистемы и устойчивым центром развития, а не их противоположностью. Возможно это только за счёт совместной деятельности властей, общественных организаций, а так же повышения уровня экологического сознания населения.

Список литературы

1. Арустамов Э. А. Экологические основы природопользования: учеб. пособие/ Э. А. Арустамов. — М.: Дашков и К, 2001. — 236 с.
2. Журавлёв В. П. Охрана окружающей среды в строительстве: учебник / В. П. Журавлёв. — М.: АСВ, 1995. — 328 с.
3. Передельский, Леонид Васильевич. Экология: учебник / Л. В. Передельский, В. И. Коробкин, О. Е. Приходченко. — Москва: Проспект, 2007. — 507 с.: ил., табл.; 22 см. — Библиогр.: 499-501 с.
4. Промышленная экология: учебное пособие: для студентов высших учебных заведений / [Гутенев В. В., Денисов В. В., Денисова И. А. и др.]; под ред. В. В. Денисова. — Москва; Ростов-на-Дону: МарТ, 2007. — 719 с.: ил.; 22 см. — (Учебный курс). — Библиогр.: 710-711 с.

ГАЛАЕВА ДИАНА ХУСЕЙНОВНА
Россия, г. Курск, Юго-Западный государственный университет
diana-galaewa@mail.ru

«ЗЕЛЕНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО», КАК ПРИНЦИП ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА В БИОСФЕРНО-СОВМЕСТИМЫЙ

Зелёное строительство, зелёные здания (англ. *Green construction, Green Buildings*) — это практика строительства и эксплуатации зданий, целью которой является снижение уровня потребления энергетических и материальных ресурсов на протяжении всего жизненного цикла здания: от выбора участка к проектированию, строительству, эксплуатации, ремонту и разрушению.

Другой целью *зелёного строительства* является сохранение или повышение качества зданий и комфорта их внутренней среды. Эта практика расширяет и дополняет классическое строительное проектирование понятиями экономии, полезности, долговечности и комфорта.

Хотя новые технологии постоянно совершенствуются для применения в текущей практике создания *зелёных зданий*, основной заботой данного подхода является сокращение общего влияния постройки на окружающую среду и человеческое здоровье, что достигается за счет:

- эффективного использования энергии, воды и других ресурсов;
- внимания к поддержке здоровья обитателей и повышению продуктивности служащих;
- сокращения отходов, выбросов и других воздействий на окружающую среду.

Схожий подход *натурального строительства*, имеющий меньший масштаб, заключается в использовании натуральных местных материалов.

Зеленое строительство имеет следующие задачи:

1. Сокращение совокупного (за весь жизненный цикл здания) пагубного воздействия строительной деятельности на здоровье человека и окружающую среду, что достигается посредством применения новых технологий и подходов;
2. Создание новых промышленных продуктов;
3. Снижение нагрузок на региональные энергетические сети и повышение надежности их работы;
4. Создание новых рабочих мест в интеллектуальной сфере производства;
5. Снижение затрат на содержание зданий нового строительства.

Зелёное строительство — это комплексное знание, структурируемое стандартами проектирования и строительства. Уровень его развития напрямую зависит от достижений науки и технологии, от активности промышленных инженеров и от сознания обществом экологических принципов.

Зеленые стандарты призваны ускорить переход от традиционного проектирования и строительства зданий и сооружений к устойчивому, которое проповедует следующие принципы:

- безопасность и благоприятные здоровые условия жизнедеятельности человека;
- ограничение негативного воздействия на окружающую среду;
- учет интересов будущих поколений.

Зеленые стандарты призваны регламентировать жизнеустойчивый подход в строительстве и оценить степень соответствия зданий исходным принципам.

Разработка и внедрение стандартов *зелёного строительства* стимулирует развитие бизнеса, инновационных технологий и экономики, улучшает качество жизни общества и состояние окружающей среды. Они являются инструментом разумной экономики — сохраняют деньги на всех этапах и способствуют интеграции в мировое движение, являются ключом к зарубежным инвестициям и признанию на мировом уровне.

Зелёные стандарты проектирования, строительства, эксплуатации зданий, ведения бизнеса и жизнедеятельности в строительной сфере суть феномены, которые направляют, корректируют и управляют развитием общества, экономики и инфраструктуры.

Список литературы

1. Новиков А.Н., Бакаева Н.В. Восстановление и упрочнение деталей машин, изготовленных из алюминиевых сплавов, электрохимическими способами/ А.Н. Новиков, Н.В. Бакаева// Учебное пособие / Орел, 2004.
2. Новиков А.Н., Бакаева Н.В. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ АВТОТРАНСПОРТА/ А.Н. Новиков, Н.В. Бакаева// Учебное пособие по курсовому проектированию / Орел, 2003.
3. Новиков А.Н., Бакаева Н.В., Чикулаева В.В., Стратулат М.П., Лапин А.П., Букалова Г.В., Хохлов В.С. Дипломное проектирование по специальности "автомобили и автомобильное хозяйство"/ А.Н. Новиков, Н.В. Бакаева, В.В. Чикулаева, М.П.Стратулат, А.П. Лапин, Г.В. Букалова, В.С. Хохлов В.С.// Учебное пособие / Орел, 2005.
4. Бакаева Н.В. Функциональная декомпозиция целей системы технического сервиса автомобилей/ Н.В. Бакаева// Мир транспорта и технологических машин. 2009. № 1. С. 13-25.
5. Ильичев В.А., Колчунов В.И., Бакаева Н.В. Современное архитектурно-строительное образование в свете решения задач безопасности среды жизнедеятельности/ В.А. Ильичев, В.И. Колчунов, Н.В. Бакаева// Жилищное строительство. 2016. № 3. С. 3-9.
6. Бакаева Н.В. Экологические риски при обслуживании автомобилей/ Н.В. Бакаева// Мир транспорта. 2009. Т. 7. № 3 (27). С. 134-139.
7. Константинов И.С., Бакаева Н.В., Федоров Д.И., Озаренко О.В. Структура системы мониторинга территориальной автотранспортной системы/ И.С. Константинов, Н.В. Бакаева, Д.И. Федоров, О.В. Озаренко// Вестник компьютерных и информационных технологий. 2012. № 4. С. 33-37.
8. Бакаева Н.В., Матюшин Д.В., Новикова Т.М. Оценка акустического загрязнения городской среды на основе показателя биосферной совместимости/ Н.В. Бакаева, Д.В. Матюшин, Т.М. Новикова// Строительство и реконструкция. 2015. № 1 (57). С. 74-83.

9. Бакаева Н.В., Шишкина П.В. Построение системы оценочных показателей и расчет показателя биосферной совместимости территориальной автотранспортной системы/ Н.В. Бакаева, П.В. Шишкина// Вестник МГСУ. 2011. № 3-1. С. 434-443.
10. Константинов И.С., Бакаева Н.В. Концептуальные основы управления территориальной автотранспортной системой на основе парадигмы биосферной совместимости/ И.С. Константинов, Н.В. Бакаева// Информационные системы и технологии. 2010. № 5 (60). С. 109-118.
11. Ilyichev V., Emelyanov S., Kolchunov V., Bakayeva N., Kobeleva S. Estimation of indicators of ecological safety in civil engineering/ V. Ilyichev, S/ Emelyanov, V. Kolchunov, N. Bakayeva, S. Kobeleva|| Procedia Engineering (см. в книгах). 2015. Т. 117. С. 126-131.
12. Ильичев В.А., Емельянов С.Г., Колчунов В.И., Каримов А.М., Гордон В.А., Бакаева Н.В. Концепция биосферной совместимости как основа доктрины градоустройства и расселения/ В.А. Ильичев, С.Г. Емельянов, В.И. Колчунов, А.М. Каримов, В.А. Гордон, Н.В. Бакаева// Стратегические приоритеты. 2014. № 1. С. 71-84.
13. Новиков А.Н., Веревкин Н.И., Севостьянов А.Л., Бакаева Н.В. Производственно-техническая инфраструктура предприятий автосервиса/ А.Н. Новиков, Н.И. Веревкин, А.Л. Севостьянов, Н.В. Бакаева// Учебник для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов" (профиль подготовки "Автомобильный сервис") / Под редакцией Н.А. Давыдова. Москва, 2015.
14. Ильичев В.А., Емельянов С.Г., Колчунов В.И., Бакаева Н.В., Кобелева С.А. Моделирование и анализ закономерностей динамики изменения состояния биосферосовместимых урбанизированных территорий/ В.А. Ильичев, С.Г. Емельянов, В.И. Колчунов, Н.В. Бакаева, С.А. Кобелева// Жилищное строительство. 2015. № 3. С. 3-9.
15. Волкова С.Н., Сивак Е.Е., Бакаева Н.В., Шлеенко А.В., Пашкова М.И. Анализ динамики развития экосистемы города и условий формирования безопасной и комфортной городской среды/ С.Н. Волкова, Е.Е. Сивак, Н.В. Бакаева, А.В. Шлеенко, М.И. Пашкова// Экология урбанизированных территорий. 2016. № 1. С. 35-42.
16. Кобелева С.А., Бакаева Н.В., Андрейцева К.С. Моделирование жилищной сферы, совместимой с биосферой/ С.А. Кобелева, Н.В. Бакаева, К.С. Андрейцева// Жилищное строительство. 2014. № 6. С. 60.
17. Ilyichev V., Emelyanov S., Kolchunov V., Bakaeva N. About the dynamic model formation of the urban livelihood system compatible with the biosphere/ V. Ilyichev, S. Emelyanov, V. Kolchunov, N. Bakaeva// Applied Mechanics and Materials. 2015. Т. 725-726. С. 1224-1230.
18. Бакаева Н.В., Шишкина И.В. Оценка вклада транспортной инфраструктуры в реализацию функций биосферосовместимого города/ Н.В. Бакаева, И.В. Шишкина// Градостроительство. 2012. № 1. С. 51-59.
19. Бакаева Н.В., Данилевич Д.В., Шишкина И.В. Оценка акустического загрязнения городской среды (на примере г. Орла)/ Н.В. Бакаева, Д.В. Данилевич, И.В. Шишкина// Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2014. № 4 (8). С. 78-85.
20. Бакаева Н.В., Новикова Т.М. Кадастровая оценка земель по уровню их транспортной доступности/ Н.В. Бакаева, Т.М. Новикова// Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2015. № 1 (9). С. 72-79.

ГАРКАВЦЕВ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ
Россия, г.Курск, Юго-Западный государственный университет
garkavtsev@outlook.com

УЧЕТ НЕЛИНЕЙНЫХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПРОГИБА СОСТАВНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК КОРОБЧАТОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ

Рассматриваются статически определимые деревянные конструкции. Приводится алгоритм расчета составных деревянных балок коробчатого поперечного сечения с учетом нелинейных свойств древесины. Представлены результаты экспериментальных исследований деревянных балок комбинированного сечения при действии длительных нагрузок.

В процессе эксплуатации деревянных конструкций происходит изменение физико-механических свойств древесины, что подтверждают многочисленные исследования К.П. Пятикрестовского, Д.К. Арленинова, К.А. Вареника [1, 2, 3] и др. Существующие нормы проектирования деревянных конструкций не отражают всей полноты рассматриваемых вопросов, связанных с их расчетом по второй группе предельных состояний.

Древесина при достаточно высоком уровне напряжений характеризуется сложной нелинейной ползучестью. Это позволяет использовать метод, разработанный А.Р. Ржаницыным [4], который позволяет учитывать сложность деформирования древесины во времени при помощи разбиения процессов деформирования на три стадии и замены сложной нелинейной связи между напряжениями и деформациями кусочно-линейными зависимостями, удовлетворяющими условию неразрывности деформаций, напряжений и скорости деформирования при переходе от одной стадии деформирования к другой.

Переход между стадиями происходит при достижении максимальной относительной деформации, критической для каждой их стадий.

Величина критической деформации для первой стадии равна:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 = \frac{\sigma}{H} = const; \quad (1)$$

для второй стадии

$$\varepsilon = \varepsilon_2 = \frac{\sigma_{\text{пп}} - \sigma_{\text{дл}}}{B} = const, \quad (2)$$

где $\sigma_{\text{дл}}$ – длительный предел прочности древесины;

$\sigma_{\text{пп}}$ – кратковременный предел прочности древесины;

H – константа, имеющая физический смысл временного модуля деформации; $H = (0.6 \div 0.75)E_0$;

B – константа, имеющая смысл модуля деформации при критическом нарастании деформаций;

E_0 - мгновенный начальный модуль деформации.

Для описания работы деревянных конструкций в области линейной ползучести во всех трех стадиях принята зависимость Ю.М. Иванова [5]:

$$\varepsilon(t) = \varepsilon(t_0)(1 + bt^{0.21}), \quad (3)$$

где

$$b = \frac{10^{-2}}{0.735 - 0.02086W}; \quad (4)$$

W – влажность древесины, %.

Если $\sigma < \sigma_{\text{дл}}$, то деформации не превышает величины $\varepsilon_1 = \frac{\sigma_{\text{дл}}}{H}$ независимо от продолжительности действия нагрузки, и вторая стадия деформирования не наступает. В том же случае, если $\sigma > \sigma_{\text{дл}}$, то через некоторое время t_1 деформации превосходят величину ε_1, и начинается вторая стадия деформирования [1].

Время перехода во вторую стадию деформирования t_1 определяется формуле:

$$t_1 = \frac{E_0 n}{H} ln \frac{\sigma(E_0 - H)}{(\sigma - \sigma_{\text{дл}})E_0}, \quad (5)$$

где n – время релаксации;

σ – напряжения (текущие).

При $\sigma > \frac{E_0}{H}\sigma_{\text{дл}}$ деформирование начинается сразу со второй стадии.

Во второй стадии деформирования кривая ползучести выражается формулой:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma_{\text{дл}}}{H} + \frac{\sigma_0 - \sigma_{\text{дл}}}{nE_0}(t - t_1) + \sum_{i=0}^{k} \frac{\Delta\sigma_i}{nE_0}(t - t_i). \quad (6)$$

Время перехода в третью стадию деформирования t_2определяется по формуле:

$$t_2 = t_1 + nE_0 \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{\sigma - \sigma_{\text{дл}}}. \quad (7)$$

Во второй стадии деформирования кривая ползучести выражается формулой:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma - \sigma_{\text{дл}}}{B} e^{\frac{B(t - t_2)}{nE_0}} - \frac{\sigma - \sigma_{\text{пп}}}{B}. \quad (8)$$

Для первой стадии деформирования длительный модуль деформации определяется по формуле:

$$E_{\text{дл}}(t_0, t) = \left[\frac{\varepsilon(t_0)(1 + b(t - t_0)^{0.21})}{\sigma(t)} + \sum_{i=1}^{k} \frac{\Delta\varepsilon_i}{\sigma(t)}(1 + b(t - t_i)^{0.21})\right]^{-1}. \quad (9)$$

Для второй стадии деформирования длительный модуль деформации определяется по формуле:

$$E_{\text{дл}}(t_0, t) = \left[\frac{\sigma_{\text{дл}}}{H\sigma(t)} + \frac{\sigma_0 - \sigma_{\text{дл}}}{nE_0\sigma(t)}(t - t_1) + \sum_{i=1}^{k} \frac{\Delta\sigma_i}{\sigma(t)nE_0}(t - t_i)\right]^{-1}. \quad (10)$$

Длительный модуль деформации для третей стадии деформирования равен:

$$E_{дл}(t_0,t) = \left[\frac{\sigma-\sigma_{дл}}{B\sigma}e^{\frac{B(t-t_2)}{nE_0}} - \frac{\sigma-\sigma_{пп}}{B\sigma}\right]^{-1}. \qquad (11)$$

В лаборатории ЮЗГУ были проведены испытания составных деревянных балок коробчатого поперечного сечения (рис. 1) при действии длительных нагрузок.

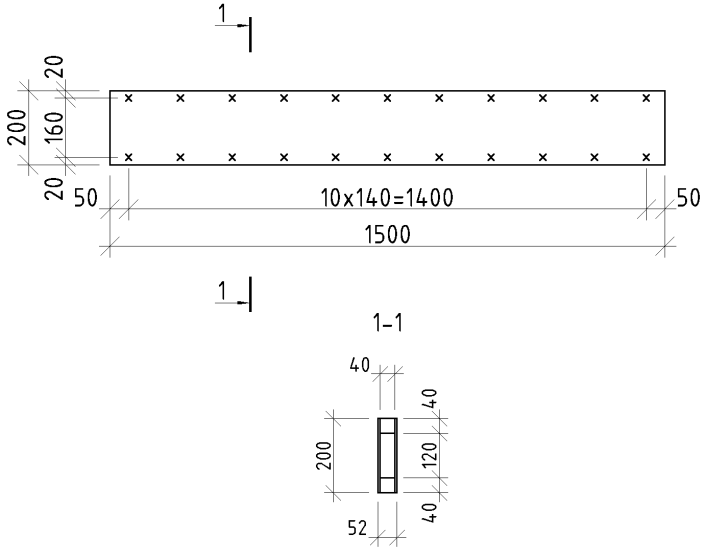


Рисунок 1 – Конструкция экспериментального образца

По результатам эксперимента и предложенной методике были найдены значения длительного модуля деформации $E_{дл}$ для каждой стадии деформирования (рис.2).

В ходе проведения эксперимента было установлено, что переход во вторую и третью стадию деформирования происходит при значительно меньшем уровне напряжений, чем по данным теоретического расчета. Это связано с тем, что в конструкции помимо нормальных напряжений возникают дополнительные напряжения, учет которых возможен в дальнейших исследованиях.

Проанализировав полученный график зависимости длительного модуля деформации от уровня действующих напряжений можно сделать вывод о том, что предложенный алгоритм расчета вполне обоснованно может быть применен для расчета рассматриваемых конструкций.

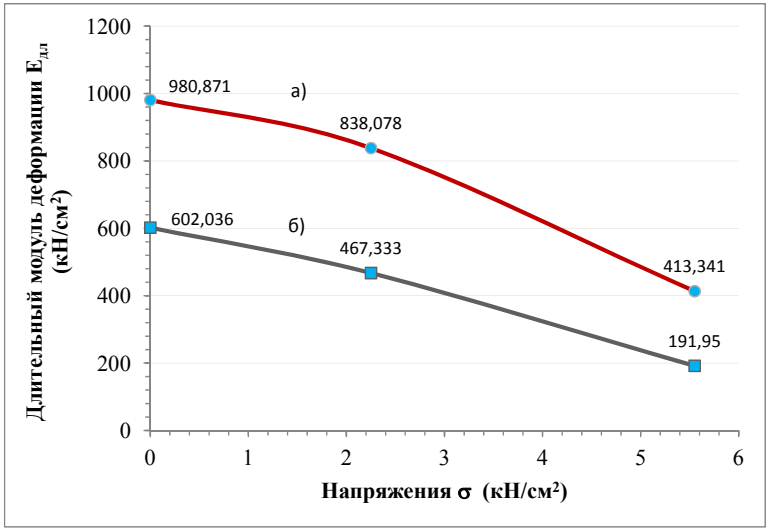


Рисунок 2 – График зависимости длительного модуля деформации от уровня действующих напряжений

а) – по данным теоретического расчета;

б) – по результатам эксперимента

Список литературы

1. Пятикрестовский, К.П. Нелинейные деформации статически неопределимых деревянных конструкций/ К.П. Пятикрестовский, Х.С. Хунагов// Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2013. – № 11-12 (659-660). – С. 21-30.

2. Арленинов, Д.К. О расчете деревянных конструкций по деформированной схеме/ Д.К. Арленинов// Промышленное и гражданское строительство. – 2016. – №1. – С. 43-46.

3. Вареник, К.А. Длительная несущая способность деревянных конструкций / К.А.Вареник, А.С.Вареник // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2014. – №2. – С. 23-31.

4. Ржаницын А.Р. Теория ползучести [Текст] / А.Р. Ржаницын. – М.: Стройиздат, 1968. – 416 с.

5. Травуш, В.И. Длительная прочность и устойчивость сжатых стержней из древесины/ В.И. Травуш, В.И. Колчунов, К.О. Дмитриева// Строительство и реконструкция. – 2015. – № 5 (61). – С. 40-46

6. Сморчков, А.А. Биопозитивные элементы для деревянного домостроения из древесных отходов/ А.А. Сморчков, Д.А. Орлов, К.О. Барановская, С.В. Дубраков// Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. – 2014. – № 3 (7). – С. 50-55.

7. Травуш, В.И. Устойчивость сжатых стержней из древесины при одновременном проявлении силового и средового воздействия/ В.И. Травуш, В.И. Колчунов, К.О. Дмитриева// Строительная механика и расчет сооружений. – 2011. – № 1. – С. 62.

ГРАНКИН ИЛЬЯ НИКОЛАЕВИЧ
Россия г. Курск Юго-Западный государственный университет
Grank23@mail.ru

ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Рассмотрели обзор литературы на процессы, происходящие в грунтах оснований после реконструкции зданий. И отметили, что рост дополнительного давления под подошвой фундамента вызывает изменения физико-механических свойств грунтов оснований.

Из большого множества опытов эксплуатации зданий и сооружений в различных грунтовых условиях известно, что со временем происходит изменение физико-механических свойств грунтов, которое обусловлено влиянием различных факторов. В первую очередь – это дополнительное давление под подошвой фундаментов эксплуатируемых зданий и сооружений. К сожалению ,пока нет единого мнения о количественных изменениях во времени прочностных характеристик грунтов (γ,ϕ,c), уплотнённых в процессе эксплуатации зданий .По данным Коновалова П.А. [7], за период эксплуатации зданий рост удельного сцепления песчаных грунтов практически не наблюдается, а угол внутреннего трения увеличивается на 1-4 градуса. Но при этом отмечается, что для оснований эксплуатируемых зданий на таких грунтах расчётное сопротивление грунта может возрасти до 44%. Это увеличение обусловлено в основном уплотнением песчаных грунтов давлением фундаментов зданий. По данным Сорочана Е.А. [8], в зависимости от длительности загружения песчаных грунтов давлением от фундаментов зданий и дополнительными нагружениями, возникающими при реконструкции или ремонте угол внутреннего трения может увеличиваться на 11%, а удельное сцепление возрастать в 10 раз. Такому улучшению свойств грунтов способствует, по его мнению, ступенчато-возрастающее загружение, длительность действия нагрузки.

Таким образом, рассмотренные данные показывают, что за период эксплуатации зданий происходит изменение свойств грунтов, вызванное их уплотнение . Но опытов выявлению таких изменений выполнено пока ограниченное количество. Поэтому исследования свойств глинистых грунтов основания эксплуатируемых зданий, и выявление особенностей их изменения должны быть продолжены.

Вопросами инженерно-геологических исследований грунтов, описанием и обобщением занимались многие ученые, среди которых можно отметить следующих.

Болдырев Г.Г. в своей статье [1]«Методы определения механических свойств грунтов» описывает, что прочностные характеристики грунтов используются при проектировании оснований фундаментов зданий и сооружений по первой группе предельных состояний - по несущей способности.

Несущая способность оснований определяется с использованием двух групп методов расчета. К первой следует отнести аналитические и инженерные методы, ко второй - основанные на численных решениях с использованием различных моделей грунтов. Во всех методах расчета применяются прочностные характеристики грунтов, определяемые путем их испытаний различными методами в приборах разных конструкций . В большинстве методов расчета первой группы используются условия прочности Кулона, или Мора - Кулона. Первое условие прочности связывает прочность грунта с нормальным давлением, а второе - с минимальным и максимальным главными напряжениями.

Во второй группе методов расчета используется не только условие прочности Мора - Кулона, но и ряд других, некоторые из которых связывают прочность грунтов не только с двумя, но и с тремя главными напряжения. Практически во все условия прочности входят коэффициенты, которые мы называем характеристиками, или параметрами, прочности.

Поведение элювиальных грунтов, в особенности изменение их свойств под техногенными нагрузками, в научной статье отразил Барановский А.Г. [2].

Рассмотрен вопрос об изменении свойств мерзлого грунта при циклическом нагружении в статье Дружинина В.Г. и Чеботарева Ю.И. [3]. Получены выражения разрушающего напряжения, которые учитывают физико-механические свойства и параметры циклического нагружения.

В статье Калугина П.И. и Пятигора Д.А. [4] рассмотрены процессы, происходящие в грунтах оснований после реконструкции зданий. Отмечено, что рост дополнительного давления под подошвой фундамента при надстройке этажей вызывает изменения физико-механических свойств грунтов оснований.

Простов С.М., Смирнов Н.А., Бахаева [5] произвели методику прогноза физико-механических свойств техногенного массива на основе геолого-геофизических исследований, включающая анализ данных электротомографии, установили взаимосвязь между комплексом физических свойств грунтов. На примере намывного массива гидроотвала угольного разреза дали прогноз изменения физико-механических свойств намывных грунтов, расположенных под отвальной насыпью.

По результатам испытаний характеристик прочности грунтов [1], их вид и количество зависит от условия прочности, которое используется при проектировании основания здания или сооружения по первой группе предельных состояний, - по несущей способности. Поэтому обработку результатов испытаний следует проводить с использованием соответствующего условия прочности Кулона, Мора - Кулона или модели грунта.

Резюмируя выше сказанное ,можно добавить, что опыты по изменению физико-механических грунтов должны быть продолжены.

Список литературы

1.Болдырев Г.Г.Методы определения механических свойств грунтов. Состояние вопроса монография / Г.Г. Болдырев – Пенза: ПГУАС,2008. – 696с.

2.Барановский А.Г. Изменение физико-механических свойств элювиальных глинистых грунтов под влиянием техногенных факторов / Сборник: Анализ, прогноз и управление природными рисками в современном мире.2015г.С.92-97.

3.Дружинин В.Г., Чеботарев Ю.И. Изменение свойств мерзлого грунта при воздействии на него интенсивных колебаний/ Вестник Иркутского государственного технического университета . 2014.№9 (92). С.86-89.

4.Калугин П.И., Пятигор Д.А. Особенности работы грунтов оснований фундаментов после реконструкции зданий / Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета 2017г. №1. С.60-64.

5.Простов С.М., Смирнов Н.А., Бахаева С.П.. Прогноз физико-механических свойств намывного массива по данным электрических зондирований/ Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 2015г.-№1.-С.69-78.

6.Дмитриева К.О.,Дубраков С.В. Механика грунтов учебное пособие/Университетская книга 2017г.Курск.С.111.

7.Коновалов П.А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий 2000 г. (4-е изд.)

8.Сорочан Е.А., Трофименков Ю.Г. Справочник проектировщика: основания, фундаменты и подземные сооружения/2013г. Москва.С.480.

ДЕРЕВЯНЧЕНКО АНДРЕЙ ИВАНОВИЧ, студент
Россия, г. Курск, Юго-Западный государственный университет
aid@kr21.ru

ПРОТИВОРЕЧИЯ В НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТАХ ПО ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

О некоторых противоречиях норм и правил в области обеспечения пожарной безопасности и физической защиты зданий и сооружений.

Ключевые слова: нормативная база, пожарная безопасность, противопожарная и физическая защита зданий и сооружений.

Проблемы обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации приобретают всё большее значение, так как связаны с проблемами экономической, социальной, техногенной и экологической безопасности, являются взаимосвязанными и взаимозависимыми.

Различные факторы могут предшествовать возникновению пожаров - ошибки при проектировании, строительстве зданий и сооружений, применение низкокачественных и опасных строительных материалов, человеческий фактор.

С вступлением в силу Федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1] (далее №123-ФЗ) и Федерального закона № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [2] (далее № 384-ФЗ) для их реализации утверждены более 250 стандартов и сводов правил обязательного и добровольного

применения. На различных стадиях жизненного цикла зданий и сооружений законодательством предусмотрено выполнение в полном объеме обязательных требований, которые установлены техническими регламентами. Также существует возможность отступления от требований нормативных документов по их реализации, как правило, с обоснованиями и компенсирующими мероприятиями в виде специальных технических условий. При этом все более активно используются такие формы оценки соответствия, как аудит пожарной безопасности с проведением расчётов пожарных рисков и другие способы. Для определения соответствия проектных решений здания, сооружения требованиям безопасности должны применяться не только ссылки на требования стандартов и сводов правил, но и результаты исследований, расчеты, испытания, моделирование сценариев, оценки рисков.

Распоряжением Правительства РФ утвержден 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» [3]. Данный перечень содержит восемь ГОСТ и восемьдесят три СНиП, из которых были исключены множество противопожарных требований во избежание их дублирования и противоречия с нормативными документами по пожарной безопасности.

Однако, анализ информационных и действующих в настоящее время нормативно-правовых материалов в области пожарной безопасности, регламентирующих требования по пожарной безопасности при проектировании, строительстве и реконструкции, показал наличие, как избыточности, так и противоречивости нормативных требований. Кроме того, существует ряд противоречий норм и правил пожарной безопасности с нормативами по физической защите зданий и сооружений гражданского назначения.

Примером таких противоречий может служить ситуация в организациях и учреждениях с массовым пребывание людей, где установлены требования по безопасности, связанные с терроризмом. В детских учреждениях, школах, детских садах существуют «Инструкции по противодействию терроризму», составленные органами Федеральной службы безопасности. В числе обязательных требований установлено, что запасные выходы должны быть закрыты и опечатаны. Возникает противоречие, ведь пожарная безопасность требует открытие дверей, а антитеррористические меры их закрытия. В настоящее время, практически все здания с массовым пребыванием людей оборудованы системами контроля и управления доступом (СКУД), которые являются одной из важных составляющих обеспечения безопасности, в том числе антитеррористической защищенности и установлены требованиям СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009» и СП 132.13330.2011 «Обеспечение антитеррористической защищенности зданий и сооружений. Общие требования проектирования».

На практике, при установке СКУД в школах, детских садах и других детских учреждениях, возникают проблемы по причине несоответствия требований системы безопасности с требованиями по пожарной безопасности. Так, в типовых проектах зданий общеобразовательных школ, имеющих этажность не более 3-4-х этажей, в соответствии с п.п.6.85, 6.86 СП 118.13330.2012, СКУД является способом контроля входа-выхода не только в период нахождения учащихся в здании, но и на прилегающей территории, а также для передачи информации родственникам после завершения занятий. В школах обучаются три возрастные группы детей: начальная (1-4 класс), средняя (5-9 класс) и старшая (10-11 класс), при этом среди учащихся могут быть и дети, относящиеся с маломобильным группам, требования по безопасности для которых установлены СП 59.13330.2012 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения» (Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001). Для таких зданий, согласно СП 1.13130.2009 СППЗ «Эвакуационные пути и выходы» и СП 118.13330.2012, каждый этаж должен иметь не менее двух рассредоточенных выходов в лестничные клетки, которые в уровне первого этажа имеют выход, как правило, непосредственно наружу или через коридор и вестибюль (фойе), что требуется в соответствии с частью 3 статьи 89 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и вышеназванными СП. Во многих типовых проектах школ число лестничных клеток составляет три-четыре, из них обязательно одна, кроме выхода наружу непосредственно, имеет выход через коридор в вестибюль (фойе) и далее непосредственно наружу через входной узел. Ограничение на использование СКУД в вестибюлях, фойе, холлах первых этажей образовательных учреждений (школы, техникумы, вузы) вызвано разночтением и противоречием между частью 7 статьи 89 №123-ФЗ и пункта 36 а) Правил противопожарного режима в РФ (ППР) [4]. Следует заметить что ППР, являются нормативным правовым актом, подлежащим обязательному применению согласно части 2 статьи 4 №123- ФЗ, однако он не вписывается в систему технического регулирования согласно ФЗ № 184 «О техническом регулировании» (далее - № 184-ФЗ) [5], так как противоречит части 3 статьи 7 данного федерального закона.

Согласно требованиям пожарной безопасности к эвакуационным путям, эвакуационным и аварийным выходам в соответствии с частью 7 статьи 89 №123-ФЗ «В проемах эвакуационных выходов запрещается устанавливать раздвижные и подъемно-опускные двери, вращающие двери, турникеты и другие предметы, препятствующие свободному проходу людей». Требования п.36а Правил противопожарного режима № 390-ФЗ «О противопожарном режиме» изложены в более расширенном виде и с некоторыми противоречиями вышеизложенному - «При эксплуатации эвакуационных путей, эвакуационных и аварийных выходов запрещается: устраивать на путях эвакуации пороги (за исключением порогов в дверных проемах), устанавливать раздвижные и подъемно-опускные двери и ворота без возможности

вручную открыть их изнутри и заблокировать в открытом состоянии, вращающиеся двери и турникеты, а также другие устройства, препятствующие свободной эвакуации людей, при отсутствии иных (дублирующих) путей эвакуации либо при отсутствии технических решений, позволяющих вручную открыть и заблокировать в открытом состоянии указанные устройства. Допускается в дополнение к ручному способу применение автоматического или дистанционного способа открывания и блокирования устройств». Для эксплуатируемых помещений, зданий, сооружений следует руководствоваться по существу аналогичными требованиями пункта 6.10* СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений», где указано, что «Выходы не являются эвакуационными, если в их проемах установлены раздвижные и подъемно-опускные двери и ворота..., вращающиеся двери и турникеты». Кроме того, в данной формулировке понятие «путь эвакуации» является основным отличием Правил противопожарного режима от № 123-ФЗ, которое практически может сделать невозможным применение СКУД в зданиях. Это подтверждается понятиями, установленными в статье 2 №123-ФЗ:

«эвакуационный выход - выход, ведущий на путь эвакуации, непосредственно наружу или в безопасную зону» (для первого этажа здания согласно п. в) и д) часть 3 статьи 89 №123-ФЗ к выходам отнесены также выходы через вестибюль (фойе), т.е. через те помещения, где чаще всего и устанавливаются СКУД);

«эвакуационный путь (путь эвакуации) - путь движения и (или) перемещения людей, ведущий непосредственно наружу или в безопасную зону, удовлетворяющий требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре» (т.е. в состав пути эвакуации в виде соответствующего участка может входить также вестибюль (фойе), где и устанавливаются СКУД).

Таким образом, в отношении применения СКУД, входящей в комплект средств по обеспечению безопасности и антитеррористической защищенности зданий сложилась уникальная ситуация, когда требования федерального закона о безопасности зданий и сооружений, правил противопожарного режима, СНиП и СП, подлежащие применению на обязательной основе, фактически противоречат друг другу.

Список литературы

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // СПС «Консультант+» [Электронный ресурс] – Дата обновления 28.05.2018

2. Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» // СПС «Консультант+» [Электронный ресурс] – Дата обновления 28.05.2018 г.

3. Постановление Правительства РФ от 26.12.2014 г. № 1521 «Об утверждении перечня 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» // СПС «Консультант+» [Электронный ресурс] – Дата обновления 28.05.2018 г.

4. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 г. № 390 «О противопожарном режиме» (вместе с «Правилами противопожарного режима в Российской Федерации» // СПС «Консультант+»[Электронный ресурс] – Дата обновления 28.05.2018 г.

5. Федеральный закон от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» // СПС «Консультант+» [Электронный ресурс] – Дата обновления 28.05.2018 г.

ДРОЗДОВ МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ
ЦАРЕГОРОДЦЕВА ОЛЬГА ВЛАДИМИРОВНА
Россия, Воронежский государственный технический университет
e-mail: mick78d@yandex.ru

ОБЗОР ВАРИАНТОВ КОНСТРУКЦИЙ СОРБЦИОННЫХ ТЕРМОТРАНСФОРМАТОРОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ПАРАМИ СОРБАТ/СОРБЕНТ

В статье дана классификация сорбционных термотрансформаторов по виду поглощения (поверхностью или всем объёмом). Наиболее распространённая группа абсорбционных тепловых насосов и холодильных машин рассмотрена более подробно, показан принцип действия основных типов данного оборудования и проведена классификация по применяемым в них рабочим телам и поглотителям.

Большая часть холодильной и теплонасосной техники реализует обратный цикл Ренкина, перенося с помощью механической работы тепло среды с более низкой температурой к среде с более высокой. Менее распространённый класс составляют термотрансформаторы работающие по немеханическому принципу. В них работа компрессора на всасывание паров хладагента заменяется химической реакцией поглощения рабочего тела сорбентом. Таким образом, можно сказать, что сорбционные термотрансформаторы реализуют прямой (силовой) и обратный (перенос тепла) циклы Ренкина. Механическая энергия им требуется в гораздо меньшем количестве, чем компрессионным, на создание вакуума и перекачивание раствора (абсорбционные ТТ).

Сорбционные термотрансформаторы можно разделить две группы:

1. **Адсорбционные** – на данный момент очень малочисленная группа, являющаяся экзотикой даже в странах-лидерах по разработкам тепловых насосов (Германия, Япония). Принцип их действия основан на поглощении паров поверхностью твёрдых тел (реже жидкостей): активированных углей, цеолитов, силикагелей, солей и гидридов металлов. Основным фактором сдерживающим развитие этого типа ТТ, является принцип их работы, требующий периодического нагрева и охлаждения сорбента и корпуса адсорбера, что требует дополнительных затрат энергии на нагрев/охлаждение.

2. **Абсорбционные** – в термотрансформаторах этого вида используется бинарная смесь, компоненты которой имеют различные температуры кипе-

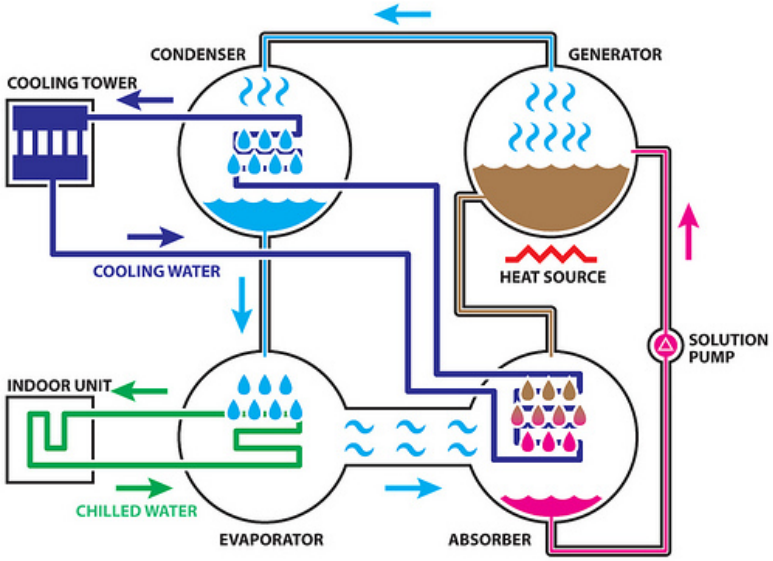
ния при одинаковом давлении (рабочее тело имеет более низкую температуру кипения, абсорбент – более высокую).

По используемой паре рабочее тело – абсорбент также можно выделить несколько типов абсорбционных термотрансформаторов:

А) **АТТ с водными и неводными растворами солей.**

Из всех возможных водных растворов солей натрия, кальция, магния, цинка наибольшее распространение получил раствор бромистого лития. Этот раствор характеризуется большой разностью нормальных температур кипения бромистого лития и воды (около 1210°C), в результате чего ректификатор, как в смесях с близкой температурой кипения не требуется.

Следует отметить, что подавляющее большинство представленных на рынке АБТН являются понижающими (при подводе тепла высокого потенциала на выходе получается большее количество тепла ниже потенциалом) и полностью соответствуют АБХМ. Перевод теплового насоса в режим холодильной машины осуществляется снижением температуры греющего источника.



В испарителе за счёт подвода низкопотенциального тепла Q_O (20 – 40°C для АБТН) кипит вода при давлении P_O (вакуумным насосом создаётся разряжение в несколько килопаскалей). При этом источник охлаждается до температуры T_S. Водяной пар, образовавшийся в испарителе, поступает в абсорбер, где он абсорбируется крепким раствором, стекающим из генератора. Вследствие абсорбции пара, раствор становится слабоконцентрированным (H_2O больше чем LiBr), при этом выделяется теплота в количестве Q_A. Слабый раствор из абсорбера насосом подаётся в генератор, где он кипит при давлении P_H при подводе теплоты от греющего источника в коли-

честве Q_H, при температуре T_R. Водяной пар, образовавшийся в генераторе, поступает в конденсатор, где конденсируется при давлении P_K, равном P_H, вследствие подвода нагреваемой среды с $T_{нг}$, которая ниже T_R. Теплота конденсации отводится к нагреваемой среде в количестве Q. Конденсат из конденсатора стекает в испаритель.

Таким образом, АБТН, как и АБХМ, можно представить в виде четырёх теплообменников, два из которых нагревают, а два охлаждают, но с разной температурой (иногда абсорбер и конденсатор подключают последовательно). Поэтому применение АБТН может быть оправдано там, где требуется одновременный нагрев и охлаждение в разных частях производственного цикла или разных сред. Или есть источник низкопотенциального сбросного тепла температурой 20 – 40°C для работы испарителя, что перекрывает 40% тепловой энергии, требующейся для работы АБТН. Для работы генератора требуется температура 80 – 150 ^{O}C.

Повышающие АБТН отличаются от понижающих тем, что давление в абсорбере и испарителе у них выше, чем в конденсаторе и генераторе, вода в испаритель и крепкий раствор в абсорбер подаются насосами.

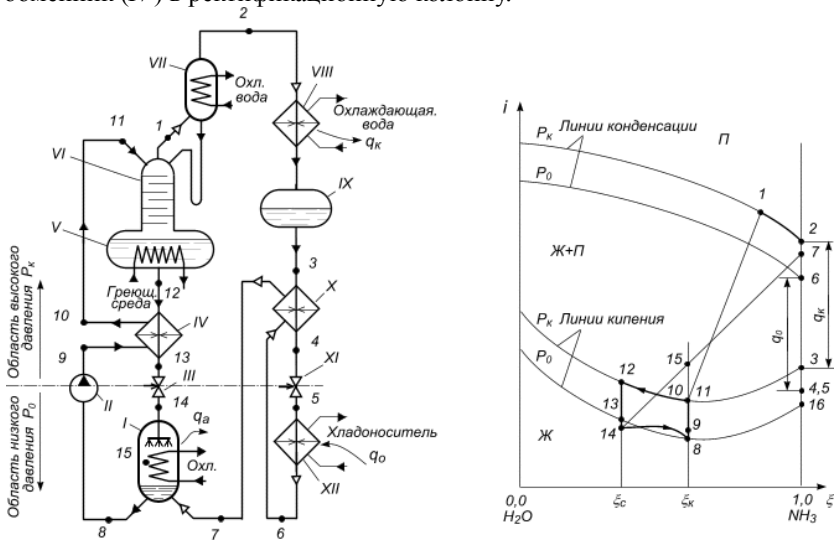
Несмотря на то, что в водосолевых АБХМ удаётся достичь разряжения, при котором вода испаряется уже при 5°C, холод в отрицательном диапазоне температур для них недостижим. В этом случае выходом является использование метилового или этилового спирта в качестве хладагента с солями LiBr, $ZnBr_2$, LiI, LiCl. К преимуществам установок с такими смесями можно отнести небольшую разницу давлений в абсорбере и генераторе. К недостаткам: большую вязкость двухкомпонентных растворов и ограниченную растворимость солей лития в метаноле. Для уменьшения этих недостатков к галогенидам лития добавляют $ZnBr_2$, однако это ещё сильнее увеличивает коррозионную активность раствора.

Б) **Водоаммиачные АТТ**

В машинах данного типа хладагентом является аммиак (NH_3), абсорбентом вода. Основным отличием водоаммиачных термотрансформаторов является то, что компоненты раствора соиспаримы. Пар, образовавшийся в генераторе (*V*) в результате подвода тепла Q_H, сначала очищается в ректификационной колонне (*VI*), затем в дефлегматоре (*VII*), где конденсируется водяной пар (1-2). Образующаяся при этом вода поглощает парообразный аммиак и стекает обратно в генератор в виде флегмы. Аммиачный пар, выходящий из дефлегматора, имеет концентрацию близкую, но не равную единице. Этот пар поступает в конденсатор (*VIII*), где отводится теплота конденсации Q_K. Из-за присутствия небольшого количества воды, конденсация происходит при давлении несколько меньшем, чем для чистого аммиака (2-3).

Из конденсатора жидкий аммиак, пройдя через теплообменник-рекуператор (*X*) и охладившись (3-4), дросселируется регулирующим вентилем (*XI*) от P_K до P_O (4-5). После вентиля хладагент поступает в испаритель (*XII*), где за счёт теплоты теплоотдатчика Q_O, превращается в сухой

насыщенный пар (5-6). Пар перегревается в теплообменнике (*X*) (6-7) и засасывается в абсорбер (*I*), где поглощается слабым раствором, поступающим из генератора. При реакции поглощения выделяется теплота Q_A. Полученный в абсорбере раствор насосом (*II*) перекачивается в через теплообменник (*IV*) в ректификационную колонну.



Помимо установок использующих аммиак в качестве летучего компонента к этому типу можно отнести термотрансформаторы, использующие его производные – амины: метиламин (CH_3NH_2) и этиламин ($C_2H_5NH_2$). Их преимуществами в сравнении с системами NH_3 – H_2O являются меньшие рабочие давления в аппаратах АТТ и более широкий температурный диапазон греющих источников, а, следовательно, и область применения. Однако основные недостатки водоаммиачных АТТ сохраняются: токсичность летучего компонента и необходимость ректификации.

Для исключения процесса ректификации исследовались органические абсорбенты вместо воды. Например, глицерин ($C_3H_8O_3$) – он нетоксичен, но его растворы имеют очень большую вязкость.

Следующие два типа можно назвать большой экзотикой даже на фоне бромистолитиевых и водоаммиачных систем. Эти установки существуют (существовали) либо в качестве единичных экземпляров, либо в качестве экспериментальных образцов.

В) **Фреоновые АТТ**

В этих системах в качестве рабочего тела используются хорошо известные по применению в компрессионных термотрансформаторах хладагенты, такие как гидрохлорфторуглероды R21, R22 и др. В качестве абсорбентов предложены органические вещества, например диметиловый эфир тетраэтиленгликоля ($C_{10}H_{22}O_5$).

Основная сфера применения фреоновых АТТ, выработка холода ниже $0^{O}C$ там, где аммиак неприемлем из-за токсичности. К недостаткам можно отнести: небольшую разницу температур кипения компонентов, небольшие абсолютные теплоты испарения фреонов. Кроме того фреоны в молекулах которых присутствуют атомы хлора и брома попадают под действие Монреальского протокола 1987 г. по веществам, разрушающим озоновый слой.

Г) **Углеводородные АТТ**

Применение углеводородов позволяет получить в испарителе температуры до $-100^{O}C$. Лёгкие углеводороды используются в качестве летучих компонентов, а тяжёлые углеводороды и другие органические вещества в качестве абсорбентов.

Недостатки этих систем те же, что и у фреоновых, но к ним следует добавить пожаро- и взрывоопасность.

Список литературы

1. Бадылькес И. С., Данилов Р. Л. Абсорбционные холодильные машины. – М.: 1966. – 356 с.
2. Блиер Б. М., Вургафт А. В. Теоретические основы проектирования абсорбционных термотрансформаторов. – М.: 1971. – 204 с.
3. Бродянский В. М. Эксергетический метод термодинамического анализа. – М.: Энергия, 1973. – 296 с.
4. Орехов И. И., Тимофеевский Л. С., Караван С. В. Абсорбционные преобразователи теплоты. – Л.: Химия, 1989. – 208 с.
5. Соколов Е. Я., Бродянский В. М. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения: Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоиздат, 1981. – 320 с.
6. Тепловые насосы в современной промышленности и коммунальной инфраструктуре. Информационно – методическое издание. – М.: 2017. – 204 с.
7. Холодильные машины: Учебн. Для вузов / Н. Н. Кошкин, И. А. Сакун, Е. М. Бамбушек и др. – Л.: Машиностроение, 1985. – 510 с.

ЖЕМЕРДЕЕВА ЕКАТЕРИНА АЛЕКСЕЕВНА
Россия, г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова
infobelinvest@mail.ru

КРИТЕРИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СТРОИТЕЛЬНОМ СЕКТОРЕ

В статье рассматриваются критерии экологической безопасности в строительном секторе. Анализируются методики систем экологической сертификации в строительстве BREEAM, LEED и особенности критериев и сравнительные отличия стандартов ГОСТ Р 54694–2012 и СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011.

Ключевые слова: зеленое строительство, экологическая безопасность, строительство, критерии, экономика.

Экологическая безопасность в строительном секторе является одним из факторов, влияющих на качество, цену, спрос, предложение строительных объектов. Использование экологически безопасных технологий при строительстве здания способствует экономии ресурсов и энергии в процессе постройки и эксплуатации зданий, и соответственно, увеличивает прибыль застройщиков. Строительные материалы являются основой любого здания. В связи с этим возникает необходимость компетентного и обоснованного выбора экологически безопасных строительных материалов.

В настоящее время в мировой практике не достаточно разработаны критерии экологической безопасности в строительном секторе, ведутся разработки механизмов комплексной оценки материалов. Данные разработки необходимы для оценки общего уровня экологической безопасности по единой шкале. Самой известной и распространенной системой экологической сертификации в строительстве является метод оценки экологической эффективности зданий BREEAM. Стандарты BREEAM наиболее используемы в Великобритании и странах ЕС. Метод системы оценки BREEAM состоит в методике присвоения баллов по нескольким разделам, которые касаются разных аспектов влияния на окружающую среду, безопасности жизнедеятельности и комфорта. Особенность BREEAM является то, что баллы умножаются на весовые коэффициенты, которые отражают актуальность аспекта в районе застройки, потом складываются и переводятся в результирующую оценку. Результирующая оценка заключается в присвоении рейтинга: Acceptable - «сертифицирован» (только в схеме In-Use), Pass – «удовлетворительно», Good – «хорошо», Very Good – «очень хорошо», Excellent – «отлично», Outstanding – «великолепно». Также присуждается рейтинг из звезд от 1 до 5. Такая методика позволяет учитывать специфику конкретного региона при адаптации BREEAM без потери эффективности.

В 2012 году в рамках подготовки к Олимпиаде в Сочи по поручению Правительства РФ был утвержден национальный стандарт – ГОСТ Р

54694–2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости», который вступил в силу 1 марта 2013 года. В разработке участвовали НП «Центр экологической сертификации – зеленые стандарты», Минприроды РФ, Национальное объединение строителей (НОСТРОЙ) и НП «АВОК». Это первый национальный стандарт, устанавливающий экономические требования к объектам недвижимости, его требования основаны на российских ГОСТах и СП, а также на зарубежных системах BREEAM и LEED. Структура требований стандарта включает в себя 9 следующих разделов: экологический менеджмент, инфраструктура и качество внешней среды, качество архитектуры и планировках объекта, комфорт и экология внутренней среды, качество санитарной защиты и утилизации отходов, рациональное водопользование и регулирование ливнестоков, энергосбережение и энергоэффективность, охрана окружающей среды при строительстве, эксплуатации и утилизации объекта, безопасность жизнедеятельности.

Система добровольной сертификации объектов недвижимости "Зеленые стандарты" разработана специалистами НП "Центр зеленых стандартов" совместно с ведущими российскими и зарубежными экспертами, научными организации РАН, WWF, Гринпис, RuGBC и др. Основным стандартом является СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 «Зеленое строительство. Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания». Согласно ему устойчивость среды обитания оценивается по следующим группам критериев: комфорт и качество внешней среды, качество архитектуры и планировки объекта, комфорт и экология внутренней среды, качество санитарной защиты и утилизации отходов, рациональное водопользование, энергосбережение и энергоэффективность, применение альтернативной и возобновляемой энергии, экология создания, эксплуатации и утилизации объекта, экономическая эффективность, качество подготовки и управления проектом.

Многие критерии стандартов ГОСТ Р 54694–2012 и СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 идентичны и повторяют друг друга, новым является только запрет на использование материалов из пород деревьев, занесенных в Красную книгу Российской Федерации. Основным отличием стандартов являются различные системы оценки. В ГОСТ Р 54964-2012 отсутствует система подсчета баллов и устанавливаются пороговые значения по индикаторам. Кроме того, в ГОСТ, в отличии от СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011, все требования являются обязательными для выполнения. Т.е. стандарт ГОСТ Р 54964-2012 по факту является переработанной и адаптированной для государственной системы нормативного регулирования версией СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011.

Российская система экологической сертификации зданий Green Zoom разработана по заказу Российской гильдии управляющих и девелоперов (РГУД) рабочей группой из 45 компаний-членов РГУД в 2014 году. Стандарт Green Zoom содержит перечень практических рекомендаций по повышению энергоэффективности, водоэффективности и экологичности зданий гражданского назначения, созданный на основе последней, четвертой версии системы LEED (LEED v.4, 2014). Первая версия системы Green Zoom предназначена для общей категории зданий - зданий гражданского назначения. Документ сконцентрирован на ключевых моментах повышения водо-, энергоэффективности и экологичности зданий.

Система Green Zoom носит облегченный и упрощенный характер по сравнению с зарубежными системами сертификации, и предназначена для постепенного перехода к повышению экологических характеристик зданий в российском строительном секторе. В будущем возможно ужесточение требований. В настоящий момент по системе Green Zoom сертифицировано 14 проектов в Санкт-Петербурге, Тюмени, Казани, Екатеринбурге и других городах. В их число входят выставочные павильоны Конгрессно-выставочного центра «ЭКСПОФОРУМ» и административно-деловой квартал «Невская Ратуша» (Санкт-Петербург), жилые комплексы «Апрель», «Биография» и «Ожогино» (Тюмень), бизнес-центры «Сенат» и «Палладиум» (Екатеринбург).

Требования Green Zoom объединены в следующие группы: расположение застраиваемой территории и организация транспортного обеспечения; экологическая устойчивость застраиваемой территории; водоэффективность; энергоэффективность и снижение вредных выбросов в атмосферу; экологически рациональный выбор строительных материалов и управление отходами; экология внутренней среды здания; инновации; региональные особенности. Обязательный критерий декларирует, что содержание вредных веществ в строительных материалах должно соответствовать нормам СанПин 2.1.2.2645-10. По результатам анализа в российской системе ГОСТ Р 54694–2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости» выявлены два основных недостатка, касающихся оценки жизненного цикла строительных материалов. Это:

1) отсутствие в российских системах инструментов оценки жизненного цикла строительных материалов по всем критериям экологической безопасности, что приводит к отсутствию учета и оценки воздействия некоторых экологических факторов в процессе жизненного цикла материалов;

2) недостаточно высокое значение требований к строительных материалам в общей структуре требований системы, что может привести к недооценке вклада строительных материалов в общее экологическое воздействие здания.

Обе проблемы тесно взаимосвязаны, и их возможно решить одновременно, т.к. введение нового требования, содержащего инструменты оценки жизненного цикла, позволит увеличить число получаемых баллов в разделах, предъявляющих требования к строительным материалам.

В качестве основы для инструмента возможно использование «Green Guide Calculator» или схемы LEED, основанной на данных экологических деклараций III типа. Для применения в российской практике лучшим пред-

ставляется первый инструмент. Во-первых, применение «Green Guide Calculator» согласуется с текущими изменениями и развитием экологического законодательства в России. С 2014 г. Министерством природных ресурсов и экологии РФ осуществляется составление справочников наилучших доступных технологий (НДТ). (Распоряжение Правительства РФ от 31 октября 2014 г. N 2178-р) Справочники НДТ в области строительной продукции и существующие наработки BREEAM могут лечь в основу инструмента, аналогичного «Green Guide Calculator», учитывающего рейтинг экологической безопасности различных видов и технологий производства строительных материалов. В частности, уже разработаны и опубликованы справочники по производству керамических изделий, стекла, извести и цемента.

Механизм работы «Green Guide Calculator» основан на создании баз данных, содержащих информацию об экологическом воздействии различных этапов жизненного цикла строительных материалов конкретного типа (теплоизоляция, стекло, бетонные блоки и др.). Информация предоставляется производителями в виде деклараций по ISO 14025 с указанием технологий производства, типов и качественных характеристик продукции. Базы данных составляются для каждой конкретной страны или региона, в отдельных случаях используются базы данных других стран и регионов с поправками на уровень развития экологически безопасных технологий, законодательство и географические и экологические особенности территории. Информация, представленная в базах данных, позволяет сравнивать экологические воздействия различных технологий с учетом качества и стоимости строительной продукции. На основании сравнения составляется рейтинг различных технологий производства, который и является центральным элементом инструмента BREEAM.

Справочники НДТ составляются с использованием таких же региональных и национальных баз данных, и выделяют в них технологии с наиболее низким воздействием на окружающую среду и здоровье человека, т.е. также осуществляется определенное ранжирование. Таким образом, базы данных и справочники НДТ, могут стать фундаментом для создания в российских стандартах инструмента, аналогичного «Green Guide Calculator».

Во-вторых, схема LEED не учитывает всех возможных количественных экологических характеристик жизненного цикла строительной продукции, как было показано в ходе анализа и не может использоваться для полной оценки жизненного цикла.

Рассмотрим применение нового требования в системе СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 «Зеленое строительство. Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания». Новое требование на базе «Green Guide Calculator» должно подразумевать получение достаточно большого количества баллов, чтобы значительно повысить вес раздела. Кроме того, возможно несколько упростить систему подсчета баллов. В качестве названия требования предлагается следующее: «Снижение

воздействия на окружающую среду на протяжении жизненного цикла строительных материалов».

Список литературы

1. Белуха Е.А., Абакумов Р.Г., Наумов А.Е. Малая автоматизация зданий: функции, применение, экономическая целесообразность// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2018. № 1 (27). С. 21-27.
2. Артеменко А.В., Абакумов Р.Г. Значение объектов недвижимости социальной инфраструктуры для эффективной деятельности предприятий// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2018. № 1 (27). С. 5-9.
3. Свинарёва Е.Л., Абакумов Р.Г. Анализ и выбор материала межкомнатных перегородок методом анализа иерархий// Наука и инновации в строительстве (к 45-летию кафедры строительства и городского хозяйства): сборник докладов Международной научно-практической конференции. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2017. С. 168-177.
4. Альяных Е.В., Абакумов Р.Г. Сравнительный технико-экономический анализ материалов для кровли// Наука и инновации в строительстве (к 45-летию кафедры строительства и городского хозяйства): сборник докладов Международной научно-практической конференции. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2017. С. 61-65.
5. Абакумов Р.Г., Наумов А.Е., Зобова А.Г. Преимущества, инструменты и эффективность внедрения технологий информационного моделирования в строительстве// Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 5. С. 171-181.
6. Нейман К.И., Абакумов Р.Г., Наумов А.Е. Теоретические и практические аспекты строительного мониторинга при постреконструкционной эксплуатации// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2017. № 4 (22). С. 167-170.
7. Беляева М.С., Абакумов Р.Г. Правила обследования и мониторинга технического состояния здания при проведении реконструкции// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2017. № 6 (24). С. 10-14.
8. Абакумов Р.Г., Губарев С.А. Проблемные аспекты проведения стоимостной судебной строительно-технической экспертизы// Инвестиции, строительство, недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики. Материалы VIII Международной научно-практической конференции.. 2018. С. 91-97.
9. Владимирова А.С., Абакумов Р.Г. Применение теплоизоляционных материалов в различных строительных конструкциях и оценка их энергоэффективности // Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 2-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 5-ти томах. 2017. С. 92-95.
10. Давиденко П.В., Абакумов Р.Г., Наумов А.Е. Непосредственная и опосредованная методология проведения судебной строительно-технической экспертизы, проблемы и эффективность применения// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2017. № 2 (20). С. 60-65.

ЖЕМЕРДЕЕВА ЕКАТЕРИНА АЛЕКСЕЕВНА
Россия, г. Белгород, Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова
infobelinvest@mail.ru

СИСТЕМА РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ ЗДАНИЙ ПО КРИТЕРИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В статье рассматривается система рейтинговой оценки зданий по критерию экологической безопасности.

Ключевые слова: зеленое строительство, экологическая безопасность, строительство, критерии.

Рейтинговая система оценки зданий по критериям экологической безопасности является одним из элементов перехода к направлению «зеленое строительство» и перехода к «зеленой экономике».

Рейтинговая оценка зданий проводится на основании элементного разделения его на строительные материалы и критерии их соответствия экологическим требованиям.

Для удобства расчета общего рейтинга строительной продукции, использующейся в элементе здания, необходимо установить прямое соответствие между рейтингом по конкретному показателю и получаемыми баллами.

Рейтинги возможно представить в виде А+ = 6 баллам, А = 5, В = 4, С = 3, D = 2, Е = 1. Далее производится расчет общего рейтинга, по его итогам получается значение от 1 до 6, которое затем округляется и при желании может переводиться в буквенное обозначение рейтинга. Подробно пример подсчета общего рейтинга представлен в табл. 1

В случае, если в здании используются различные наименования строительных материалов одного типа, производится расчет общего рейтинга элемента в соответствии с занимаемой каждый наименованием материала площади и его общим рейтингом. Рейтинг в данном случае не округляется и не переводится в буквенное обозначение, т.е. имеет точное значение до десятых долей баллов. Пример такого расчета представлен в табл. 2.

Рассмотрим, сколько необходимо баллов для набора достаточного веса требований к строительным материалам в общей структуре требований СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011. В целом, оптимальная доля требований к строительной продукции находится в пределах 10-13 %, и конкретная цифра будет определяется удобством подсчета баллов по требованию оценки жизненного цикла строительных материалов. В стандарте СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 удельный вес критерия «Минимизация воздействия материалов, используемых в строительстве, на экологию окружающей среды» составляет 2,8 %.

Таблица 1 - Пример подсчета общего рейтинга для наименования строительной продукции

Экологический показатель	**Вес показателя, в %**	**Рейтинг (буквенное обозначение)**	**Рейтинг (в баллах)**	**Рейтинг (в баллах), приведенный к весу показателя**
Выбросы парниковых газов	22	С	3	0.68
Потребление воды	12	А	5	0.585
Потребление минеральных ресурсов	10	D	2	0.196
Выбросы озоноразрушающих веществ	9	В	4	0.364
Эмиссия токсичных для человека веществ	9	А+	6	0.516
Сбросы токсичных для водных организмов веществ	9	В	4	0.344
Образование радиоактивных изотопов	8	А	5	0.41
Эмиссия токсичных веществ, попадающих в почвенный покров	8	В	4	0.32
Образование отходов	7	С	3	0.21
Использование ископаемого топлива	3,3	С	3	0.099
и др.				
Сумма	**100**	**В**	**4**	**3,734**

Таблица 2 - Пример расчета общего рейтинга для элемента здания

Тип элемента здания	Наименование	Площадь, м2	Доля занимаемой площади, %	Общий рейтинг	Баллы	Баллы в соответствии с площадью
Наружная стена	Наружная стена 1	280	26	А+	6	1.56
	Наружная стена 2	350	33	С	3	0.99
	Наружная стена 3	435	41	В	4	1.64
	Сумма	1065	100			4.19

В случае получения максимального рейтинга по всем элементам объект недвижимости получает 36 баллов в рейтинговой системе требования. Расчет набранных баллов по требованию будет наиболее удобным, если перевод баллов рейтинговой системы в баллы стандарта будет производиться с помощью умножения на коэффициент, имеющий целочисленное значение. Если установить значение коэффициента, равное 2. В этом случае по тре-

бованию «Снижение воздействия на окружающую среду на протяжении жизненного цикла строительных материалов» будет возможен набор 72 баллов. По критерию максимальная сумма становится равной 90 баллов, а общее максимальное количество баллов – 722. Требования к строительным материалам в результате составляют долю 12,4 %, что можно признать достаточным для учета их вклада в общее экологическое воздействие здания.

Коэффициент перевода и максимальное количество баллов можно изменять. Большое количество пробелов и неучтенных моментов в критерии по строительным материалам следует подвергать пересмотру.

Для конкретного установления значимости различных показателей необходимо наличие обширной базы статистических данных по различных показателям негативного воздействия на окружающую среду в строительной отрасли. Такие базы данных существуют.

Использование баз данных позволит построить общий экологический рейтинга строительных материалов в системе сертификации объектов недвижимости в силу различного уровня развития технологий, законодательства. Специфика распределения негативного воздействия на окружающую среду по различным показателям может варьироваться в зависимости от региона, в связи с чем в России возможно создание баз данных по экологическим воздействиям различных этапов жизненного цикла для строительной отрасли.

Вызывает сомнение включение в экологические показатели выбросов парниковых газов с наибольшим весом (21,6 %), может оказать влияние на объективность оценок. Использование выбросов парниковых газов в качестве экологического показателя для оценки жизненного цикла строительных материалов пока не имеет под собой научной основы.

Практика округления общего рейтинга после его расчета на основании рейтинга по экологическим показателям и их веса в отдельных случаях может привести к неточностям и ошибкам при оценке общего негативного воздействия на окружающую среду. Общий рейтинг конкретного материала ложится в основу рейтинга элементов, а сумма рейтинга элементов определяет число баллов для всего здания. В результате расчетов ошибки, вызванные округлением, могут существенно искажать рейтинг каждого элемента. Во избежание ошибок при расчете предлагается использовать точное значение общего рейтинга (до сотых долей). Применение округленного и буквенного обозначения рейтинга оставить возможным только для целей рекламы и отчетности застройщиков и компаний-производителей строительной продукции.

Существует большой разброс рейтингов различных строительных материалов и элементов здания. Низкий рейтинг отдельных наименований продукции или элементов может компенсироваться очень высоким рейтингом других, и общий рейтинг элемента или сумма баллов для объекта недвижимости при этом могут обеспечить прохождение минимального порога. Использование строительной продукции с низким рейтингом может означать отсутствие экологической ответственности у части поставщиков. Для предотвращения таких ситуаций предлагается ввести минимальное значение рейтинга для элементов здания и используемой в них строительной продукции.

Предлагается установить требование, что рейтинг наименований строительной продукции и элементов здания должен иметь значение А+, А, В или С. Исходя из установленной величины минимального рейтинга для наименования продукции и элемента здания (рейтинг С приравнивается к 3 баллам), минимально возможное количество баллов по критерию становится равным 36. Полученная величина может подвергаться пересмотру со сторону разработчиков в случае, если потребуется ужесточить требования стандарта.

Список литературы

1. Белуха Е.А., Абакумов Р.Г., Наумов А.Е. Малая автоматизация зданий: функции, применение, экономическая целесообразность// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2018. № 1 (27). С. 21-27.

2. Артеменко А.В., Абакумов Р.Г. Значение объектов недвижимости социальной инфраструктуры для эффективной деятельности предприятий// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2018. № 1 (27). С. 5-9.

3. Свинарёва Е.Л., Абакумов Р.Г. Анализ и выбор материала межкомнатных перегородок методом анализа иерархий// Наука и инновации в строительстве (к 45-летию кафедры строительства и городского хозяйства): сборник докладов Международной научно-практической конференции. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2017. С. 168-177.

4. Альяных Е.В., Абакумов Р.Г. Сравнительный технико-экономический анализ материалов для кровли// Наука и инновации в строительстве (к 45-летию кафедры строительства и городского хозяйства): сборник докладов Международной научно-практической конференции. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2017. С. 61-65.

5. Абакумов Р.Г., Наумов А.Е., Зобова А.Г. Преимущества, инструменты и эффективность внедрения технологий информационного моделирования в строительстве// Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 5. С. 171-181.

6. Нейман К.И., Абакумов Р.Г., Наумов А.Е. Теоретические и практические аспекты строительного мониторинга при постреконструкционной эксплуатации// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2017. № 4 (22). С. 167-170.

7. Беляева М.С., Абакумов Р.Г. Правила обследования и мониторинга технического состояния здания при проведении реконструкции// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2017. № 6 (24). С. 10-14.

8. Абакумов Р.Г., Губарев С.А. Проблемные аспекты проведения стоимостной судебной строительно-технической экспертизы// Инвестиции, строительство, недвижимость как материальный базис модернизации и инновационного развития экономики. Материалы VIII Международной научно-практической конференции.. 2018. С. 91-97.

9. Владимирова А.С., Абакумов Р.Г. Применение теплоизоляционных материалов в различных строительных конструкциях и оценка их энергоэффективности // Наука молодых - будущее России. Сборник научных статей 2-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых. В 5-ти томах. 2017. С. 92-95.

10.Давиденко П.В., Абакумов Р.Г., Наумов А.Е. Непосредственная и опосредованная методология проведения судебной строительно-технической экспертизы, проблемы и эффективность применения// Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2017. № 2 (20). С. 60-65.

ЖУКОВ СЕРГЕЙ ЮРЬЕВИЧ
Россия, Курск, Юго-Западный государственный университет
sergey_zhukov_1993@mail.ru

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ОТХОДЫ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В статье рассматривается вторичное использование отходов при реконструкции зданий и сооружений или после истечения сроков их эксплуатации.

Строительство, отходы, вторичное сырье.

Строительство тесно связано с образованием значительных объемов отходов, их большую часть занимают бетонные и железобетонные конструкции. Способ захоронения строительных отходов создает большие экологические проблемы. Иным способом является переработка «ненужных» бетонных и железобетонных отходов с получением новой продукции обладающей высоким спросом. Этой продукцией является строительный щебень. Область применения которого весьма многообразна. [1]

За рубежом проблему утилизации отходов пытаются решать системно на государственном уровне. В некоторых странах свалки отходов строительства и сноса (ОСС) запрещены вовсе, а в Америке и Канаде свалки в принципе существуют, но их размер значительно ограничен тем, что стоимость такого захоронения отходов существенно превосходит стоимость их переработки. Решить экологические и экономические проблемы, возникающие с образованием такого количества отходов, возможно только путем организации масштабной отрасли их переработки. В передовых зарубежных странах доля переработки ОСС составляет около 50% их общего объема за счет совершенствования технологий рециклинга и совершенствования законодательства. А такие страны как Дания, Нидерланды, Швеция и ряд других смогли достигнуть очень высокого уровня переработки ОСС, - более 90% таких отходов. В России ежегодно образуют 15-17 млн. т строительного мусора, более 60% которого составляют кирпичные и железобетонные отходы. [2]

В нашей стране существует Федеральный классификационный каталог отходов, согласно которому основные строительные отходы можно использовать как вторичные ресурсы при новом строительстве. В соответствии с приказом Министерства природных ресурсов РФ от 4 декабря 2014 г. № 536 к умеренно опасным, малоопасным и практически неопасным (III, IV и V классы опасности по каталогу) относятся отходы строительного щебня, бой кирпича, бой бетонных изделий, строительный мусор и т.п. [3]

Для получения готовой продукции в виде щебня используют специальные дробильно – сортировочные комплексы, которые позволяют предварительно разрушить изделие, извлечь арматуру и затем произвести дробление до фракции необходимого размера. Такие установки подразделяются на

мобильные, сборно – разборные и стационарные. Выбор установки зависит от комплекса факторов: шумовых параметров установок, наличия свободных площадей для их установки, возможности организации временного складирования элементов, качества сортировки поступающих отходов и т.п. Полученный щебень вторичного производства может быть применен во многих процессах, например, при заливке фундаментов для складов или технологического оборудования, при изготовлении неответственных железобетонных конструкций, устройстве автомобильных дорог, прогулочных аллей и тротуаров, откосов вдоль рек и каналов, приготовления бетона, используемого для устройства покрытий внутренних площадок гаражей и сельских дорог, в заводском производстве бетонных и железобетонных изделий прочностью до 30 МПа. [3]

Для эффективной реализации переработки строительных отходов целесообразно использовать технологию «умного сноса». Одними из главных составляющих элементов этой технологии являются обеспечение последовательного демонтажа здания и сортировка образовавшихся строительных отходов. [3]

Демонтажные работы проводят в строгом соответствии с проектом организации работ, в котором содержатся сведения о требованиях по обеспечению безопасности работающих, населения и сохранения окружающей среды; о методах демонтажа (сноса); о последовательности и порядке выполнения работ; о мероприятиях по наиболее эффективной организации работ, с использованием современных средств техники и информации; о наиболее прогрессивных методах и способах работ, с применением высокопроизводительных машин, способствующих сокращению сроков и стоимости работ. [3]

Выводы

Наибольшую объемную долю отходов строительства составляют отходы бетона и железобетона.

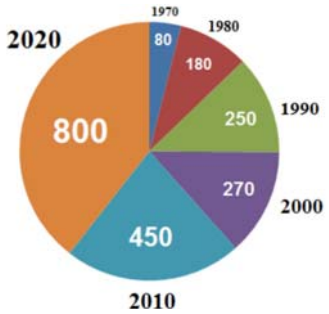


Рис.1. Фактическая и прогнозируемая динамика разборки бетонных сооружений при среднем сроке службы строений в 50 лет

Отходы строительства не являются полноценным материалом и относятся к IV и V классам опасности, но если обработать отходы специальными

составами, то железобетон, кирпич или его бой можно применять в строительстве новых зданий.

Лом бетона при разборке зданий, млн.т. [2]

Список литературы

1. Кереб С.А., Очкасова Д.В., Автухова А.Д. Использование вторичного сырья в промышленности // Материалы международной научно – практической конференции, г. Вологда, 29 марта 2017 г. – Вологда: ООО «Маркер», 2017. – 168 с.

2. Олейник С.П. Строительные отходы при реконструкции зданий и сооружений // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» Том 3, №2 (2016) http://resources.today/PDF/02RRO216.pdf.

3. Алексанин А.В. Актуальность проблемы управления строительными отходами при реновации территорий // Журнал «Промышленное и гражданское строительство» 9/2017.

ИШУТИН АНДРЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

Россия, г. Курск, Юго-Западный государственный университет

andrei11295@yandex.ru

ФИБРОБЕТОН, АРМИРОВАННЫЙ УГЛЕРОДНЫМ ВОЛОКНОМ

В данный момент все больше уделяется внимание изучению и внедрению в строительство дисперсно-армированных бетонов (фибробетоны). Одними из главных направлений в строительстве является снижение таких параметров, как энергоемкость, трудоемкость, материалоемкость. Вместе с тем, стоит задача повышения качества и надежности строительных конструкций.

Бетон – универсальный строительный материал, который в своем развитии прошел долгий путь и, не останавливаясь на месте, продолжает усовершенствоваться.

Чтобы повысить качество конструкции и придать ей новые свойства применяют композиционные материалы, достоинством которых, является возможность создавать из них элементы с параметрами, наиболее полно отвечающими характеру и условиям работы конструкций. Для внедрения в строительство новых эффективных изделий и конструкций требуется усовершенствовать существующие и создать новые конструктивные материалы. В связи с этим, в строительстве, перспективным строительным материалом являются фибробетоны, которые обладают улучшенными прочностными, эксплуатационными и деформационными характеристиками по сравнению с неармированными бетонами. При этом в качестве армирующих фибр применяют различные по составу, происхождению, геометрическим характеристикам и физико-механическим свойствам волокна (углеродное волокно, металлическая фибра, базальтовое волокно, полипропиленовое волокно и др.). Дисперсное армирование позволяет эффективно повысить прочностные и деформационные характеристики бетона.

Углеродофибробетон – композиционный материал, который состоит из цементной матрицы с равномерным распределением по всему ее объему углеродных фибр (волокон) разного типоразмера.

Одним из главных достоинством использования углеродной фибры – возможность уменьшения толщины конструкции без потерь несущей прочности. Армирование бетона углеродными волокнами снижает толщину конструкций, при обеспечении заданных прочностных характеристик. Так же, углеродная фибра — повышает прочность бетона к усилиям растяжения и разрыва, снижает усадку материала и, соответственно, возможность возникновения трещин. Бетон обретает большую морозостойкость, жаропрочность и водонепроницаемость.

В связи с быстрыми темпами развития строительной отрасли, вопросы технологии фибробетонов армированных углеродными волокнами изучены не полностью, вследствие чего, снижается эффективность дисперсного армирования и объема его применения в строительстве.

Углеродная фибра придает значительный прирост прочности при сжатии бетона. В большей мере, в периодической литературе авторы подбирают процентное количество содержания фибры для улучшения прочности на сжатие. Так как существует возможность использования такого фибробетона при строительстве гидросооружений, промышленного строительства требуется изучить такие свойства углеродофибробетона как прочность на изгиб.

На данную тему в периодической литературе существуют статьи, где теоретическими и экспериментальными путями выявляют достоинства и недостатки фибробетона армированного углеродными волокнами. Так же делаются выводы о возможности применения данного материала в строительной и других сферах.

Дроков А. В. в своей работе [1] исследовал влияние наличия углеродных нанотрубок на прочностные характеристики фибробетона. Экспериментальным путем, автор определил, что наличие углеродной фибры благоприятно сказывается на прочность бетона при сжатии. Было произведено сравнение фибробетонов с добавлением различных волокон, в результате чего, лучшие показатели выявлены у бетона армированного углеродной фиброй. Так же сказано, что данная фибра положительно повлияет на прочность при растяжении.

В другой работе [2], авторы дали расчетную модель метода сосредоточенных деформаций для углеродофиброжелезобетонной балки с учетом нелинейной работы. Они определили, что углеродная фибра снижает проницаемость и водопоглощение бетона. Данный фибробетон устойчив к щелочам и химическим веществам. Армирование бетона фибрами увеличивает жесткость бетонной матрицы, в результате чего в фибробетоне образование трещин происходит при больших нагрузках. Но в данной работе, не указано оптимальное количество фибры для достижения заявленных прочностных характеристик.

Т.А. Соловьева, Т.К. Акчурин, О.Ю. Пушкарская в своем исследовании [3] предлагают использовать отходы углеродного волокна в качестве армиру-ющего элемента цементных композиций. Дозировку углеволокна в цементно-волокнистой композиции определялась экспериментально и составила 0,05% от массы цемента. В результате испытаний образцов, авторы получили следующие данные: прочность при сжатии увеличилась на 25%, водопоглощение снизилось на 15% в сравнении с волокнисто-цементными плитами российского производства.

В.С. Плевков, В.В. Белов, И.В. Балдин, А.В. Невский в своей работе [4] экспериментальным путем пришли к выводу, что при добавлении углеродных волокон 0,2% от общей массы позволяет увеличить прочностные показатели при сжатии и растяжении в 1,73 и 1,41 раза соответственно. Так же повысить начальный модуль упругости и предельные деформации.

В зарубежной периодической литературе тоже есть статьи посвященные данной тематике. В своей статье [5] F. Schladitz, M.Curbach, K.Holschemacher указывают возможность использования фибробетона армированного углеродным волокном в таких конструкциях как балконные плиты производственного изготовления, цилиндрические оболочки, мосты и бункеры. Рассматривается вариант использования углеродных волокон в виде прутков и волокон в сетках углеродной бетонной смеси. Конструкции из такого материала обладают высокой прочностью и малым весом. Рассматривается перспективное использование данной фибры в мировом строительстве.

Зарубежные авторы K. Holschemacher, F.Dehn, F.Lobisch в своем исследовании [6] выявляют большие плюсы по использованию углеродного волокна. В своей работе они проводят экспериментальное сравнение фибробетонов армированных различными фибрами. Авторы не приводят количественное содержание углеродной фибры в бетоне, но по приведенным графикам в статье лидирующие позиции по всем характеристикам занимает фибробетон, армированный углеродными волокнами. Авторы считают, что бетонная матрица, армированная углеродными волокнами надежно контактирует друг с другом, что и приводит к значительным повышениям физико-механических свойств.

С каждым годом этот фибробетон находит все новые области применения. В России опыт применения таких бетонов и объем его производства невелик, но исследования данной области сделают вклад в развитие этого перспективного материала в нашей стране.

Таким образом, выбранное направление исследования углеродофибробетонов является актуальным, отвечает нынешним тенденциям природоподобных технологий, а так же существует возможность массового производства данного строительного материала.

Список литературы

1. Дроков А.В. Исследование влияния многослойных углеродных нанотрубок на прочностные характеристики фибробетонов / А.В. Дроков, В.Л. Курбатов // Электронный сборник докладов: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова – Белгород, 2016. –С.710-715.

2. Зулпуев А.М. Работа железобетонных конструкций с фибровым армирова-нием / А.М. Зулпуев, К.Темикеев, А.М.Ганыев и др. // Устойчивое развитие науки и образования – Воронеж, 2018. –№1. – С. 188-194.

3. Соловьева Т.А. Оценка возможности использования отходов углеволокна в качестве армирующего элемента цементных композиций / Т.А. Соловьева, Т.К. Акчурин, О.Ю. Пушкарская // Вестник ВолгГасу. Сер.: стр-во и архит. – Волгоград, 2013. –Вып.30(49). – С. 197-200.

4. Плевков В.С. Моделинелинейного деформирования углеродофибробетона при статическом и кратковременном динамическом воздействиях / В.С. Плевков, В.В. Белов, И.В. Балдин, А.В. Невский // Вестник гражданских инженеров – Санкт-Петербург, 2016. –№3(56). –С. 72-82.

5. Schladitz, F. Carbon Concrete composite / F. Schladitz, M.Curbach, K.Holschemacher // Neue Herausforderungen im Betonbau – Berlin, 2017. –pp.121-138.

6. Holschemacher K. Grundlagen des Faserbetons / K. Holschemacher, F.Dehn, F.Lobisch // Betonkalender – Berlin, 2017. –pp. 384-472.

КАБАРДИН Д.О.
Россия, г.Курск, Юго-Западный государственный университет
dmitrykab1996@mail.ru

МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ И ИХ ОСОБЕННОСТИ

Металлоконструкции, металлические конструкции - строительные конструкции, применяемые как несущие в каркасах зданий и других инженерных сооружений (главным образом стальные конструкции) в большепролетных покрытиях, обшивках стеновых и кровельных панелей (алюминиевые конструкции). Первые металлоконструкции появились в середине XIX века. Сегодня металлоконструкции широко применяются в строительстве.

Металлические конструкции можно квалифицировать по размеру, способу изготовления, конфигурации и принципу действия.

В зависимости от способа изготовления металлоконструкции могут быть литыми, коваными, точеными, клепанными, штампованными, сварными и комбинированными: клеесварными, штампосварными и т.д.

При изготовлении современных металлических конструкций используется и сталь, и легкие, например алюминиевые, сплавы. От выбора материала зависят эксплуатационные характеристики объекта, а также его функциональное назначение.

Благодаря богатому ассортименту элементов и вариантов комплектации, проектные работы заметно упрощаются, сводясь зачастую к составлению спецификации возводимого объекта. Металл, и соответственно, конструктивные элементы, выполненные из него, обладают целым рядом эксплуатационных характеристик, которые позволяют весьма широко использовать их для реализации самых разных по назначению проектов. При этом

строительство здания из типовых металлоконструкций в среднем занимает не более нескольких недель.

Это возможно благодаря простоте и малой трудоемкости монтажных работ, так как нет нужды в сварке. По этой же причине повышается качество сборки, а также облегчается в случае необходимости процесс демонтажа. У таких зданий, как правило, несущий каркас, ограждающие и теплоизолирующие конструкции функционально разнесены. Следовательно, объекты легче поддаются как реконструкции, так и утилизации.

Независимо от материала конструкций, их производство и монтаж представляет собой весьма высокотехнологичный процесс. Вместе с тем нельзя забывать и о таком хроническом «недуге» практически любых изделий из стали, как подверженность коррозии. Однако специалисты убеждены в том, что современные методы антикоррозионной обработки позволяют эффективно решить эту проблему. Технологии защиты металла от окружающей среды постоянно совершенствуются. Поэтому любой скепсис по этому поводу не более чем инерция стереотипов прошлого.

Грамотное и обоснованное соблюдение технологий защиты металла обеспечивает надежность и долговечность таких сооружений. К тому же обычно металлоконструкции, использованные при возведении жилых или коммерческих зданий, в большой степени защищены от воздействий внешней среды технологическими элементами, также препятствующими коррозии.

Конструкции из алюминиевых сплавов изначально обладают коррозионной стойкостью. Среди их козырей также легкость и повышенные декоративные свойства, при сохранении таких традиционных плюсов металлоконструкций, как технологичность монтажа и низкая себестоимость работ. Правда, их относительно умеренная прочность делает целесообразным их использование главным образом в качестве ограждающих элементов, отделочных деталей зданий и для изготовления разборных домиков-бытовок, небольших торговых павильонов.

Основным недостатком зданий из металлоконструкций часто называется их меньшая долговечность по сравнению с аналогами из железобетона и монолита. Однако вопрос этот отчасти спорный. Дело в том, что все цифры по срокам эксплуатации зданий из ЛМК являются расчетными, и сколько в действительности простоит объект, никто сказать пока точно не может. Первые здания из металлоконструкций были построены еще до войны и до сих пор спокойно продолжают стоять. Многое зависит и от того, насколько качественно смонтировано здание, каковы условия эксплуатации, как часто его подкрашивают, реставрируют, каково его целевое назначение, взаимодействует ли оно с агрессивными средами.

Список литературы

1. Коробко В.И., Савин С.Ю. Изгиб ортотропных пластинок в виде параллелограмма с однородными и комбинированными граничными условиями // Строительная механика и расчет сооружений. 2012. № 2. С. 18-22.

2. Korobko V.I., Korobko A.V., Chernyaev A.A., Savin S.Y. Determination of maximum deflection at cross bending parallelogram plates using conformal radius ratio interpolation technique // Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics. 2015. Т. 9. № 1. С. 36-45.

3. Коробко В.И., Савин С.Ю. Изгиб прямоугольных ортотропных пластинок с однородными и комбинированными граничными условиями // Строительство и реконструкция. 2011. № 5. С. 33-38.

4. Коробко В.И., Савин С.Ю. Расчет треугольных ортотропных пластинок с однородными граничными условиями методом интерполяции по коэффициенту формы // Строительство и реконструкция. 2010. № 4-30. С. 8-12.

5. Коробко В.И., Коробко А.В., Савин С.Ю., Черняев А.А. Основные этапы развития геометрических методов решения двумерных задач теории упругости и строительной механики пластинок // Научное обозрение. Технические науки. 2016. № 3. С. 54-69.

6. Савин С.Ю. Выбор аппроксимирующих функций при решении задачи поперечного изгиба ортотропных пластинок в виде параллелограммов с помощью МИКФ // Проблемы оптимального проектирования сооружений: доклады 3-й Всероссийской конференции. Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), Сибирское отделение Российской академии архитектуры и строительных наук, Сибирское отделение международной академии наук высшей школы; ответственный за выпуск Гребенюк Г. И.. 2014. С. 360-367.

7. Савин С.Ю., Ивлев И.А. Решение задачи о свободных колебаниях ортотропной параллелограммной пластины с использованием коэффициента формы // Строительство и реконструкция. 2017. № 1 (69). С. 67-75.

8. Савин С.Ю. Развитие МИКФ к деформационному расчету упругих ортотропных пластинок в задачах поперечного изгиба // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2014. Т. 10. № 1. С. 121-131.

9. Коробко А.В., Савин С.Ю. Расчет прямоугольных ортотропных пластинок с однородными граничными условиями методом интерполяции по коэффициенту формы // Строительная механика и расчет сооружений. 2011. № 1. С. 11-15.

10. Коробко А.В., Прокуров М.Ю., Савин С.Ю. Программа определения максимального прогиба упругих ортотропных пластинок на основе метода интерполяции по коэффициенту формы // Строительство и реконструкция. 2012. № 6 (44). С. 35-41.

11. Korobko V.I., Korobko A.V., Savin S.Y., Chernyaev A.A. Solving the transverse bending problem of thin elastic orthotropic plates with form factor interpolation method // Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics. 2016. Т. 10. № 2. С. 9-17.

12. Коробко В.И., Савин С.Ю., Бояркина С.В. Изгиб треугольных ортотропных пластинок с однородными и комбинированными граничными условиями // Строительство и реконструкция. 2012. № 1. С. 7-13.

13. Коробко В.И., Савин С.Ю. Изгиб ортотропных пластин в виде правильных многоугольников, шарнирно опертых по контуру // Строительство и реконструкция. 2011. № 1. С. 3-11.

14. Савин С.Ю., Скотникова М.А. Совершенствование МИКФ для расчета упругих ортотропных пластинок в виде параллелограммов // Строительство и реконструкция. 2015. № 1 (57). С. 48-56.

15. Савин С.Ю. Решение задачи о свободных колебаниях упругой ортотропной пластинки методом интерполяции по коэффициенту формы // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 2. С. 19-22.

КАРЦЕВ ИГОРЬ ИГОРЕВИЧ
Россия, Курск, Юго-Западный государственный университет
ikartsev2018@yandex.ru

РАСЧЕТ КЛЕЕНОЙ ДОЩАТОЙ ДВУСКАТНОЙ БАЛКИ ПО ЕВРОКОДУ 5 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ»

Расчеты производятся с использованием соответствующих расчетных моделей (дополненных, в случае необходимости, результатами испытаний), включая все значимые переменные величины. Модели должны иметь достаточную степень точности, чтобы предусмотреть реальное поведение конструкции, следует обеспечить соразмерность качества изделий (профессиональную квалификацию) со стандартами и гарантировать надежность информации, на которой базируется расчет.

Расчет 18 м клееной двускатной балкипо Еврокоду 5 согласно пункту 6.4.3.

Рис. 1. Двускатная балка

Расчетные напряжения в середине пролета таких балок определяются по следующей формуле:

$$\sigma_{m,d} = \frac{k_1 \cdot 6M_{ap,d}}{b \cdot h_{ap}^2},$$

где h_{ap} показано на рисунке 1;

$k_I = k_1 + k_2(h_{ap}/r)+k_3(h_{ap}/r)^{2:}+k_4(h_{ap}/r)^3$;

$k_1 = 1+ 1{,}4tg\ \alpha + 5{,}4tg^2\ \alpha$;

$k_2 = 0{,}35 - 8tg\ \alpha$;

$k_3 = 0{,}6 + 8{,}3tg\ \alpha -7{,}8t^2\ \alpha$;

$k_4 = 6tg^2\ \alpha$

угол α показан на рисунке 1.

Вследствие кривизны в таких балках у конька возникают растягивающие напряжения, перпендикулярные волокнам. Расчетная величина этих напряжений определяется из следующих выражений:

$$\sigma_{t,90,d} = \frac{k_p \cdot 6M_{ap,d}}{b \cdot h_{ap}^2}$$

где $k_p = k_5+ k_6(h_{ap}/r) +k_7(h_{ap}/r)$;

$k_5 = 0{,}2tg\alpha$;

$k_6, = 0{,}25 - 1{,}5tga+2{,}6tg^2a$;

$k_7, = 2{,}1tga+4tg^2a$;

$M_{ap,d}$ - расчетный момент в вершине;

h_{ap}-высота балки в вершине (см. рисунок 1);

b-ширина балки;

α_{ap} - угол ската в середине верхней зоны (см. рисунок 1).

В этой зоне для расчетных напряжений должно выполняться следующее условие:

$$\sigma_{m,d} \le k_r f_{m,d} = 18{,}5H/мм^2$$

k_r-учитывает снижение прочности из-за изгиба ламелей в процессе производства.

k_r=1- для двускатной балки.

В зоне вершины наибольшее растягивающее напряжение перпендикулярно волокнам $\sigma_{t,90,d}$, должно удовлетворять следующему выражению:

$$\sigma_{t,90,d} \le k_{dis}\left(\frac{V_0}{V}\right)^{0,2} \cdot f_{t,90,d}$$

где k_{dis} =1,4 - коэффициент, который учитывает влияние распределения напряжений в пиковой зоне;

k_{vol} - коэффициент объема;

$t_{t,90,d}$,- нормативное сопротивление на растяжение перпендикулярно волокнам;

V_0 - относительный объем (0,01 $м^3$);

V - напряженный объем в зоне вершины, не может быть больше чем $2V_b/3$, где V_b -общий объем балки.

Максимальное растягивающее напряжение перпендикулярно волокнам, вызванное изгибающим моментом, может быть рассчитано:

$$\sigma_{t,90,d} = k_p \frac{6M_{ap,d}}{bh_{ap}^2}$$

Напряжение в балке, выполненной из клееной древесины класса GL 28, исходные данные:

l = 18 м; q_d=17,443кН/м; h=1,8м;

α=6°; $M_{ap,d}$ = 529,83 кНм; b= 0,225м;

r=0; k_{mod} = 0,8;

Расчетные напряжения от изгиба и растягивающие напряжения поперек волокон находим по приведенным выше формулам.

$$V = bh_{ap}^2\left(1-\frac{tg\alpha}{4}\right);$$

$$V = 0{,}225 \cdot 1{,}8 \cdot 1{,}8\left(1-\frac{0{,}11}{4}\right) = 0{,}71м^3$$

$k_1 = 1+ 1{,}4*0{,}105 + 5{,}4*0{,}011=1{,}21$;

$k_I = k_1=1{,}21$

$k_p = k_5=0{,}021$

$k_5 = 0{,}2*0{,}105=0{,}021$;

$$\sigma_{t,90,d} = 0,021 \cdot \frac{6 \cdot 529,83 \cdot 10^6}{225 \cdot 1800 \cdot 1800} = 0,0916 H / мм^2$$

$$\sigma_{m,d} = 1,02 \cdot \frac{6 \cdot 529,83 \cdot 10^6}{225 \cdot 1800 \cdot 1800} = 5 H / мм^2$$

Нормативные сопротивления материала, приведенные в таблице 5 Еврокода 5, равны:

$$f_{m,g,\mathrm{k}} = 28 H / мм^2$$

$$f_{\mathrm{t},90,g,\mathrm{k}} = 0,45 H / мм^2$$

Расчетные сопротивления на изгиб и растяжение поперек волокон будут равны:

$$f_{t,90,g,\mathrm{d}} = \frac{k_{\mathrm{mod}} f_{t,90,g,k}}{\gamma_m} = \frac{0,8 \cdot 0,45}{1,3} = 0,277 H / мм^2$$

$$f_{m,g,\mathrm{d}} = \frac{k_{\mathrm{mod}} f_{\mathrm{m},g,k}}{\gamma_m} = \frac{0,8 \cdot 28}{1,3} = 17,2 H / мм^2$$

Проверка прочности:

$$\sigma_{t,90,\mathrm{d}} = 0,0916 H / мм^2 < k_{dis} \left(\frac{V_0}{V} \right)^{0,2} f_{t,90,g,\mathrm{d}} = 1,4 \cdot 0,43 \cdot 0,277 = 0,17 H / мм^2$$

$$\sigma_{\mathrm{m,d}} = 5 H / мм^2 < k_r f_{\mathrm{m},g,\mathrm{d}} = 1,4 \cdot 17,2 = 24,08 H / мм^2$$

Проверка выполняется.

Список литературы

1. Еврокод 5 «Проектирование деревянных конструкций».
2. ЦНИИСК Курченко «Пособие по проектированию деревянных конструкций».
3. Учебное пособие Деревянные конструкции Г.Н. Шмелев Казань 2010 г.

КЛИМЕНКО ДАРИНА ИГОРЕВНА, студент
МОНОГАРОВА АЛИНА АЛЕКСАНДРОВНА, студент
ЮРАКОВА ТАТЬЯНА ГЕННАДЬЕВНА, к.т.н., доцент
Россия, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
e-mail: ohiko27@gmail.com, al.monogarova@mail.ru, tatjana.2006@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В настоящее время основным материалом для строительных целей является железобетон. Данный материал обладает множеством положительных свойств, однако из-за ряда недостатков он перестает соответствовать постепенно возрастающим требованиям строительства. Для решения этой проблемы необходимо тщательное изучение и прогнозирование возникающих недостатков и последующее нахождение способов их устранения.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, долговечность, материал.

Строительная конструкция представляет собой укрупненный строительный элемент здания или иного сооружения, который изготовлен из строительных материалов и выполняет несущие, ограждающие или другие функции.

Классифицируют строительные конструкции по их назначению и материалу из которого они изготовлены.

По назначению выделяют два вида конструкций: несущие и ограждающие. Несущие строительные элементы обладают высокой прочностью, поэтому устойчивы к большим силовым нагрузкам. Благодаря конструкциям данного вида возможна безопасная эксплуатация зданий и других сооружений. К ним относят: фундаменты, перекрытия, несущие стены и др. Ограждающие конструкции служат для ограничения и разделения объема здания их делят на: наружные и внутренние. При этом, ограждающие строительные элементы могут быть несущими, например несущая стена внутри здания.

По материалу строительные конструкции классифицируют на: железобетонные и бетонные, металлоконструкции, каменные, деревянные, пластмассовые и комплексные (применяют несколько видов материалов).

Существует ряд требований, предъявляемых к строительным конструкциям:

1. Надежность. Конструкции должны обладать высокой прочностью (способностью воспринимать нагрузки без разрушений), жесткостью (свойством, позволяющим деформироваться в допустимых пределах при воздействии нагрузок) и устойчивостью (способностью сохранять неизменное положение под действием нагрузок).

2. Удобство эксплуатации, заключающееся в возможности легкого доступа для осмотра и, при необходимости, реконструкции или ремонта конструкции.

3. Экономичность выражающаяся в минимизации расходов строительных материалов и трудовых затрат при монтаже.

На сегодняшний день железобетонные конструкции (ЖБК) получили широкое применение во всех отраслях строительства, это обусловлено тем, что конструкции такого типа обладают высокими технико-экономическими показателями и относительно легко принимают необходимую форму и размеры при соблюдении заданной прочности.

Современные железобетонные конструкции подразделяются по нескольким признакам: по способу выполнения выделяют следующие виды: монолитные, сборные, сборно-монолитные, по виду бетона, который применяется для их изготовления: тяжелые, легкие, ячеистые, жаростойкие и др. бетоны, по виду напряжённого состояния различают: обычные и предварительно напряжённые [1].

Железобетонные конструкции и изделия изготавливаются с использованием гибкой арматуры, которая представлена отдельными стержнями, сварными сетками и плоскими каркасами.

Для создания долговечных конструкций требуется проведение научных изысканий в следующих направлениях: исследования стойкости арматуры и бетона, изготавливаемого с использованием новых вяжущих; разработка железобетонных конструкций, обладающих высокой долговечностью, коррозионной стойкостью и стойкостью к воздействию различных нагрузок и агрессивных сред; разработка методов контроля параметров качества изготавливаемой продукции.

Параллельно с этим необходимо уделить внимание изучению: процессов внутренней коррозии, происходящих по причине использования сырья с высоким содержанием вредных примесей; процессов разрешения арматуры под воздействием нагрузок и агрессивной среды; оптимальных технологических параметров изготовления высокопрочных арматурных сталей, которые обеспечивали бы высокую стойкость к коррозионному растрескиванию.

В настоящее время многие железобетонные конструкции нуждаются в проведении восстановительных и ремонтных работ, которые должны предотвратить дальнейшее разрушение ЖБК и снижение их несущей способности, а соответственно повысить долговечность конструкций. Основными причинами усиления ЖБК являются: увеличение нагрузок, приходящихся на железобетонные конструкции, по причине замены или усиления выше находящихся конструкций (изменение этажности зданий); модернизация используемого технологического оборудования, повлекшая изменение технологических процессов; эксплуатационный износ ЖБК (утрата несущей способности); старение конструкций и потеря ими первоначальной прочности; появление конструктивных дефектов из-за эксплуатации конструкции не по назначению; случайные повреждения вследствие землетрясений и стихийных бедствий различного характера; движение грунта, приводящее к повышению внешнего давления на стены и нарушению баланса сил, который установлен в системах подземных опор.

Огромное влияние на долговечность ЖБК оказывает материал арматуры, для повышения долговечности строительных конструкций необходимо использовать современные виды арматурных сталей высокой надежности, обладающих хорошей коррозионной стойкостью.

Различают следующие способы защиты металла от коррозии: механический и электрохимический [2].

Механический способ заключается в нанесение на предварительно очищенную и обеспыленную, сухую и обезжиренную поверхность специальных красок, эмалей, эпоксидных и протекторных грунтовок (суспензия цинкового порошка в перхлорвиниловом лаке и органических растворителях) [3]. Нанесение цинковых покрытий происходит одним из следующих способов: газовым, способом электрометаллизации, газопламенным и гальваническим.

Для повышения долговечности ЖБК и защиты конструкций от коррозии наиболее эффективным является использование метода торкретирования, при котором бетонная смесь слоями наносится на ремонтируемую поверхность под давлением сжатого воздуха. Торкретирование выполняют по проволочной сетке, которая прикреплена к арматуре в отдельных точках.

Усиление ЖБК начинают с подготовки поверхности конструкции, нуждающейся в усилении, далее происходит установка арматуры и опалубки, затем укладка бетонной смеси, наблюдение за процессом высыхания бетона и уборка опалубки.

Для обеспечения хорошего сцепления бетона с поверхностью ремонтируемой конструкции необходимо провести ряд следующих операций: снятие поверхности защитного слоя и удаление отслоений бетона; очистка арматуры от поверхностной коррозии; обдувка сжатым воздухом и тщательное увлажнение поверхности.

Укладку бетонной смеси выполняют с применением установок для пневмонабрызга бетона: при толщине слоя усиления до 80 мм — торкретированием с использованием цемент-пушки; при толщине слоя усиления массивных конструкций до 250 мм — набрызгбетоном с использованием бетон-шприц-машин.

В последние годы ЖБК изготавливают с использованием бесцементных вяжущих, вяжущих с пониженным содержанием клинкерного фонда. В связи с этим возникает необходимость решения вопросов, связанных с долговечностью железобетонных конструкций при их эксплуатации в нормальных атмосферных условиях. Для этого синтезируются новые композиционные вяжущие и проводятся их испытания, оптимальное количество различного рода добавок определяется с помощью изготовления опытных

образцов, принимаются попытки увеличения прочности и огнестойкости бесцементного вяжущего и бетона на его основе.

Таким образом, долговечность железобетонных конструкций во многом зависит: от материала из которого они были изготовлены; дефектов, появившихся во время строительства или эксплуатации. Выбор методов (методы механической и электрохимической защиты от коррозии, торкретирования), способствующих повышению долговечности железобетонных конструкций, определяется техническим заданием на реконструкцию сооружению, которое включает изменение объемно-планировочных решений, нагрузок и условий эксплуатации.

Список литературы

1. Байков, В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов. – М.: Стройиздат, 1991. – 727 с.
2. Попов, Н.Н. Железобетонные и каменные конструкции: учебное пособие /Н.Н.Попов, М.Н. Чарыев.-М.: Высш. шк., 1996.- 255с.
3. СНиП 2.03.11-85 «Защита строительных конструкций от коррозии».
4. О современных методах обеспечения долговечности железобетонных конструкций/ Карпенко Н.И., Карпенко С.Н., Ярмаковский В.Н., Ерофеев В.Т. // Academia. Архитектура и строительство. - 2015. - №1 - С. 91-102.

КОЛЕСНИКОВ ГЕОРГИЙ ГЕОРГИЕВИЧ
Россия, г. Курск, Юго-Западный государственный университет

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ СПЕЦИАЛЬНЫМ ПОКРЫТИЕМ

МЕТАЛЛ - вещество обладающие в обычных условиях характерными , металлическими, свойствами- высокими электропроводимостью и теплопроводностью, отрицательным температурным коэффициентом электрической проводимости, способностью хорошо отражать световые волны (блеск), пластичностью. К металлам относятся как собственно металлы (простые вещества), так и их сплавы и разновидные металлические соединения.

Применение металлов в строительстве имеет весьма важное значение, поскольку металлические конструкции часто используют для покрытия одноэтажных производственных зданий. Целесообразность их применения зависит от степени ответственности, вида соединений и эксплуатации.

Благодаря свойствам металла мы получили возможность с незначительной трудностью строить одноэтажные здания , склады ,фермы и т д. Металлоконструкции занимают особенную роль в строительной отрасли , которые позволяет за небольшой срок воздвигать производственные сооружения с высоким уровнем прочности. Но также присутствует другая сторона медали, такая как отрицательные качество металлического вещества.

Металл, не смотря на его все положительные качества имеет определенные минусы, на которые стоит обращать внимания при производстве так и

при строительстве металлических конструкций, так как они подвергаются воздействию коррозией. Под коррозией понимают разрушение поверхностных слоев конструкций из стали и чугуна в результате электрохимического и химического воздействия. Она просто-напросто портит металл, разъедает его, делая тем самым непригодным для последующей эксплуатации.

Специалисты доказали, что каждый год примерно 10 процентов от всего добытого металла на Земле тратится на покрытие потерь (обратите внимание – они считаются безвозвратными) от коррозии, ведущей к распылению металла, а также к выходу из строя и порче металлических изделий. Стальные и чугунные конструкции на первых этапах воздействия коррозии снижают свою герметичность, прочность, электро- и теплопроводность, пластичность, отражательный потенциал и ряд других важных характеристик. Впоследствии конструкции становятся и вовсе непригодными для эксплуатации.

Кроме того, коррозионные явления - причина производственных и бытовых аварий, а иногда и настоящих экологических катастроф. Из проржавевших и прохудившихся трубопроводов для нефти и газа в любой момент может хлынуть поток опасных для жизни человека и для природы соединений. Учитывая все вышесказанное, любой может понять то, насколько важна качественная и эффективная защита от коррозии с применением традиционных и новейших средств и методов.Полностью избежать коррозии, когда речь идет о стальных сплавах и металлах, невозможно. А вот задержать и снизить негативные последствия ржавления вполне реально. Для этих целей нынче существует множество антикоррозионных средств и технологий.

При строительстве здания из металлоконструкции появляются многие факторы для обработки металла антикоррозийным покрытием, так как сам металл. каркас подвергается постоянно сейсмическим воздействиям, которые непосредственно начинает влиять на сами свойства металла такие как прочность, несущая способность и т.д. Для того, чтобы предотвратить дальнейшее разрушения металлического изделия приходиться предпринимать меры предосторожности и покрывать его специальными антикоррозийными покрытиями.

Самым распространенным и сравнительно несложным вариантом защиты металлов от ржавления, известным уже очень давно, признается использование лакокрасочных составов. Антикоррозионная обработка материалов такими соединениями характеризуется не только простотой и дешевизной, но еще и следующими положительными свойствами: возможностью нанесения покрытий разных цветовых оттенков - что и элегантный облик конструкциям придает, и надежно защищает их от ржавчины; элементарностью восстановления защитного слоя в случае его повреждения.

Не смотря на все положительные качества металлического материала, есть один большой минус с которым в 20 веке смогли научиться бороться,

хоть не предотвращать на весь срок эксплуатации, но на определенный срок задерживать , что в дальнейшем дает возможность провести очередную целостную обработку всего металла специальным покрытием для его дальнейшего использования в строительстве и пригодным к эксплуатаций.

Список литературы

1.Коробко А.В., Прокуров М.Ю., Савин С.Ю. Программа определения максимального прогиба упругих ортотропных пластинок на основе метода интерполяции по коэффициенту формы // Строительство и реконструкция. 2012. № 6 (44). С. 35-41.

2.Korobko V.I., Korobko A.V., Savin S.Y., Chernyaev A.A. Solving the transverse bending problem of thin elastic orthotropic plates with form factor interpolation method // Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics. 2016. Т. 10. № 2. С. 9-17.

3.Коробко В.И., Савин С.Ю., Бояркина С.В. Изгиб треугольных ортотропных пластинок с однородными и комбинированными граничными условиями // Строительство и реконструкция. 2012. № 1. С. 7-13.

4.Коробко В.И., Савин С.Ю. Изгиб ортотропных пластин в виде правильных многоугольников, шарнирно опертых по контуру // Строительство и реконструкция. 2011. № 1. С. 3-11.

5.Савин С.Ю., Скотникова М.А. Совершенствование МИКФ для расчета упругих ортотропных пластинок в виде параллелограммов // Строительство и реконструкция. 2015. № 1 (57). С. 48-56.

6.Савин С.Ю. Решение задачи о свободных колебаниях упругой ортотропной пластинки методом интерполяции по коэффициенту формы // Промышленное и гражданское строительство. 2014. № 2. С. 19-22.

7.Коробко В.И., Савин С.Ю. Расчет треугольных ортотропных пластинок с однородными граничными условиями методом интерполяции по коэффициенту формы // Строительство и реконструкция. 2010. № 4-30. С. 8-12.

8.Коробко В.И., Савин С.Ю. Изгиб прямоугольных ортотропных пластинок с однородными и комбинированными граничными условиями // Строительство и реконструкция. 2011. № 5. С. 33-38.

9.Korobko V.I., Korobko A.V., Chernyaev A.A., Savin S.Y. Determination of maximum deflection at cross bending parallelogram plates using conformal radius ratio interpolation technique // Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics. 2015. Т. 9. № 1. С. 36-45.

10.Коробко В.И., Савин С.Ю. Изгиб ортотропных пластинок в виде параллелограмма с однородными и комбинированными граничными условиями // Строительная механика и расчет сооружений. 2012. № 2. С. 18-22.

КОЛТУНОВ АНТОН СЕРГЕЕВИЧ
Россия, Курск, Юго-Западный государственный университет
koltunov.anton94@mail.ru

РАСЧЕТ ДЕРЕВЯННОЙ ФЕРМЫ ПО ЕВРОКОДУ 5 «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ»

При расчете ферм предполагается, что пояса, стойки и раскосы надежно закреплены между собой и конструкция работает как единый элемент.

Считается также, что изменение деформаций по высоте сечения подчиняется линейному закону. Тогда напряжения в любой точке по высоте сечения находятся как произведение деформаций на модуль упругости. Так как ферма может быть выполнена из материалов с различными модулями упругости, то и напряжения в различных ее элементах (пояс, раскос, стойка) в одной и той же точке по высоте сечения могут быть различными.

Для сечений с различными модулями упругости составляющих его элементов обычно находят приведенные характеристики (площадь, момент инерции и др.). Это можно сделать и здесь, приняв для приведенного сечения характеристики поясов, а доля стенки в характеристиках такого однородного сечения уменьшается пропорционально соотношению модулей упругости стойки и пояса.

Проверить прочность фермы по следующим исходным данным:

Класс эксплуатации конструкции 2.

Расчетное значение изгибающего момента Md = 6,278 кНм, продольной сжимающей силы F_{cd} = 125.76 кН.

Предполагается, что нагрузка состоит из 25 % постоянного воздействия и 75 % воздействия средней продолжительности.

Верхний пояс выполнен из цельной древесины класса С 30 (EN 338), имеющей следующие характеристики:

$f_{m,d}$ = 18,5Н/мм^2; $f_{c,0,d}$ = 14,2 Н/мм^2; k_c = 0,95;

$f_{t,o,d}$ =11,1 Н/мм^2; E_{mean} = 12000 Н/мм^2; kmod = 0,80 - для нагрузки средней продолжительности; kdef = 0,80 - для класса 2 по эксплуатации.

Стойки и раскосы (EN 312-7) толщиной t = 80x160 t = 160x160 мм имеет следующие характеристики:

fc.w.d = 5,97 Н/мм^2; $f_{t,w,d}$ = 4,44 Н/мм^2; $f_{v,0,d}$ =3,3Н/мм^2; fv,90,d = 0,804 Н/мм^2; E_{mean} = 2475 Н/мм^2;

k_{de}f = 2,25; k_{mo}d= 0,55 - для нагрузки средней продолжительности.

Поскольку в стойке ползучесть проявляется в большей степени, чем в поясах фермы, то нормальные напряжения в стойке с течением времени будут уменьшаться, а в поясах возрастать. Следовательно, нормальные напряжения в стойках и раскосах будем проверять при мгновенных деформациях, а в поясах - при окончательных деформациях.

где M_d- расчетная величина изгибающего момента;

y_o - расстояние от нейтральной оси балки до крайнего волокна сжатого пояса;

F_d - продольная сила сжатия или растяжения;

y_c - расстояние от нейтральной оси балки до центра тяжести сжатого пояса.

где k_c - коэффициент, учитывающий потерю устойчивости сжатого пояса, который в запас прочности, по Еврокоду 5.

1_C - расстояние между закрепленными от потери общей устойчивости сечениями;

b - ширина пояса.

Соответствующим образом определяются и напряжения в растянутом поясе.

Характеристики сечения для проверки прочности при мгновенных деформациях.

$$A_{ef}=A_f+\left(\frac{E_w}{E_f}\right)\left(\frac{1+k_{def,f}}{1+k_{def,w}}\right)A_w;$$

$$A_{ef}=2*160*160+\frac{(1+0)*2475}{(1+0)*12000}(160*3300)=160100мм^2$$

$$I_f=2\left(\frac{160*160^2}{12}+160*160*100^2\right)=51268,3*10^4мм^2$$

$$I_w=\frac{160*3300^3}{12}=47916000*10^4мм^2$$

$$I_{ef}=I_f+\left(\frac{E_w}{E_f}\right)\left(\frac{1+k_{def,f}}{1+k_{def,w}}\right)I_w;$$

$$I_{ef}=\left(51268,3+\frac{(1+0)*2475}{(1+0)*12000}47916000\right)10^4=9933943,3*10^4мм^2$$

Характеристики сечения для проверки прочности при окончательных деформациях.

$$A_{ef}=A_f+\left(\frac{E_w}{E_f}\right)\left(\frac{1+k_{def,f}}{1+k_{def,w}}\right)A_w;$$

$$A_{ef}=2*160*160+\left(\frac{2475}{12000}\right)\left(\frac{1+(0,8*0,25+0,2*0,75)}{1+(2,25*0,25+0,75*0,75)}\right)(160*3300)=118333,64мм^2$$

$$I_{ef}=I_f+\left(\frac{E_w}{E_f}\right)\left(\frac{1+k_{def,f}}{1+k_{def,w}}\right)I_w;$$

$$I_{ef}=51268,3+\left(\frac{1+(0,8*0,25+0,2*0,75)}{1+(2,25*0,25+0,75*0,75)}\right)\left(\frac{2475}{12000}\right)47916000=6136600,3мм^4;$$

Проверка напряжений в сжатом поясе при окончательных деформациях

$$\sigma_{f,c,max,d}=\left(\frac{M_w}{I_{ef}}y_0\right)+\left(\frac{F_d}{A_{ef}}\right);$$

$$\sigma_{f,c,max,d}=\left(\frac{6,28*10^6}{61366*10^6}1650\right)+\left(\frac{125,76*10^3}{118333,64}\right)=1,23H/мм^2$$

$$\sigma_{f,c,max,d}\leq f_{m,d}=18,5H/мм^2$$

$$\sigma_{f,c,d}=\left(\frac{M_d}{I_{ef}}y_c\right)+\left(\frac{F_d}{A_{ef}}\right);$$

$$\sigma_{f,c,d}=\left(\frac{6,28*10^6}{61366*10^6}1250\right)+\left(\frac{125,76*10^3}{118333,64}\right)=1,19H/мм^2$$

$$\sigma_{f,c,d}\leq k_c f_{c,0,d}=0,95*14,2=13,5H/мм^2$$

Проверка напряжений в растянутом поясе при окончательных деформациях

$$\sigma_{f,t,max,d}=\left(\left(\frac{M_d}{I_{ef}}y_{w,t}\right)-\left(\frac{F_d}{A_{ef}}\right)\right)\left(\frac{E_w}{E_f}\right)\left(\frac{1+k_{def,f}}{1+k_{def,w}}\right);$$

$$\sigma_{f,t,max,d}=\left(\frac{6,28*10^6}{61366*10^6}1650\right)-\left(\frac{125,76*10^3}{118333,64}\right)=0,89H/мм^2$$

$$\sigma_{f,t,max,d}\leq f_{m,d=18,5H/мм^2}$$

$$\sigma_{f,t,d}=\left(\frac{M_d}{I_{ef}}y_t\right)-\left(\frac{F_d}{A_{ef}}\right);$$

$$\sigma_{f,t,d}=\left(\frac{6,28*10^6}{61366*10^6}1250\right)-\left(\frac{125,76*10^3}{118333,64}\right)=0.93H/мм^2$$

$$\sigma_{f,t,d}\leq f_{t,0,d=11,1H/мм^2}$$

Проверка сжимающих напряжений в стойках при мгновенных деформациях.

$$\sigma_{f,t,d}=\left(\frac{M_d}{I_{ef}}y_t\right)+\left(\frac{F_d}{A_{ef}}\right);$$

$$\sigma_{f,t,d}=\left(\frac{6,28*10^6}{61366*10^6}1250\right)+\left(\frac{122,51*10^3}{160100}\right)\left(\frac{(1+0)*2475}{(1+0)*12000}\right)=2.52H/мм^2$$

$$\sigma_{w,c,d}\leq f_{c,w,d=5.97H/мм^2}$$

Проверка сжимающих напряжений в стойках при мгновенных деформациях.

$$\sigma_{w,t,d}=\left(\frac{M_d}{I_{ef}}y_t\right)-\left(\frac{F_d}{A_{ef}}\right);$$

$$\sigma_{w,t,d}=\left(\frac{6,28*10^6}{61366*10^6}1250\right)-\left(\frac{122,51*10^3}{160100}\right)\left(\frac{(1+0)*2475}{(1+0)*12000}\right)=0.13H/мм^2$$

$$\sigma_{w,t,d}\leq f_{c,w,d=4.44H/мм^2}$$

Расчет выполняется.

Список литературы

1. Балашов, К.В. Деревянные дома / К.В. Балашов. - М.: АСТ, АСТ Москва, 2009. - 176 с.

2. Барабанщиков, Ю.Г. Строительные материалы и изделия / Ю.Г. Барабанщиков. - М.: Академия (Academia), 2013. - 608 с.

3. Барабаш, М. С. Современные технологии расчета и проектирования металлических и деревянных конструкций. Курсовое и дипломное проектирование. Исследовательские задачи / М.С. Барабаш. - М.: АСВ, 2010. - 841 с.

КОНОРЕВ АЛЕКСЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ
Россия, г.Курск, Юго-Западный государственный университет
alexeykonorev@mail.ru

ТАРИРОВКА ЭЛЕКТРОТЕНЗОМЕТРИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА БАЗЕ СИСТЕМЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКОЙ СИИТ-3

В статье приведена методика выполнения и результаты тарировки системы измерительной тензометрической СИИТ-3 в комплексе с тензорезисторами на балке равного сопротивления.

В последние годы в России и в ряде ведущих стран мира проектирование конструкций выполняется не только по предельным состояниям, но и с учетом возможных аварийных воздействий, связанных с внезапным выключением несущего элемента. Важным этапом проверки расчетных методик для изучения особенностей деформирования и разрушения конструктивной системы в предельных и запредельных состояниях являются экспериментальные исследования.

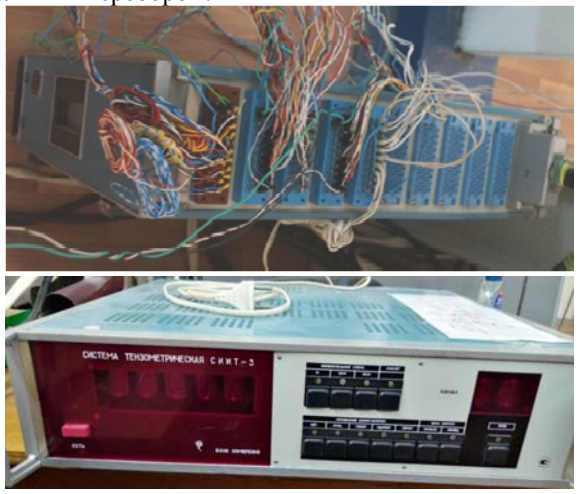
В лаборатории моделирования строительных конструкций ЮЗГУ выполняются исследования железобетонных пространственных рамно-стержневых систем [1, 2] с элементами сплошного и составного сечения.

Рис. 1. Общий вид пространственной рамы

Методика испытаний предусматривает поэтапное нагружение исследуемой конструктивной системы статической нагрузкой до заданного уровня с последующим внезапным выключением центральной опоры. Линейные и угловые перемещения характерных сечений измеряются прогибомерами 6ПАО и индикаторами часового типа ИЧ-10, а относительные деформации в заданных точках – методом электротензометрии с использованием тензометрической станции.

Общий вид системы измерительной тензометрической СИИТ-3 представлен на рис. 2. Она предназначена для проведения многоканальных измерений выходных сигналов тензорезисторов и представления результатов измерений в цифровом виде. Система применяется при статических испытаниях конструкций на прочность. СИИТ-3 позволяет автоматизировать процесс сбора, обработки и представления измерительной информации при исследовании напряженно-деформированного состояния конструкций зданий и сооружений.

В состав комплекса входят тензорезисторы, наклеенные на исследуемую конструкцию, блок измерений, блок дистанционного релейного переключения (БДРП) и соединительные провода. Каналы выбираются адресным методом, что позволяет опрашивать тензорезисторы как произвольным, так и последовательным перебором.



а)

б)

Рис. 2. Общий вид СИИТ-3, а – блок дистанционного релейного переключения, б – блок измерения

Тензометрический комплекс работает по схеме измерительного моста Уитстона. В зависимости от числа датчиков, наклеиваемых на исследуемую конструкцию, применяют три модификации мостовой схемы (рис. 3) [3].

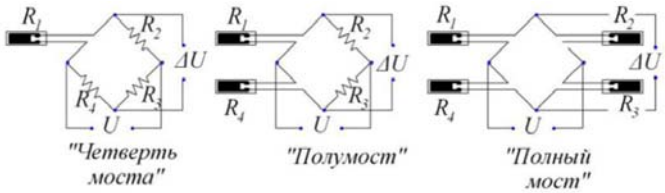


Рис. 3. Модификации измерительного моста

В схеме *«полный мост»* все тензорезисторы являются рабочими (активными). Такая схема не чувствительна к изменению сопротивления проводов и не реагирует на изменение температуры в системе «датчик-конструкция», если все датчики находятся в одинаковых температурных условиях.

В схеме *«полумост»* тензорезистор R_1 является рабочим, а R_4 - компенсационным, то есть наклеенным на ненагруженный образец, изготовленный из того же материала и находящийся в тех же температурных условиях, что и исследуемая конструкция. В такой схеме исключены температурные погрешности от нагрева конструкции и соединительных проводов, но необходима дополнительная калибровка канала измерений в связи с температурным изменением сопротивления соединительных проводов.

Схема *«четверть моста»* является наиболее надежной и экономичной из-за малого количества проводов, но чувствительна к температурным деформациям в системе «датчик-конструкция» и не чувствительна к изменению сопротивления проводов [4].

В схемах с двумя и четырьмя активными тензорезисторами (до 50 штук) предполагается известное соотношение между измеряемыми величинами приращения сопротивления датчиков во всем диапазоне деформирования. Использование таких схем возможно, если, например, датчики устанавливаются симметрично в сжатой и растянутой зонах при чистом изгибе.

Для исследуемой конструктивной системы применяется измерительная схема с одним активным тензорезистором, при этом максимальное количество измерительных каналов, подключенных к блоку дистанционного релейного переключения, составляет 100.

Паспортная цена деления прибора в единицах относительной деформации при такой схеме подключения составляет величину:

$$\text{ЕД} = \frac{4 \cdot 10^{-6}}{\text{К}},$$

где К – коэффициент чувствительности датчика.

Используемый для проведения исследований СИИТ-3 подвергался ремонту с заменой отдельных деталей, поэтому фактическую цену деления определяли опытным путем с использованием стальной балки равного сопротивления, в которой изгибающий момент и момент сопротивления изменяются по линейному закону. Балка имеет прямоугольное поперечное сечение, постоянную высоту *h* и переменную ширину *b*. Основным свойством такой балки является наличие рабочего участка, в пределах которого деформации во всех точках при заданной нагрузке остаются постоянными.

Согласно схеме загружения (рис. 4) величину относительной деформации рабочего тензорезистора (наклеенного на балку в пределах ее рабочей части) в сечении *x–x* определяем по формуле:

$$\varepsilon_{\text{т}.x_i} = \frac{M_x}{W_x \cdot E}$$

где $M_x = P \cdot x$ - величина изгибающего момента в расчетном сечении *x-x* балки;

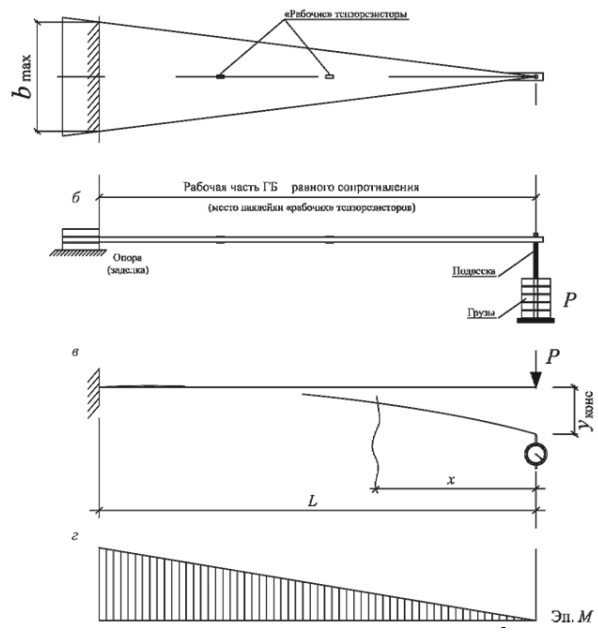


Рис. 4. Схема загружения балки равного сопротивления: а – балка в плане; б – устройство для загружения балки; в – схема загружения балки; г – эпюра изгибающих моментов

$W_x = \frac{b_x h^2}{6}$ - величина момента сопротивления в расчетном сечении *x-x* балки (где b_x – ширина балки в произвольном сечении *x-x*);

Ширину балки в расчетном сечении *x-x* определим, исходя из соотношения $\frac{b_x}{x} = \frac{b_{max}}{L}$. Тогда $b_x = \frac{x \cdot b_{max}}{L}$.

Подставляя теперь b_x в выражение W_x, получим $W_x = \frac{x \cdot b_{max} h^2}{6L}$ - момент сопротивления в произвольном сечении *x-x*.

Учитывая выражения по определению момента M_x в сечении *x-x*, формулу $\varepsilon_{\text{т}.x_i} = \frac{M_x}{W_x \cdot E}$ можем записать в виде:

$$\varepsilon_{\text{т}.x_i} = \frac{M_x}{W_x \cdot E} = \frac{6 \cdot P \cdot x \cdot L}{x \cdot b_{max} \cdot h^2 \cdot E} = \frac{P \cdot L}{(b_{max} \cdot h^2/6) \cdot E}.$$

В этой формуле в числителе находится выражение по определению изгибающего момента в наиболее удаленном от точки приложения силы *P* сечении (в заделке), а в знаменателе (в скобках) – выражение по определе-

нию момента сопротивления в этом сечении. Тогда эту же формулу можно представить в следующем виде:

$$\varepsilon_{\text{т}} = \frac{M_{max}}{W_{max} \cdot E}.$$

Для определения фактической цены деления системы измерительной тензометрической СИИТ-3 использована консольная балка равного сопротивления (рис. 5) со следующими параметрами: l = 700 мм, b_{max} = 100 мм, h = 8 мм. Максимальный вес груза на консоли балки P = 10 кг, модуль упругости материала балки $E = 2.1 \cdot 10^6$ $^{\text{кг}}/_{\text{см}^2}$.

Рис. 5. Общий вид балки равного сопротивления

Порядок проведения работы на тензометрическом комплексе следующий:

1. На рабочую часть балки наклеивают несколько проволочных тензорезисторов $Б$ = 50 мм, $R_{40} = 400$ Ом, коэффициент чувствительности S=2,09; один компенсационный тензорезистор наклеивают на ненагруженную деталь из того же материала, что и балка и подключают через блок дистанционного релейного переключения к блоку измерений СИИТ-3.
2. Предварительно вычисляются теоретические значения максимальных относительных деформаций

$$\varepsilon_{\text{т}} = \frac{M_{max}}{W_{max} \cdot E} = \frac{700}{1.067 \cdot 2.1 \cdot 10^6} = 312.5 \cdot 10^{-6},$$

где $M_{max} = P \cdot L = 10 \cdot 70 = 700$ (кг · см) - величина изгибающего момента балки равного сопротивления в месте ее защемления;

$W_{max} = b_{max} \cdot h^2/6 = 10 \cdot 0.8^2/6 = 1.067$ (см^3) - величина момента сопротивления консольной тарировочной балки в месте ее защемления.

3. Снимаются начальные (нулевые) показания блока измерений.
4. Производится поэтапное нагружение балки до максимального значения P = 10 кг. После изменения нагрузки до снятия отсчетов производится выдержка 30 – 60 секунд, а затем снимаются показания блока измерений.
5. Определяется цена одного деления шкалы прибора на этапе нагружения:

$$\varepsilon_{\text{т}i} = \frac{\varepsilon_{\text{т}}}{\Delta n_i}.$$

6. Определяется среднее значение цены одного деления:

$$\varepsilon_{\text{т ср}} = \frac{1}{i} \sum_{1}^{i} \varepsilon_{\text{т}i}.$$

С учетом максимальной разницы отсчетов блока измерений 83,4…89,6 ед., получим:

$$\varepsilon_{\text{т}1} = \frac{\varepsilon_{\text{т}}}{\Delta n_1} = \frac{312.5 \cdot 10^{-6}}{83.4} = 3.75 \cdot 10^{-6};$$

$$\varepsilon_{\text{т}2} = \frac{\varepsilon_{\text{т}}}{\Delta n_2} = \frac{312.5 \cdot 10^{-6}}{89.6} = 3.49 \cdot 10^{-6}.$$

$$\varepsilon_{\text{т ср}} = \frac{1}{i} \sum_{1}^{i} \varepsilon_{\text{т}i} = \frac{1}{2}(\varepsilon_{\text{т}1} + \varepsilon_{\text{т}2}) = \frac{(3.75+3.49) \cdot 10^{-6}}{2} = 3.62 \cdot 10^{-6}.$$

Теоретическое (паспортное) значение:

$$\text{ЕД} = \frac{4 \cdot 10^{-6}}{\text{К}} = \frac{4 \cdot 10^{-6}}{2.09} = 1.91 \cdot 10^{-6}.$$

Вывод: Результатом тарировки системы «СИИТ-датчик» стало новое значение цены деления, учитываемое при проведении экспериментальных исследований.

Список литературы

1. Колчунов, В. И. Экспериментальные исследования фрагмента каркаса многоэтажного здания с железобетонными элементами составного сечения [Текст] / В. И. Колчунов, Е. В. Осовских, С. А. Алькади // Строительство и реконструкция. – 2016. - № 6. – С. 13 – 21.
2. Алькади, С. А. Экспериментальные исследования живучести фрагмента каркаса здания с железобетонными составными элементами, работающими наизгиб с кручением [Текст] / С. А. Алькади, А. И. Демьянов, Е. В. Осовских // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2017. - № 5. – С. 72 – 80.
3. Забродин, В. П. Экспериментальные методы определения напряжений и деформаций [Текст]: учеб. пособие / В. П. Забродин, А. А. Серегин, М. В. Суханова, А. Б. Портаков. – Зерноград: АЧИИ ФГБОУ ВО ДГАУ, 2016. – 107 с.
4. Мехеда, В. А. Тензометрический метод измерения деформаций [Текст]: учеб. пособие / В. А. Мехеда. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокос. ун-та, 2011. – 56 с.

КУЗНЕЦОВА НАТАЛЬЯ АЛЕКСАНДРОВНА
Россия, г. Вологда, Вологодский государственный университет
natachasverchok@yandex.ru

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ СВЕТОЗАЩИТНЫХ ЛАМЕЛЕЙ

В работе исследуется крепление системы светозащитных ламелей 8-этажного здания в г. Калининграде. Задачи работы: ознакомление с имеющейся нормативно-технической базой по проектированию ламелей, выполнение расчета и анализ результатов.

Система светозащитных ламелей представляет собой пластины из алюминиевого сплава, закрепленные на направляющих с помощью кронштейнов. Крепление кронштейна к ламели выполняется на заклепках. Соединение кронштейнов и направляющей осуществляется болтовым соединением, а крепление направляющей к стене посредством установки фасадного дюбеля. Использовался химический анкер фирмы Sormat ITH. Резьбовая

стальная оцинкованная шпилька имеет диаметр 10 мм и длину 130 мм. Длина направляющего профиля составляет 0,7 м шаг 2 м. Ламели крепятся с шагом 78 мм. Система светозащитных ламелей приведена на рис. 1.

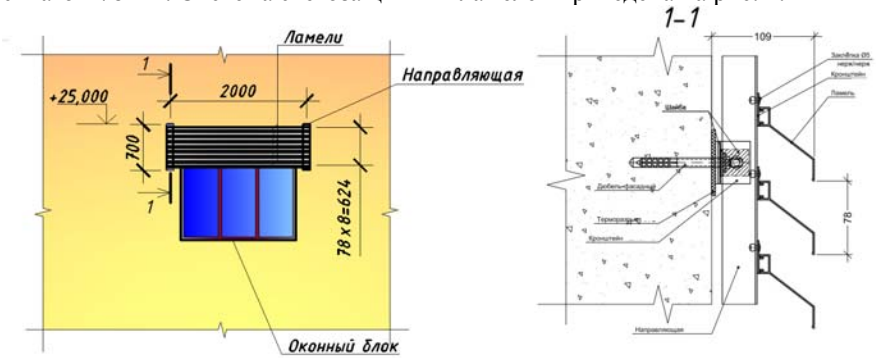


Рис. 1- Система светозащитных ламелей

Таблица 1 – Расчетные усилия

Название	Обозначение	Значение
Расчётное пиковое воздействие ветра	ω	1,56 кН/м^2
Расчетная погонная ветровая нагрузка на направляющую	q_w	3,12 кН/м
Максимальный момент в направляющей от ветровой нагрузки	M	0,127 кНм
Максимальная опорная реакция от ветровой нагрузки	N_w	1,11 кН
Нагрузка от веса ламелей	$P_{обл}$	0,072 кН
Нагрузка от веса направляющей	$P_{напр}$	0,00144 кН
Нормальная сила в направляющей от веса ламели и направляющей	$N_н$	0,0735 кН
Нормальная сила на 1 кронштейн от веса ламели и направляющей	N_{k1}	0,0735 кН
Максимальная опорная реакция от 25% опорной реакции от ветровой нагрузки	N_{w2}	0,273 кН
Поверхностная нагрузка от гололёда	i	4,563
Нагрузка от гололёда на направляющую	$P_{лёд}$	0,125 кН
Нормальная сила на 1 кронштейн от веса ламели, направляющей и гололеда	N_{k2}	0,2 кН

Целью работы является оценка надежности закрепления ламелей. Для расчета закрепления определялась ветровая нагрузка по СП 20.13330.2016 [1]. Вычислялась статическая и пульсационная составляющие основной ветровой нагрузки. В расчете использовалось пиковое значение ветровой

нагрузки для II-го ветрового района (тип местности B). Элементы подсистемы для крепления ламелей на всех этажах здания запроектированы аналогично рассмотренному в статье варианту закрепления. Расчет производился на отметке +25,000 м с наибольшим значением ветровой нагрузки. Данные для расчета сведены в таблицу 1.

Для оценки надежности закрепления конструкции выполнялись проверки закрепления направляющих, расчет которых производился по однопролетной схеме (рис. 2). Также выполнялась проверка надежности крепления кронштейна к направляющей, проверка направляющей и кронштейна по прочности и деформативности. Количество заклёпок в соединении $n_з$=1, количество рабочих срезов одной заклёпки n_s=1.

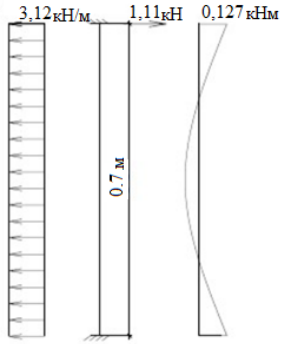


Рис. 2 - Однопролетная расчётная схема (межэтажная система)

Расчет производился в соответствии с СП 128.13330.2012 Алюминиевые конструкции [2]. Кронштейны и направляющие изготавлены из сплава алюминия с расчётным сопротивлением $R_{ун}$ = 220649.625 кН/м^2.

Проверка направляющей по прочности выполняется по формуле (1):

$$\sigma = \frac{N_н}{A_н} + \frac{(M)}{W_{хн}} < R_{ун}, \quad (1)$$

где σ - нормальное напряжение профиле, $A_н$- момент сопротивления сечения направляющей, $W_{хн}$- момент инерции сечения направляющей.

Проверка направляющей по деформативности выполняется по формуле (2):

$$f = 0.0026 * \frac{q_w}{1,4} + \frac{(L_1)^4}{E * Jx} < f_{тр}, \quad (2)$$

где f – прогиб направляющей, L_1- пролет направляющего профиля,

E - модуль упругости материала направляющей, Jx - момент инерции сечения направляющей.

Проверка кронштейна от действия ветровой нагрузки и собственного веса конструкций выполняется по двум сечениям, представленным на рис. 3.

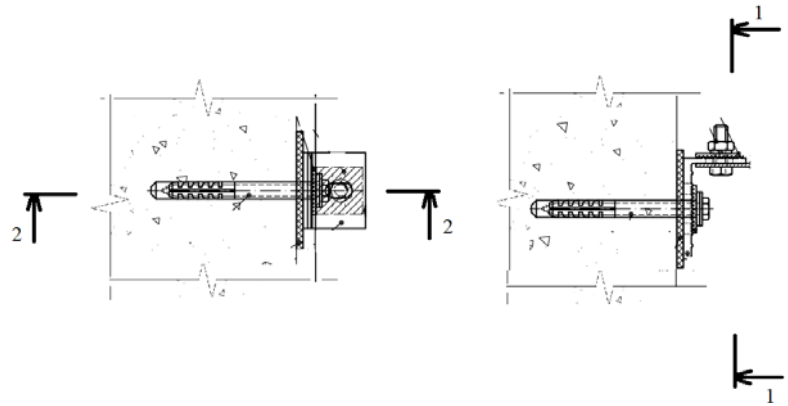


Рис. 3 – Расчетные сечения кронштейна

Проверка сечения 1-1 в кронштейне по условию прочности по формуле (3):

$$\sigma_{11} = \frac{N_w}{N_{k1}} + \frac{N_{k1} * e_{1k}}{W_{yk}} < R_{ук}, \quad (3)$$

где σ_{11} - нормальное напряжение в кронштейне, e_{1k} - расчётный эксцентриситет, W_{yk} - момент сопротивления сечения 1-1 относительно оси y.

Проверка сечения 2-2 кронштейна по условию прочности выполняется по формуле (4):

$$\sigma_{12} = \frac{N_w * e_{2k}}{W_{x2k}} + \frac{N_{k1} * e_{2k}}{W_{y2к}} < R_{ук}, \quad (4)$$

где σ_{12} - нормальное напряжение в кронштейне, e_{2k} - расчётный эксцентриситет, $W_{x2к}$ - момент сопротивления сечения 2-2 относительно оси x, $W_{y2к}$ - момент сопротивления сечения 1-1 относительно оси y.

Проверка кронштейна от действия 25% ветровой нагрузки, собственного веса конструкций, нагрузки от гололёда выполняется по двум сечениям. Проверка сечения 1-1 по условиям прочности по формуле (5):

$$\sigma_{21} = \frac{N_{w2}}{A_{k1}} + \frac{N_{k2} * e_{1k}}{W_{yк}} < R_{ук}, \quad (5)$$

где σ_{21} – нормальное напряжение в кронштейне, A_{k1}-площадь сечения 1 кронштейна, $W_{ук}$ - момент сопротивления сечения 1-1 относительно оси y, e_{1k} - расчётный эксцентриситет.

Проверка сечения 2-2 по условиям прочности выполняется по формуле (6):

$$\sigma_{22} = \frac{N_{w2} * e_{2k}}{W_{x2к}} + \frac{N_{k2} * e_{2k}}{W_{y2к}} < R_{ук}, \quad (6)$$

где, e_{2k} - расчётный эксцентриситет, $W_{x2к}$ - момент сопротивления сечения 2-2 относительно оси x, $W_{y2к}$ - момент сопротивления сечения 1-1 относительно оси y.

Проверка узла крепления кронштейна к стене по двум сочетаниям нагрузок производится на вырыв анкера из стены. Вырывающее усилие в анкере от действия от ветровой нагрузки и собственного веса конструкций по формуле (7):

$$N_s = N_w + \frac{N_{k1} * e_1}{e_3} + \frac{N_w * e_4}{e_5} > N_{rs}, \quad (7)$$

где N_s – вырывающее усилие в анкере , e_1, e_3, e_4, e_5 - расчётные эксцентриситет, N_{rs} - допустимое вырывающее усилие анкерного крепления.

Вырывающее усилие в анкере от 25% ветровой нагрузки, собственного веса конструкций, нагрузки от гололёда определяется по формуле (8):

$$N_{s2} = N_{w2} + \frac{N_{k2} * e_1}{e_3} + \frac{N_{w2} * e_4}{e_5} < N_{rs}, \quad (8)$$

где N_{s2} – вырывающее усилие в анкере, e_1, e_3, e_4, e_5 - расчётные эксцентриситы, N_{rs} - допустимое вырывающее усилие анкерного крепления.

Проверка узла крепления направляющей к кронштейну выполняется на срез и смятие элементов от действия двух сочетаний нагрузок. Проверка соединения на срез от ветровой нагрузки и собственного веса конструкций по формуле (9):

$$N_{c1} = \frac{\sqrt{N_{k1}^2 + N_w^2}}{nз * ns} < N_{rc}, \quad (9)$$

где N_{c1} - срезывающее усилие в креплении, nз - количество заклёпок в соединении, n_s - количество рабочих срезов одной заклёпки, N_{rc} - допустимое срезающее усилие в соединении.

Проверка соединения на смятие элементов от ветровой нагрузки и собственного веса конструкций выполняется по формуле (10):

$$N_{p1} = \frac{\sqrt{N_{k1}^2 + N_w^2}}{nз * d * t} < N_{pc}, \quad (10)$$

где N_{p1} - сминающее усилие в креплении, nз - количество заклёпок в соединении, d - диаметр отверстия под заклёпку, t - суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении, N_{pc}- допустимое сминающее усилие в соединении.

Проверка соединения на срез от 25% ветровой нагрузки, собственного веса конструкций и нагрузки от гололёда выполняется на срез по формуле 11 и на смятие по формуле (12):

$$N_{c1} = \frac{\sqrt{N_{k2}^2 + N_{w2}^2}}{n_з * n_s} < N_{rc}, \quad (11)$$

где N_{c1}-срезывающее усилие в креплении, $n_з$ - количество заклёпок в соединении, n_s - количество рабочих срезов одной заклёпки, N_{rc} - допустимое срезающее усилие в соединении

$$N_{p2} = \frac{\sqrt{N_{k2}^2 + N_{w2}^2}}{n_з * d * t} < N_{pc}, \quad (12)$$

где N_{p2}-сминающее усилие в креплении n_3 - количество заклёпок в соединении, d - диаметр отверстия под заклёпку, t - суммарная толщина элементов, N_{pc}- допустимое сминающее усилие в соединении.

В результате исследования произведена оценка закрепления элементов несущей подсистемы. В данных условиях, крепление кронштейна к стене с принятым анкером возможно до 3-го этажа здания. Для выполнения проверки на вырыв анкера из стены для вышерасположенных этажей необходимо принять анкер с большим значением выдергивающего усилия. Может быть использован анкер со стальной оцинкованной шпилькой фирмы Sormat ITH диаметром 12 мм и длиной 160 мм. Также возможно уменьшение пролета направляющих выше 3-го этажа, однако это невыполнимо в ввиду конструктивных соображений.

Список литературы

1. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 3 декабря 2016 г. N 891/пр и введен в действие с 4 июня 2017 г//Техэксперт: инф.-справ. Система /Консорциум «Кодекс».

2. СП 128.13330.2012 Алюминиевые конструкции. Актуализированная редакция СНиП 2.03.06-85* утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 29 декабря 2011 г. N 619 и введен в действие с 01 января 2013 г.

КУЗЬМИЧЕВА ИЛОНА ГРИГОРЬЕВНА
Россия, г.Курск, Юго-Западный государственный университет
ilonka-8-8-8@mail.ru

ФИБРОБЕТОН С БАЗАЛЬТОВЫМ ВОЛОКНОМ

За последнее десятилетие в строительной отрасли были достигнуты значительные высоты. Быстрые темпы высотного строительства необычной формы, уникальные здания, специальные сооружения все это требует новых эффективных строительных материалов. Одним из таких является – бетон.

Бетон уже долгие годы занимает лидирующие позиции в строительной сфере и постоянно совершенствуется. Так после появления высокопрочных бетонов стало возможным создание нового высокопрочного дисперсно-армированного фибробетона. В таком бетоне вместо привычной всем арматуры используют фибру. Данные фибры выступают в роли микроармирующей добавки. Армирование бетона базальтовым волокном улучшает работу бетона на растяжение, предотвращает появление трещин и растрескивание бетона. К сожалению, в России вопрос фибробетона изучен недостаточно.

Данный вид бетона не имеет широкого применения в строительстве по причине трудности приготовления. При замешивании фибробетона волокна сбиваются в комки, что делает его не однородным. Но этот вопрос не трудно решить: необходимо использовать современные смесители и постепенно добавлять волокно в смесь.

Применение базальтового волокна более экономически выгодно, по сравнению со стальной фиброй. Стоимость базальтовой фибры ниже стальной примерно в 3 раза, что делает его конкурентоспособным. Помимо экономической выгоды базальтовое волокно экологично.

В настоящее время, в период, когда люди стали задумываться об экологической ситуации, исследование фибробетонов с базальтовым волокном очень актуально. Ведь такой бетон можно многократно использовать, т.е. материал рециркулируемый. Для его вторичного использования потребуются незначительные затраты.

Так же используется экологически чистый материал – базальтовое волокно. Базальтовое волокно — искусственный неорганический материал, получаемый из природных минералов путём их расплавления и последующего преобразования в волокно. Волокно, созданное из природного камня, имеет очень хорошие показатели по химической стойкости. Готовый продукт не содержит вредных веществ и полностью соответствует всем гигиеническим стандартам.

В своей научной работе [1] Орлов А.А., Черных Т.Н. исследовали влияние параметров базальтовой фибры на свойства бетона, а именно диаметр фибры и ее количество на прочность при изгибе. Из опыта был сделан вывод, что оптимальные параметры микроармирования (диаметр 20-25 мкм и количество 0,7-1,1 кг/м3) способны повысить прочность при изгибе в 1,5 раза.

В другом исследовании, авторами которого являются Ступишин Л.Ю., Савельева Е.В. и Масалов А. В. [2], рассмотрен вопрос влияния базальтового армирования на прочность при изгибе и сжатии. Но в данном случае базальтовое волокно измельчалось вручную до размеров 1-2 мм. Сравнения проводились между цементными образцами с измельченным базальтовым волокном и без него. По полученным данным сделан вывод, что прочность образцов на сжатие увеличилась на 6%, а на изгиб на 2,2%.

А.Д. Жуков, В.А. Рудницкая, Т.В. Смирновав своей работе [3] приходят к выводу, что количество базальтового волокна влияет на прочность и плотность материала, а длина волокон влияет только на прочность. Так же приведены расходы портламента и фибры в зависимости от требуемой прочности.

Вопросом оптимального армирования базальтовым волокном так же занимались И.Г. Корнеева, Н.А. Емельянова [4]. В своей работе они сделали вывод, что армирование волокнами размеры, которых составляют 15 мм в процентном соотношении 2% наиболее приемлемо. При таком армировании произошел существенный прирост прочности бетона.

Московский С. В. Носков А. С. Руднов В. С. Алехин В. Н. привели исследовательскую работу [5] с целью определения дисперсного армирования разными видами фибры. В ходе исследования оказалось, что оптимальный объем фибры для крупнозернистых бетонов составляет 3%, а длина фибры равна 20 мм.

В своей работе Леонович И.А и Леонович А.А. [6] рассмотрели вопрос, касающийся упругих свойств фибробетона, которые зависят от характеристик фибры и ее количества. Сравнивались стальные, стеклянные и полипропиленовые фибры. Для каждой из них были определены возможные области применения. Была предложена методика расчета начального модуля упругости фибробетона.

Кондрашов Г.М., Гольдштейн Б.М. в статье [7] рассказали о преимуществах фибробетона, об испытанных конструкциях и о примерной стоимости 1 кв. м такого бетона. В основу их высказываний легли данные полученные в НИПИТ (Национальный научно-исследовательский и проектный институт инновационных технологий).

В еще одной работе по исследованию влияния армирования базальтовым волокном на прочностные свойства цементного раствора [8], авторами которой являются Белова Т.К., Гурьева В.А., Турчанинов В.И., был проведен опыт с образцами имеющие разное водноцементное отношение. Стало известно, что при вводе суперпластификаторов прочность на сжатие понизилась, а у таких же образцов но без добавки прочность повысилась на 11%.

Так же проводился анализ видов волокон для армирования [9]. Маилян Л.Р., Стельмах С.А., Холодняк М.Г., Щербань Е.М. провели опыт по выявлению наиболее эффективного волокна среди полиамидного, полипропиленового и базальтового. В ходе проведенных испытаний таким волокном оказалось базальтовое. Кроме того фибробетон приобрел большие упругие деформации.

В своем исследовании [10] TehminaAyub, NasirShafiq по теме « Механические свойства высокоэффективного бетона, армированного базальтовым волокном» произвели эксперимент, в котором изготовили 3 серии образцов с разным количеством одной и той же фибры (1%, 2%, 3%). В результате испытаний стало понятно, что содержание фиброволокна в количестве 2% показало наилучшие свойства.

Помимо выявления оптимального содержания фибры в бетоне, проводятся сравнения, например бетона со стеклянными волокнами и базальтовыми [11]. Leopold Kruszka, Wojciech Mocko, Luigi Fenu и Ezio Cadoni провели такое сравнение. Оно заключалось в том, что было использовано разное количество фибры, а именно 3% и 5% от общей массы. Наиболее оптимальным было содержание фибры равное 3% при увеличении количества прочностные показатели резко падали.

Изучив периодическую литературу, как русских авторов, так и зарубежных стало известно, что проводится большое количество испытаний и ана-

лизируются уже полученные данные, на их основе выдвигаются новые гипотезы, которые нуждаются в проверке.

Список литературы

1. Орлов А.А. Исследование влияния параметров базальтовой фибры на свойства фибро-армированного строительного раствора / А.А. Орлов, Т.Н. Черных, А.В. Сашина, Д.В. Богусевич // Перспективные материалы в строительстве и технике: сб. науч. ст. – Томск, 2014. – С. 115-121.

2. Ступишин Л.Ю. Исследование влияния дисперсного базальтового армирования на прочность цементных образцов при изгибе и сжатии / Л.Ю. Ступишин, Е.В. Савельева, А.В. Масалов // Евразийский Союз ученых. – 2015. - №5. – С. 140-143.

3. Жуков А.Д. Армирующие волокна в технологии бетонов / А.Д. Жуков, В.А. Рудницкая, Т.В. Смирновав // Вестник МГСУ. – 2012. - №4. – С. 160-163.

4. Корнеева И.Г. К вопросу оптимального армирования мелкозернистого бетона базальтовыми волокнами / И.Г. Корнеева, Н.А. Емельянова // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2016. - №4. – С. 122-128.

5. Московский С.В. Влияние дисперсного армирования на деформационно-прочностные свойства бетона / С.В. Московский, А.С. Носков, В.С. Руднов, В.Н. Алехин // Академический вестник УралНИИПроект РААСН – 2016. - №3. – С. 67-71.

6. Леонович И.А. Влияние упругих характеристик композитного материала на свойства фибробетона / И.А. Леонович, А.А. Леонович // Вестник Беларусско-Российского университета – 2007. - №3. – С. 148-155.

7. Кондрашов Г.М. Базальтофибробетон – технология будущего / Г.М. Кондрашов, Б.М. Гольдштейн // Вестник Волгоградского государственного университета – 2012. - №7. – С. 91-92

8. Белова Т.К. Исследование влияния дисперсного армирования модифицированным базальтовым микроволокном на прочностные свойства цементного раствора / Т.К. Белова, В.А, Гурьева, В.И. Турчанинов // Инженерный вестник Дона – 2015. - №2.

9. Маилян Л.Р. Выбор видов волокон для дисперсного армирования изделий из центрифугированного бетона / Л.Р. Маилян, С.А. Стельмах, М.Г. Холодняк, Е.М. Щербань // Интернет – журнал Науковедение – 2017. - №4.

10. TehminaAyub Mechanical properties of high-performance concrete reinforced with basalt fibers / TehminaAyub, NasirShafiq // Procedia Engineering – 2014. - №77. – С. 131-139.

11. Leopold Kruszka Comparative experimental study of dynamic compressive strength of mortar with glass and basalt fibers / Leopold Kruszka, WojciechMocko, Luigi Fenu, EzioCadoni // EPJ Web of Conferences – 2015. - №94. – С. 1-5.

МАСЛОВ ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ
Россия, г.Курск, Юго-Западный государственный университет
dim.maslov1995@yandex.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВОГО ПОТОКА, ПРОХОДЯЩЕГО ЧЕРЕЗ ФРАГМЕНТ КЛАДКИ ИЗ АРБОЛИТОВЫХ БЛОКОВ НА РАЗЛИЧНЫХ РАСТВОРАХ

В статье приводятся алгоритм и результаты экспериментального исследования по расчету коэффициента теплопроводности перлитового и цементно-песчаного растворов кладки из арболитовых блоков, а также самих блоков, в климатической камере ЮЗГУ.

Теплотехнические характеристики ограждающих конструкций определяются расчётным путём либо путём экспериментальных измерений, проводимых, как правило, в климатической камере. Существующие методики расчета, как и экспериментальные методики, не позволяют в полной мере решать проблемы, возникающие в связи с изменением требований законов и нормативной базы.

Мы приведем конструкцию климатической камеры, изготовленной в лаборатории ЮЗГУ, чтобы показать все особенности проведения эксперимента. Климатическая камера, сконструированная сотрудниками лаборатории, была построена и аттестована в 2004 году [1]. Схема климатической камеры приведена на рис 1.

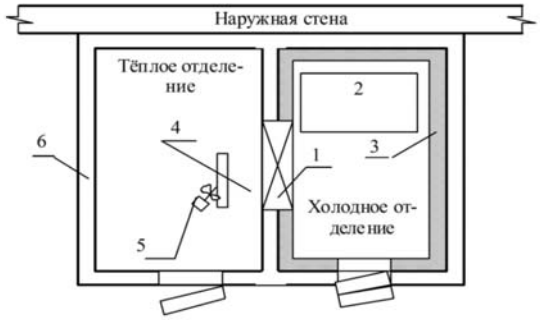


Рис. 1. Схема климатической камеры ЮЗГУ: 1 – исследуемая конструкция; 2 – воздухоохладитель 3 – теплоизоляция холодного модуля; 4 – масляные электрорадиаторы с регулируемой температурой нагрева; 5 – вентилятор; 6 – кирпичная перегородка в полкирпича

Так в нашем эксперименте был сделан фрагмент кладки из конструкционного арболита, плотностью 600 кг/м^3, производства компании АРБЛОК, размеры блока 200x300x500. Фрагмент кладки монтируется в проеме между холодильным и теплым отделениями климатической камеры. Швы при-

нимались неоднородными, выполненными из цементно-песчаного и перлитового растворов, не прерывающимися на пустотах, толщиной 10-15 мм.

Периметр кладки был заключен в слой утеплителя, в качестве которого использовался пенополистирол, теплопроводность которого принимается равной 0,05 Вт/(м·°С), для того чтобы холодный воздух с наружной стороны не проникал через щели и не нарушал установленный климат теплой камеры. Общий размер кладки с учетом кладочных швов составляет 300мм x 1010мм x 620мм, как изображено на рис 2.

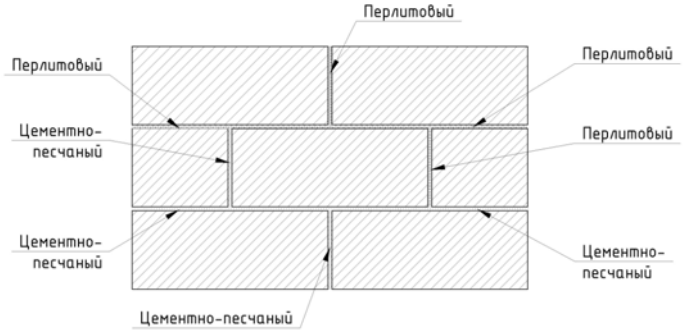


Рис. 2. Кладка из арболитовых блоков

Для измерения и регистрации плотности теплового потока, проходящего через теплообменные поверхности теплоэнергетических объектов, а также температур таких поверхностей, использовался прибор ИТП-МГ4.03 «ПОТОК».

Датчик закрепляли на теплообменной поверхности исследуемого объекта, образуя дополнительную стенку с помощью теплопроводной пасты КПТ-8, для исключения образования воздушных зазоров между характерным участком и самим датчиком. Преобразователи температур устанавливали с обеих сторон ограждающей конструкции в характерных сечениях с одинаковым проектным решением [2].

Измерение плотности тепловых потоков, проходящих через фрагмент кладки из арболитовых блоков, проводили после установившегося стационарного режима теплообмена, определяемого по выявлению постоянства разности температур на поверхностях стены и плотности теплового потока. Режим в климатической камере формировался в течение двух суток. Температура внутреннего воздуха составила +24ºС, температура наружного воздуха в холодильном отделение закрепилась на отметке -10ºС.

Участки поверхности выбирались специфические, характерные для всей испытываемой ограждающей конструкции в зависимости от необходимости измерения локальной или усредненной плотности теплового потока. Принятые участки для измерений имели поверхностный слой из одного материала, идентичной обработки и состояния поверхности, не находились в непосредственной близости от элементов, которые могли бы изменить

направление и значение тепловых потоков. Места крепления преобразователей теплового потока зачищались до устранения видимых и осязаемых на ощупь шероховатостей [3].

Эксперимент проводился в три этапа. В первых двух измерениях преобразователи теплового потока крепились на стыках вертикальных и горизонтальных швов в местах перлитового и цементно-песчаного растворах. Преобразователи температуры устанавливались также на швах с внутренней и наружной стороны кладки с одинаковым проектным решением.

Измерения проводились в течение 24 часов с интервалом фиксации результатов каждые 10 минут. Для каждой термопары определили среднеарифметическое значение показаний. Разность температур на поверхностях стены вычисляли как разность средневзвешенных значений температур поверхностей стены.

Для каждого тепломера нашли среднее значение показаний $\mathbf{q_{ср}}$, Вт/ м^2. По результатам испытаний определяем приведенное термическое сопротивление кладки $\mathbf{R^{пр}}$ при фактической влажности во время испытаний, которая составила 60% и определялась при помощи психрометрического гигрометра ВИТ-2. По значению $\mathbf{R^{пр}}$ определили коэффициент теплопроводности растворов кладки из арболитовых блоков $\boldsymbol{\lambda_{экв}}$ при фактическом значении ее влажности [4]. Схема крепления датчиков теплового потока и температуры изображены на рис. 3.

Рис. 3. Схема крепления датчиков теплового потока и температуры

В третьем измерении преобразователи теплового потока крепились уже на саму поверхность арболитовых блоков. Преобразователи температуры устанавливались также на блоке с внутренней и наружной сторон кладки с одинаковым проектным решением. Результаты проведенных экспериментов приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ экс-та	Δt, ºС	$q_{ср}$, Вт/м^2			$R^{пр}$, м^2· ºС/Вт			$\lambda_{экв}$, Вт/м· ºС		
		$q_{1ср}$	$q_{2ср}$	$q_{3ср}$	$R_1^{пр}$	$R_2^{пр}$	$R_3^{пр}$	$\lambda_{1экв}$	$\lambda_{2экв}$	$\lambda_{3экв}$
1	35,59	67,27	44,41	40,52	0,529	0,801	0,878	0,667	0,367	0,341
2	32,76	57,53	35,43	51,3	0,569	1,29	0,638	0,527	0,233	0,47
3	41,01	21,45	------	20,36	1,91	------	2,01	0,157	------	0,14

По результатам эксперимента можно сделать вывод, что коэффициент теплопроводности раствора на перлите показывает наиболее эффективные показатели, чем раствор цементно-песчаный, а именно на 33,4-55,7%, и рекомендацию по его использованию при малоэтажном строительстве. А также, что температура внутреннего воздуха на поверхности стены, а именно на шве из перлитового раствора, на 2 ºС выше чем на шве из цементно-песчаного раствора, что свидетельствует о лучшем содержании микроклимата помещения. Показатели теплопроводности самих арболитовых блоков достаточно низкая и составляет 0,15-0,16 Вт/м· ºС, что соответствует нормативным значениям.

Список литературы

1. Ступишин, Л.Ю. Измерение теплотехнических параметров ограждающих конструкций в климатической камере ЮЗГУ / Л.Ю. Ступишин, А.В. Масалов, Н.А. Масалов // Известия ЮЗГУ. – 2012. - №1. – С. 28-31.

2. ГОСТ 25380-2014. Здания и сооружения. Метод измерения плотности тепловых потоков, проходящих через ограждающие конструкции. Введ. 2015.07.01. – М.: Стандартинформ, 2015. – 12с.

3. ГОСТ Р 54853-2011. Здания и сооружения. Метод определения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций с помощью тепломера. Введ. 2012.05.01. – М.: Стандартинформ, 2012. – 40с.

4. ГОСТ 7076-99. Материалы и изделия строительные. Метод определения теплопроводности и термического сопротивления при стационарном тепловом режиме. Введ. 2000.04.01. М.: МНТКС, 2000. – 23с.

МЕЛИХОВА МАРИЯ ИВАНОВНА
Россия, г.Курск, Юго-Западный государственный университет
marusa180896@mail.ru

ВОПРОСЫ УСТОЙЧИВОСТИ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫХ СИСТЕМ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Древесина, как строительный материал, обладает переменным модулем упругости, в зависимости от напряжений, возникающих в них. Однако расчете деревянных конструкций согласно СП 64.13330.2011 «Деревянные конструкции», данный параметр принимается равный E=const. Такой подход может сказаться с одной стороны на экономии материалов, а с другой на недостаточной прочности проектируемых конструкций. Авторами выполнен теоретический расчет рымы двумя случаями при помощи метода перемещений. В первом случае модуль упругости принимался равный константе согласно СП, а во втором случае принимался в зависимости от уровня напряжений возникающих в стойках. При обработке полученных данных было выявлено, что свободная длина указанных стоек при учете изменения модуля деформации в различных стадиях деформирования конструктивных систем из древесины на 10% уменьшает свободную длину, определенную из условия, что $E = const$. В связи с этим можно сделать вывод, что при расчете деревянных конструкций необходимо учитывать нелинейные свойства данного материала.

Ключевые слова: устойчивость, статически неопределимая система, упругость, параметр устойчивости, стадии деформирования, ползучесть.

Как известно, на потерю устойчивости конструктивных систем может повлиять, потеря устойчивости как отдельных элементов, так и небольшой группы. В этой связи, важным вопросом в решении подобных задач является выявление наиболее опасных элементов или частей конструкции с низкой сопротивляемостью потере устойчивости [1-4].

Для древесины при высоких уровнях напряжений характерна сложная нелинейная ползучесть. В связи с этим к конструкциям из древесины применим метод, разработанный А.Р. Ржаницыным, позволяющий учитывать сложность процесса деформирования древесины разбиением на три стадии [5], в том числе при расчете указанных конструкций из древесины на устойчивость.

Для древесины данные стадии характеризуются следующими особенностями:

А) в первой стадии деформирования ползучесть является обратимой, подчиняется основным положениям линейной теории ползучести;

Б) во второй стадии – установившейся ползучести – деформирование идет с постоянной скоростью нарастания деформаций ползучести (при постоянных нагрузках), деформации необратимы;

В) в третьей стадии имеет место критическое нарастание необратимых деформаций во времени.

Относительная деформация зависит от режима, длительности, уровня загружения элемента, свойств старения и наследственности материалов. Непосредственное использование нелинейного уравнения механического состояния материала в решениях задач строительной механики, как правило, не реализуется в практике проектирования ввиду его громоздкости. С.Е. Фрайфельд [6], исследуя одноосное напряженное состояние, предложил для линейной постановки задачи ввести длительный модуль деформации [6]:

$$\mathrm{E}_{\text{ДЛ.}}(t_0, t) = \frac{\sigma(t)}{\varepsilon(t_0, t)}, \tag{1}$$

где $\sigma(t)$ – напряжения, действующие в момент времени t; $\varepsilon(t_0, t)$ - относительная деформация к моменту наблюдения t, устанавливаемые с учетом влияния возраста материала, его свойств старения, режима и длительностизагружения.

Значение деформаций для первой стадии при постоянном напряжении ($\sigma = const$) могут быть определены в соответствии с предложением Ю.М. Иванова [1] из выражения:

$$\varepsilon(t) = \varepsilon(t_0) \cdot (1 + b \cdot t^{0,21}), \tag{2}$$

где параметр b зависит от влажности древесины (w) и определяется как:

$$b = \frac{10^{-2}}{0{,}735 - 0{,}02086 \cdot W}. \tag{3}$$

Если $\sigma < \sigma_{\text{дл}}$, для стержня из древесины характерная первая стадия деформирования. Модуль деформации, соответствующей линейной ползучести, можно определить из следующего выражения:

$$\mathrm{E}_{\text{дл.}}(t_0, t) = \left[\frac{\varepsilon(t_0) \cdot (1 + b \cdot (t - t_0)^{0,21})}{\sigma(t)} + \sum_{i=1}^{k} \frac{\Delta\varepsilon_i}{\sigma(t)} \cdot (+ b \cdot (t - t_i)^{0,21})\right]^{-1} \tag{4}$$

Если $\sigma > \sigma_{\text{дл}}$, то в определенный момент времени t_1 начнется вторая стадия деформирования. При этом время наступления второй стадии определяется по формуле:

$$t_1 = \frac{E_0 \cdot n}{\mathrm{H}} \cdot ln \frac{\sigma \cdot (E_0 - \mathrm{H})}{(\sigma - \sigma_{\text{дл.}}) \cdot E_0}. \tag{5}$$

Модуль деформации, соответствующей установившейся ползучести, определяется из соотношения:

$$\mathrm{E}_{\text{дл.}}(t_0,t)=\left[\frac{\sigma_{\text{дл}}}{\mathrm{H}\cdot\sigma(t)}+\frac{\sigma_0-\sigma_{\text{дл}}}{n\cdot E_0\cdot\sigma(t)}\cdot(t-t_1)+\sum_{i=1}^{k}\frac{\Delta\sigma_i}{\sigma(t)\cdot n\cdot E_0}\cdot(t-t_i)^{0,21}\right]^{-1} \quad (6)$$

Перейдем к рассмотрению устойчивости элементов конструктивных систем, деформирующихся в составе всей системы. Известно, что причиной потери устойчивости всей конструктивной системы такой, как ферма, рама, структура, часто является один элемент или их небольшая группа [7-14]. Рассмотрим пример. На рисунке 1 показана рама с центрально сжатыми стойками. Определим их свободные длины с использованием метода перемещений, приняв за неизвестные углы поворота Z_1, Z_2, Z_3, для двух случаев(см. рис. 1):А – модуль деформации одинаков для всей конструктивной системы, т.е. $\mathrm{E}_1=\mathrm{E}_2=\mathrm{E}_3$; Б – модуль деформации конструктивной системы изменяется в соответствии со стадиями деформирования.

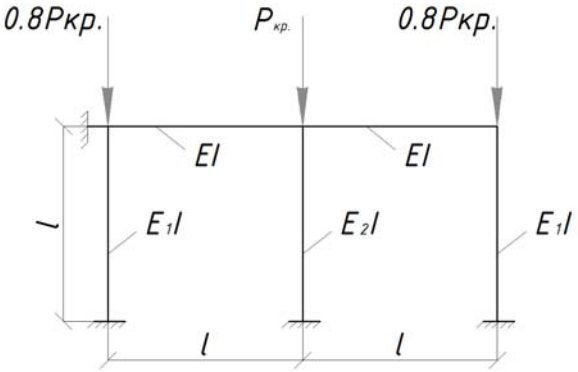


Рис. 1 – Схема исследуемой рамы

Стойки 1 и 3 находятся в первой стадии деформирования, вторая стойка – во второй стадии. Для стоек 1 и 3 модуль деформации равен $10{,}5\cdot10^3$ Мпа, для стойки 2 - $8{,}4\cdot10^3$ Мпа.

Однородная система уравнений метода перемещений для случаев А и Б примет вид:

$$\left.\begin{aligned}\mathrm{r}_{11}\cdot Z_1+\mathrm{r}_{12}\cdot Z_1+\mathrm{r}_{13}\cdot Z_3=0\\ \mathrm{r}_{21}\cdot Z_1+\mathrm{r}_{22}\cdot Z_1+\mathrm{r}_{23}\cdot Z_3=0\\ \mathrm{r}_{31}\cdot Z_1+\mathrm{r}_{32}\cdot Z_1+\mathrm{r}_{33}\cdot Z_3=0\end{aligned}\right\} \quad (7)$$

где r_{ij} – реактивный момент в i-ой заделке от поворота этой заделки на угол, равный 1;

где для случая А:

$r_{11}=8\cdot i+4\cdot i\cdot\varphi_2(v_1)$; $r_{22}=8\cdot i+4\cdot i\cdot\varphi_2(v_2)$; $r_{33}=4\cdot i+4\cdot i\cdot\varphi_2(v_3)$; $r_{12}=r_{23}=2\cdot i$; $r_{13}=r_{31}=0$;

где $\varphi_j(v_i)$ - значения функций метода перемещений для i-ого сжато-изогнутого стержня;

для случая Б:

$r_{11}=10\cdot i_2+5\cdot i_2\cdot\varphi_2(v_1)$; $r_{22}=8\cdot i_2+4\cdot i_2\cdot\varphi_2(0{,}8\cdot v_1)$; $r_{33}=5\cdot i_2+5\cdot i_2\cdot\varphi_2(v_1)$; $r_{12}=2\cdot i_2$; $r_{23}=2{,}5\cdot i_2$; $r_{13}=r_{31}=0$;

Детерминант системы (7) для случая А определяется следующим выражением:

$$Det=(8\cdot i+4\cdot i\cdot\varphi_2(v_1))\cdot(8\cdot i+4\cdot i\cdot\varphi_2(v_2)\cdot\left(4\cdot i+4\cdot i\cdot\varphi_2(v_3)\right)+16\cdot i^3-(8\cdot i+4\cdot i\cdot\varphi_2(v_1))\cdot4\cdot\cdot i^2-4\cdot i^2\cdot\left(4\cdot i+4\cdot i\cdot\varphi_2(v_3)\right) \quad (8)$$

Для случая Бдетерминант системы (7) определяется выражением:

$$Det=\left(10\cdot i_2+5\cdot i_2\cdot\varphi_2(v_1)\right)\cdot\left(8\cdot i_2+4\cdot i_2\cdot\varphi_2(0{,}8\cdot v_1)\right)\cdot\left(5\cdot i_2+5\cdot i_2\cdot\varphi_2(v_1)\right)-(10\cdot i_2+5\cdot i_2\cdot\varphi_2(v_1)\cdot2{,}5\cdot i_2\cdot2\cdot i_2)-2\cdot i_2\cdot(5\cdot i_2+5\cdot i_2\cdot\varphi_2(v_1)\cdot2{,}5\cdot i_2) \quad (9)$$

Из условия $Det=0$ получаем (для случаев А и Б) параметр устойчивости v_i определяемый из выражения (8,9) вычисляем по формуле (10) и коэффициент приведенной длинныμ_i по формуле (11)

$$v_i=l\cdot\sqrt{\frac{P_i}{EI}}, \quad (10)$$

$$\mu_1=\frac{\pi}{v_1}, \quad (11)$$

Полученные данные для параметра устойчивости и коэффициента приведенной длинны приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Значения параметра устойчивости и коэффициента приведенной длинны для случаев А и Б

Случай А			Случай Б		
Левая стойка	Центральная стойка	Правая стойка	Левая стойка	Центральная стойка	Правая стойка
$v_1=4{,}04$ $\mu_1=0{,}78$	$v_2=5{,}05$ $\mu_2=0{,}62$	$v_3=4{,}04$ $\mu_1=0{,}78$	$v_1=4{,}56$ $\mu_1=0{,}69$	$v_2=5{,}10$ $\mu_2=0{,}62$	$v_3=4{,}56$ $\mu_1=0{,}69$

Сравним работу стоек 1 и 3 при двух вариантах расчета. Свободная длина указанных стоек при учете изменения модуля деформации в различных стадияхдеформирования конструктивных систем из древесины на 10% уменьшает свободную длину, определенную из условия, что $E=const$.

Вывод. При проверке устойчивости конструктивных систем из древесины в соответствии с СП необходимо учитывать нелинейные свойства данного материала.

Список литературы

1. Иванов Ю.М., Баженов В.А. Исследования физических свойств древесины (эластичность, воздухопроницаемость, давление набухания). - М.: Изд. Ак. наук СССР, 1959-75с.
2. Травуш В.И., Колчунов В.И., Дмитриева К.О. Длительная прочность и устойчивость сжатых стержней из древесины / В.И. Травуш, В.И. Колчунов, К.О. Дмитриева // Строительство и реконструкция. 2015. № 5 (61). С. 40-46.
3. Травуш В.И., Колчунов В.И., Дмитриева К.О. Устойчивость сжатых стержней из древесины при одновременном проявлении силового и средового воздействия / В.И. Травуш, В.И. Колчунов, К.О. Дмитриева // Строительная механика и расчет сооружений. 2016. № 2 (265). С. 50-53.
4. Травуш В.И., Колчунов В.И., Дмитриева К.О. Экспериментально-теоретическое исследование прочности и устойчивости сжатых стержней из древесины при силовом и средовом воздействии / В.И. Травуш, В.И. Колчунов, К.О. Дмитриева // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2016. № 3 (363). С. 280-285.
5. Пятикрестовский, К.П. Нелинейные деформации статически неопределимых деревянных конструкций [Текст]/ К.П. Пятикрестовский, Х.С. Хунагов// Известия высших учебных заведений. Строительство. - 2013. - № 2. - С. 31-30.
6. Пятикрестовский, К.П. О программировании нелинейного метода расчета деревянных конструкций [Текст]/ К.П. Пятикрестовский, В.И. Травуш//Academia. Архитектура и строительство. - 2015. - № 11-12. - С. 115-119.
7. Сморчков А.А., Кереб С.А., Дубраков С.В.Учет длительного нагружения в расчетах деревянных конструкций/ А.А. Сморчков, С.А. Кереб, С.В. Дубраков//Промышленное и гражданское строительство. 2017. № 3. С. 64-66.
8. Дубраков С.В., Сморчков А.А. Методика исследования длительной прочности древесины/С.В. Дубраков, А.А. Сморчков//В сборнике: Инженерные кадры - будущее инновационной экономики России. Материалы Всероссийской студенческой конференции: в 8 частях. 2015. Ч.5. С. 66-*68.*
9. Сморчков А.А., Кереб С.А., Дубраков С.В.Влияние длительной эксплуатации на несущую способность деревянных элементов/ А.А. Сморчков, С.А. Кереб, С.В. Дубраков//Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 6-2 (48). С. 137-139.
10. Сморчков А.А., Кереб С.А., Орлов Д.А., Барановская К.О. Влияние коэффициента вариации на надежность строительных конструкций/ //Известия Юго-Западного государственного университета. 2013. № 5 (50). С. 164-167.
11. Сморчков А.А., Орлов Д.А., Барановская К.О., Дубраков С.В. Биопозитивные элементы для деревянного домостроения из древесных отходов/ А.А.Сморчков, С.А. Кереб, Д.А.Орлов, К.О.Барановская, С.В.Дубраков// Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2014. № 3 (7). С. 50-55.

МОНОГАРОВА АЛИНА АЛЕКСАНДРОВНА, студент
КЛИМЕНКО ДАРИНА ИГОРЕВНА, студент
ЮРАКОВА ТАТЬЯНА ГЕННАДЬЕВНА, к.т.н., доцент
Россия, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
e-mail: al.monogarova@mail.ru, ohiko27@gmail.com, tatjana.2006@mail.ru

ЭКОЛОГИЧНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Использование теплоизоляционных материалов является неотъемлемой частью современного строительства, так как позволяет сохранять тепло в помещении и экономить топливо. В связи с существующей тенденцией повышения экологичности материалов, немалое внимание уделяется и инновационным решениям в сфере теплоизоляции. Характеристика и актуальность использования некоторых экологичных теплоизоляционных материалов будут рассмотрены в данной статье.

Ключевые слова: теплоизоляция, теплоизоляционные материалы, экологичные материалы.

При строительстве жилых помещений, трубопроводов, тепловых агрегатов и промышленного оборудования одним из важнейших пунктов является использование теплоизоляционных материалов. Они представляют собой элементы конструкции, которые выполняют роль основного термического сопротивления и уменьшают процесс теплопередачи. Такие материалы отличает высокая пористость и, следовательно, малая плотность и теплопроводность. Применение теплоизоляционных материалов в строительных и конструкторских работах позволяет снизить денежные затраты и сделать конструкции более экологичными. Уменьшается расход строительных материалов, так как снижается масса и толщина стен и других ограждающих конструкций. Вследствие сохранения тепла в помещении, уменьшается расход топлива. За последние годы появилось много новых материалов, имеющих более низкие показатели теплопроводности и являющихся безопасными для окружающей среды.

Оценка экологической безопасности материала представляет собой сложный многоуровневый процесс. Оценивается не только влияние самого материала, но и весь его жизненный цикл: добыча, изготовление сырья, уничтожение, захоронение или повторное использование.

Экологическая оценка нагрузок строительных материалов на окружающую среду должна проводиться по пяти составляющим биосферы: атмосфере, гидросфере, литосфере (почве, сырью), энергии и биотическим компонентам (включая человека). При экологической оценке материалов необходимо учитывать негативные воздействия, приводящие к обострению глобальных экологических проблем, таких как парниковый эффект, повреждение озонового слоя, загрязнение почв, истощение ресурсов и т.д.

К негативным экологическим эффектам по жизненному циклу материала относят: истощение ресурсов; загрязнение атмосферы; загрязнение водной

среды; уничтожение почвенного покрова; изменение ландшафта; возникновение техногенных ландшафтов; опасное шумовое загрязнение; образование отходов; нарушение природного равновесия в экосистеме; уничтожение, деградация, угнетение растительности; ликвидация мест гнездовий птиц; распугивание животных; изменение напряженного состояния пластов Земли и пр. прямые и косвенные эффекты. При оценке жизненного цикла материала обязательно учитывается также комплекс нагрузок на окружающую среду и человека за счет транспортировки материала. Предпочтение отдается местным строительным материалам, произведенным в непосредственной близости от добычи сырья, и т.п. [1]. Такой подход показывает, что лишь небольшое количество материалов может быть признано экологически чистыми и безопасными. Современные технологии позволяют находить производственные решения, приближающие качество теплоизоляционных материалов к желаемому результату.

Льняной утеплитель. Лен в чистом виде не подходит для отделочных работ из-за быстрого сглаживания, что приводит к быстрой износке монтажных плит. Чтобы устранить данный недостаток, при производстве утеплителя добавляют небольшую часть полиэфирных волокон, которые делают материал упругим, обеспечивает ему объем. При производстве волокна подвергают термической обработке, для удаления бактерий. По своим характеристикам льняные плиты схожи с минеральной ватой и стекловатой, но намного безопаснее последних. Утеплитель производится преимущественно из экологически чистых материалов, поэтому в процессе эксплуатации не выделяет вредных веществ, пыли. Соответственно, не вызывает аллергических реакций, не имеет ограничений по применению, в отличие от минерального аналога. Не выделяет формальдегиды и хлорсодержащие флюоритные углероды. Материал нетоксичен, при возможном возгорании не выделяет ядовитых веществ. Утеплитель отличается высокой огнестойкостью, которую обеспечивает природа его происхождения и обработка особыми веществами – антипиренами. Утеплители из льна не накапливают лишнюю влагу, поэтому нет необходимости проводить пароизоляцию стен. Главное, материал имеет высокие показатели теплоемкости, звукопоглощения и легко подвергается переработке для вторичного использования [2]. В таблице 1 представлена сравнительная характеристика льняного утеплителя и его минерального аналога.

Процесс изготовления утеплителя имеет следующий вид. Для изготовления используют короткое волокно, льняной очес, волокнистые отходы с прядильных фабрик. Составляющие скрепляются между собой легкоплавким полимером. Сформированная плита проходит термофиксацию, охлаждается, разделяется на нужные размеры и упаковывается. В конструкцию вводится перфорированная металлизированная пленка, которая, обеспечивает "эффект термоса", отражая тепловые лучи.

Таблица 1 - сравнительная характеристика льняного утеплителя и минерального аналога

Показатель	Льняной утеплитель	Минеральный аналог
Плотность, кг/м^3	25-30	30
Коэффициент теплопроводности, W/m-K	0.034	0.04
Прочность на сжатие, МПа	0.04	0.05
Коэффициент звукопоглощения:		
Низкочастотный	0.25	0.18
Среднечастотный	1.0	0.76
Высокочастотный	1.96	0.79
Теплоемкость, j/kgK	1500	800
Срок службы	Не менее 75 лет	15-40 лет
Состав	85% лен,15% термоскреп - ляющее волокно	Минеральное волокно (расплав доменных волокон шлаков на фенольном связующем)
Ограничения по применению, недостатки	Нет	Монтаж при влажной погоде запрещен, образование конденсата, контакт вызывает аллергию и раздражение, дорогостоящая утилизация

Достижение оптимального влажно-теплового режима обеспечивается сочетанием полых волокон с льняными. Входящий в состав утеплителя лен, имеет высокие антибактерицидные свойства, а влагопоглощение и влагоотдачу на уровне натуральной кожи. Плиты могут быть кашированны покровными материалами, такими как алюминиевая фольга, стеклохолст и прочее. Это позволяет сократить утечку воздуха [3]. Таким образом, льняные плиты на сегодняшний день занимают одну из главенствующих позиций в сфере теплоизоляции и активно применяются в экологически безопасном строительстве.

Другим инновационным видом теплоизоляции на строительном рынке является жидкая теплоизоляция. Это особый лакокрасочный материал, который при высыхании образует энергосберегающее покрытие. Он изготавливается на водной или акриловой основе, состоит из алюминиевых или стеклянных микросфер, внутри которых разреженный воздух. После полимеризации образуется плотная структура с низкой теплопроводностью и высокой гидроизоляцией. Материал очень прост в эксплуатации, хорошая адгезия почти к любой поверхности. После высыхания, образуется ровная эластичная поверхность. Препятствует появлению коррозии, выступает также в качестве гидроизолятора. Снижает нагрузку на фундамент здания. Структура утеплителя позволяет достичь поразительных результатов. Утеплитель способен отражать 95 % солнечных и ультрафиолетовых лучей. Таким образом, при отделке жидкой изоляцией снижение расходов на ото-

пление может достигать 30%. Это позволяет экономить топливные ресурсы, что особенно важно в настоящее время [3].

Еще одним, достойным внимания материалом является эковата. Ее изготавливают из продуктов вторичной переработки бумаги, добавляя туда древесное волокно. В составе отсутствуют синтетические вещества. Данный материал обладает низкой теплопроводностью и хорошо поглощает шум. Он способен накапливать и отдавать влагу. Применение борной кислоты позволяет избежать появления в утеплителе насекомых, грызунов. При возгорании не вспыхивает, а только тлеет. Данный материал очень прост в изготовлении, а так как его основой является переработанные бумажные отходы, является не просто безопасным, а даже полезным с экологической точки зрения.

Существуют еще другие теплоизоляционные материалы, способные повысить экологичность строительства. Не смотря на это, проблема разработки безопасных материалов остается все еще актуальной, так как разнообразие строительных и конструкторских работ требует различных видов теплоизоляционных материалов.

Список литературы

1. В.П. Князева. Экология. Основы реставрации. – М.: Архитектура-С, 2005. – 400 с.
2. Бобров Ю.Л., Овчаренко Е.Г., Шойхет Б.М., Петухова Е.Ю. Теплоизоляционные материалы и конструкции. – М.: ИНФРА-М, 2003г. – 268с.
3. Кудяков А.И., Белых С.А., Лебедева Т.А. Стеновые теплоизоляционные материалы и изделия из наполненных пеностекольных композиций. Томск: Изд-во Томского гос. архит.-строит. ун-та, 2016. — 192 с.
4. Жуков А.Д. Технология теплоизоляционных материалов: учебн. пос. Ч. 2. Теплоэффективные строительные системы / ГОУ ВПО Моск. гос. строит. ун-т.– М.: МГСУ, 2011. – 248 с.

НЕСТЕРОВА МАРИЯ КИРИЛЛОВНА
ПЕРЕСЕКИН ПЕТР КОНСТАНТИНОВИЧ
ВОЕЙКО ОЛЬГА АЛЕКСАНДРОВНА
Россия, г.Королёв, Технологический университет
uni.nst@bk.ru, olga_voeyko@mail.ru

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ НА КАЧЕСТВО БЕТОННОЙ СМЕСИ

Строительство выполняется в условиях сжатых сроков, жёстких требований строительных норм и правил. Для обеспечения выполнения работ с высокой скоростью и должным качеством в бетоны вводят различные добавки, позволяющие выполнять бетонирование зимой, достичь высоких показателей не только по прочности, но и по водонепроницаемости и морозостойкости. Многие применяемые сегодня в строительстве добавки в бетон являются комплексными, повышающими сразу несколько показателей бетонных смесей. Одной из новых комплексных добавок посвящена данная статья.

На предприятии ООО «НСТ» была разработана новая комплексная добавка, влияние которой на основные характеристики бетона необходимо определить. Основной задачей лаборатории было найти оптимальную дозировку комплексной добавки, которая обеспечивала бы максимальную прочность бетонной смеси.

Для испытаний было изготовлено 20 образцов-кубов бетона размером 10х10 см, марки М350 с различным процентом дозировки комплексной добавки (0%, 0,5%, 1%, 1,5% и 2%). По истечению 28 суток на гидравлическом прессе были проведены испытания. Результаты испытания образцов-кубов на прочность представлены в табл. 1.

Таблица 1 - Результаты испытаний бетона марки М350 на прочность, кН

№ испытания	Количество добавки от массы цемента				
	0%	0,5%	1%	1,5%	2%
1	324,8	330,5	369,5	307,5	278,3
2	313,7	340,2	374,1	312,8	279,6
3	320,3	341,7	368,4	324,8	274,7
4	311,2	329,4	367,8	304,9	272,0

Прочность бетона на сжатие R, МПа, вычисляют по формуле[1]:

$$R = \alpha \frac{F}{A},$$

Длина ребра куба: A = 10 см;

Масштабный коэффициент при испытании на сжатие образца куба с ребром 10 см: $\alpha = 0{,}95$;

$$R_1(0\%) = 0{,}95 \cdot \frac{324{,}8}{10} = 30{,}86;$$ $$R_2(0\%) = 0{,}95 \cdot \frac{313{,}7}{10} = 29{,}80;$$

$$R_3(0\%) = 0{,}95 \cdot \frac{320{,}3}{10} = 30{,}43;$$ $$R_4(0\%) = 0{,}95 \cdot \frac{311{,}2}{10} = 29{,}56;$$

$$R_1(0{,}5\%) = 0{,}95 \cdot \frac{330{,}5}{10} = 31{,}40;$$ $$R_2(0{,}5\%) = 0{,}95 \cdot \frac{340{,}2}{10} = 32{,}32;$$

$$R_3(0{,}5\%) = 0{,}95 \cdot \frac{341{,}7}{10} = 32{,}46;$$ $$R_4(0{,}5\%) = 0{,}95 \cdot \frac{329{,}4}{10} = 31{,}29;$$

$$R_1(1\%) = 0{,}95 \cdot \frac{369{,}5}{10} = 35{,}10;$$ $$R_2(1\%) = 0{,}95 \cdot \frac{374{,}1}{10} = 35{,}54;$$

$$R_3(1\%) = 0{,}95 \cdot \frac{368{,}4}{10} = 35{,}00;$$ $$R_4(1\%) = 0{,}95 \cdot \frac{367{,}8}{10} = 34{,}94;$$

$$R_1(1{,}5\%) = 0{,}95 \cdot \frac{307{,}5}{10} = 29{,}21;$$ $$R_2(1{,}5\%) = 0{,}95 \cdot \frac{312{,}8}{10} = 29{,}72;$$

$$R_3(1{,}5\%) = 0{,}95 \cdot \frac{368{,}4}{10} = 35{,}00;$$ $$R_4(1{,}5\%) = 0{,}95 \cdot \frac{367{,}8}{10} = 34{,}94;$$

$$R_1(2\%) = 0{,}95 \cdot \frac{369{,}5}{10} = 26{,}44;$$ $$R_2(2\%) = 0{,}95 \cdot \frac{374{,}1}{10} = 26{,}56;$$

$$R_3(2\%) = 0{,}95 \cdot \frac{368{,}4}{10} = 26{,}10;$$ $$R_4(2\%) = 0{,}95 \cdot \frac{367{,}8}{10} = 25{,}84;$$

В табл. 2 и на рис. 1 представлены расчетные результаты прочности бетона на сжатие. Для бетона марки М350, минимальная регламентируемая прочность составляет 327,42 кгс/см2 (32,1 МПа).

Таблица 2 - Прочность бетона на сжатие R, МПа

№ испытания	Количество добавки от массы цемента				
	0%	0,5%	1%	1,5%	2%
1	30,86	31,40	35,10	29,21	26,44
2	29,80	32,32	35,54	29,72	26,56
3	30,43	32,46	35,00	30,86	26,10
4	29,56	31,29	34,94	28,97	25,84
Среднее арифметическое	**30,16**	**31,87**	**35,15**	**29,69**	**26,24**

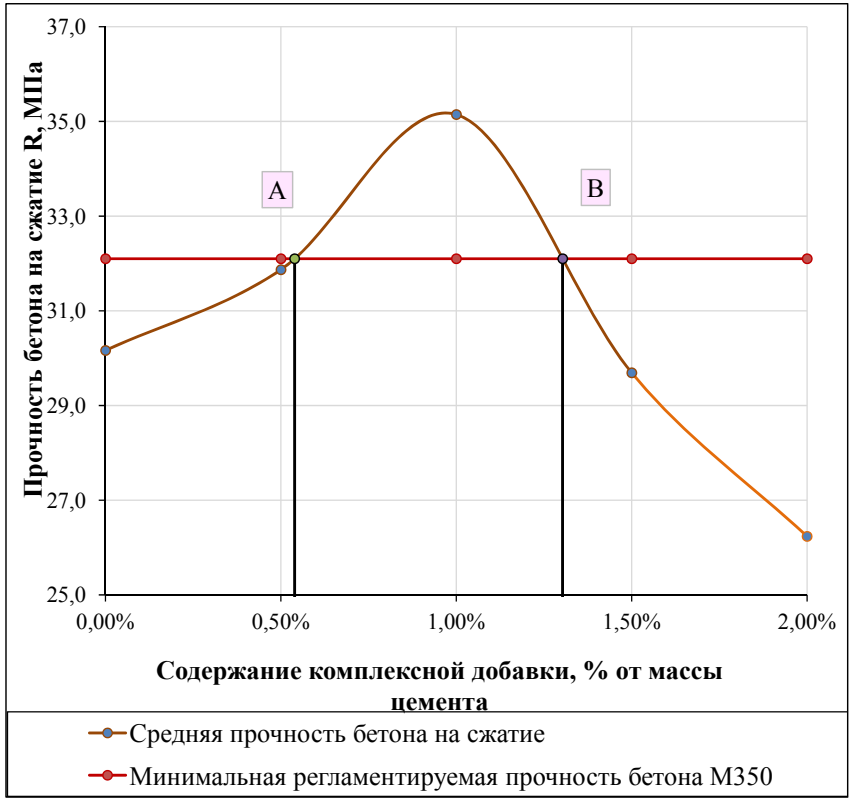


Рисунок 1 - Точечная диаграмма прочности бетона на сжатие при процентном соотношении комплексной добавки

Точки А и В – пересечение экспериментальной кривой и требования норматива. Значит при количестве добавки от 0,58% до 1,36% от массы цемента обеспечивается требуемая прочность. Однако, максимальная прочность достигается при 0,98% добавки.

Следовательно, в качестве оптимального процента дозировки добавки рекомендуется использовать 0,98 % от веса цемента.

Список литературы

1. Акимова Т.Н., Васильев Ю.Э. Цементный бетон/ Учебное пособие. - М.: МАДИ, 2007. - 146 с.

НОВИК ВАЛЕРИЯ СЕРГЕЕВНА
Белгородский государственный технический университет им. В.Г. Шухова
wal.now@yandex.ru

ПРИРОДООХРАНИТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ КОМБИНАТОВ

В данной статье рассматривается проблема воздействия горно-металлургических предприятий на состояние окружающей среды. Были выявлены основные факторы негативного влияния деятельности горно-металлургических комбинатов со стороны атмосферы, гидросферы, литосферы. Рассмотрены мероприятия по природоохранительной деятельности комбинатов.

Защита окружающей среды от вредных выбросов в настоящее время стала одной из острейших проблем современности. Неизбежный рост промышленного производства и дальнейшее увеличение выбросов вредных веществ в атмосферу уже привели к определенным изменениям окружающей природной среды, в том числе неблагоприятным, заключающимся главным образом в загрязнении биосферы.

Промышленные предприятия в особенности горно-обогатительные комбинаты в рамках производственной деятельности оказывают негативное влияние на окружающую среду. Если в первые годы существования многих комбинатов на первом плане были производственные и экономические показатели, то на сегодняшний день ни один проект, ни одна технология не внедряется без учета влияния на окружающую среду.

Так, например, на Михайловском ГОКе принят проект строительства дробильно-конвейерного комплекса, который позволит повысить качество магнетитового концентрата посредством сокращения коэффициента вскрышки. Это позволит увеличить выход полезного компонента продукции, снизить парк автотехники. Также Михайловский ГОК вводит в эксплуатацию крупнейший в России комплекс по производству окатышей — обжиговую машину №3. Деятельность данного комплекса не только увеличит производственные мощности предприятия на 5 мил. тон в год и повысит долю продукции с высокой добавленной стоимостью, но и уменьшит негативное воздействие на окружающую среду посредством установки электрофильтров, которые увеличат степень отчистки воздушного потока до 95% [1].

Горно-обогатительные комбинаты активно ведут деятельность по разработке и внедрению технологий, позволяющих более рационально использовать ресурсы; снижать нагрузку на экологию. Так, была успешно была успешно решена многолетняя проблема – оседание пыли от взрывов на территории города – за счет применения эмульсионных взрывчатых веществ и измерения технологии буровзрывных работ.

В процессе производственной деятельности комбинатов образуется немалая часть отходов. В основном это пустая и вскрышная породы, различные железосодержащие шламы, хвосты, золошлаковые отходы. Часть отходов складируются на оборудованных полигонах или передается специализированным организациям с переходом права собственности на дальнейшую утилизацию.

Другая часть идет на переработку. Отходы технологии мокрой магнитной сепарации используются для строительства ограждающих сооружений хвостохранилища, а щебень, полученный в ходе магнитной сепарации – на строительство автодорог. Рыхлая вскрышка применяется для хозяйственных нужд и производства кирпича.

С целью защиты атмосферного воздуха проводится комплекс работ по снижению пыления хвостохранилища. Это достигается путем постоянного увлажнения водой или связывающей жидкостью. Также проводят работы по орошению водой экскаваторных забоев и автодорог в карьере. Для этого устанавливают гидропоезд с цистернами и платформой, на которой установлены гидромониторы. Время полива составляет от 15 до 80 мин. С расходом воды 70-110 кубических метров. Через определенный период проводится реконструкция систем газоочистки сушильных барабанов и аспираторных систем [2].

Строгий контроль за состоянием двигателей всего парка горно-транспортного оборудования позволяет снизить расход горючего и уменьшить объем выбросов загрязняющих веществ.

В рамках программы по охране водных ресурсов строят ограждающие сооружения хвостохранилища, проводят системную реконструкцию насосных станций по перекачке дренажных вод, реконструкцию очистных сооружений управления автомобильного транспорта и ливневой канализации на территории комбинатов.

С целью рационального использования природных ресурсов комбинаты вводят в эксплуатацию систему оборотного технического водоснабжения производственных помещений. Сущность системы состоит в повторном использовании водного ресурса после его отчистки, охлаждения или подогревания. При этом исключается сброс загрязненной воды в природные источники [3].

В целях соблюдения установленных нормативов воздействия производственной деятельности на окружающую среду комбинаты проводят производственный экологический контроль. Специалисты технологических лабораторий строго отслеживают состояние воды, сбрасываемой в поверхностные водные объекты; осуществляет контроль почв в местах размещения отходов и на территории промышленных площадок; состояние атмосферного воздуха. Лаборанты оценивают качество атмосферного воздуха путем определения концентрации примесей и сравнении ее с предельно допустимой концентрацией (ПДК), установленной в Законе "Об охране атмосферного воздуха". При концентрации примесей менее ПДК состояние атмо-

сферного воздуха считается удовлетворительным. Для выбросов вредных веществ в атмосферу применяют специально установленный норматив предельно допустимых выбросов – ПДВ [4].

С целью проведения независимой объективной оценки состояния окружающей среды регионов присутствия, выявления различных факторов загрязнения создаются некоммерческие лаборатории экопоста. Сотрудники данной лаборатории проводят мониторинг состояния окружающей среды регионов присутствия.

В оценки влияния производственной деятельности на окружающую среду комбинаты нередко сотрудничают с ведущими научными институтами страны. В разные годы экологические проекты осуществляли НИИ КМА, Институт динамики геосфер РАН, НИИ радиационной гигиены и другие.

Немало важным является и участие комбинатов в конкурсах на получение премий и наград в области природоохранительной деятельности среди промышленных предприятий, таких как «Экологичное развитие – Evolution Awards». Это стимулирует предприятия на разработку и внедрение инновационных проектов по снижению негативного воздействия на окружающую среду.

На горно-обогатительных комбинатах разрабатывают и внедряют экологическую систему менеджмента на соответствие ISO 14001 в составе интегрированной системы совместно с системами менеджмента качества, безопасности труда и охраны здоровья. В соответствие с требованиями данного стандарта разрабатывается и утверждается единая политика в области качества, экологии, безопасности труда и охраны здоровья. На основе данной политики также составляется программа мероприятий по снижению негативного воздействия предприятия на окружающую среду. Каждые 3 года проходит ресертификация экологической системы менеджмента с организацией работ по внешнему аудиту и анализом ее результативности независимой стороной, что позволяет объективно оценить эффективность мероприятий комбината по охране окружающей среды [5].

Современная природоохранительная деятельность горно-обогатительных комбинатов имеет комплексный характер. Комбинаты реализуют целый комплекс инновационных проектов, направленных на решение экологических задач при постоянном внутреннем экологическом контроле в соответствии с экологической системой менеджмента.

Список литературы

1. Интернет-сайт «Металлоинвест» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.metalloinvest.com. (Дата обращения: 4.12.2017).
2. Андоньев С.М. Пыле-газовые выбросы предприятий черной металлургии. М.: Металлургия, 2011. 199 с.
3. Аксенов В. И., Замктнутые системы водного хозяйства металлургических предприятий. М.: Металлургия, 2006, 96 с.
4. Израэль Ю.А. Проблемы охраны природной среды и пути их решения. Л.: Гидрометиоиздат. 2011. 213 с.
5. Никитин Д.П. Окружающая среда и человек. М.: Высшая школа. 2010. 424 с.

ОСПИЩЕВ ДЕНИС ВЛАДИМИРОВИЧ
Россия, Курск, Юго-Западный государственный университет
ospishev.95@mail.ru

ПРОГИБ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК СОСТАВНОГО ДВУТАВРОВОГО ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНЫХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ

Рассматривается нелинейные свойства древесины при прогибе в трех стадиях деформирования. Используется метод длительного модуля деформации. Приводится алгоритм нахождения относительных деформаций по результатам расчета. Представлена зависимость нелинейного модуля деформации.

Для древесины при достаточно высоких уровнях напряжений характерна сложная нелинейная ползучесть. Ввиду всех характеристик применим к ней метод А.Р. Ржаницына [1], позволяющий учитывать сложность процесса деформирования древесины во времени с помощью разбиения этого процесса на три стадии и замены сложной нелинейной связи между напряжениями и деформациями кусочно-линейными зависимостями, удовлетворяющими условию неразрывности деформаций, напряжений и скоростей деформирования при переходе от одной его стадии к другой [2,3,4].

При достижении максимальной относительной деформации происходит переход между стадиями, он является для каждой стадии критический.

Для первой стадии относительный модуль деформации равняется:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 = \frac{\sigma}{H} = const; \quad (1)$$

для второй стадии

$$\varepsilon = \varepsilon_2 = \frac{\sigma_{пп} - \sigma_{дл}}{B} = const, \quad (2)$$

где $\sigma_{дл}$ – длительный предел прочности древесины;

$\sigma_{пп}$ – кратковременный предел прочности древесины;

H – константа, имеющая физический смысл временного модуля деформации; $H = (0.6 \div 0.75)E_0$;

B – константа, имеющая смысл модуля деформации при критическом нарастании деформаций;

E_0 - мгновенный начальный модуль деформации.

В работах Ю.М. Иванова [5,6] исследуется поведение древесины во всех трех стадиях. В области линейной ползучести при σ=const он предложил зависимость [7]:

$$\varepsilon(t) = \varepsilon(t_0)(1 + bt^{0.21}), \quad (3)$$

где

$$b = \frac{10^{-2}}{0.735 - 0.02086W}; \quad (4)$$

W – влажность древесины, %.

Если $\sigma < \sigma_{дл}$, то деформации не превышает величины $\varepsilon_1 = \frac{\sigma_{дл}}{H}$ независимо от продолжительности действия нагрузки, и вторая стадия деформирования не наступает. В том же случае, если $\sigma > \sigma_{дл}$, то через некоторое время t_1 деформации превосходят величину ε_1, и начинается вторая стадия деформирования [8].

Время перехода во вторую стадию деформирования t_1 определяется формуле:

$$t_1 = \frac{E_0 n}{H} ln \frac{\sigma(E_0 - H)}{(\sigma - \sigma_{дл})E_0}, \quad (5)$$

где n – время релаксации;

σ – напряжения (текущие).

При $\sigma > \frac{E_0}{H}\sigma_{дл}$ деформирование начинается сразу со второй стадии.

При ступенчатом изменении нагрузки уравнения (2) примет вид: Во второй стадии деформирования кривая ползучести выражается формулой [8]:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma_{дл}}{H} + \frac{\sigma_0 - \sigma_{дл}}{nE_0}(t - t_1) + \sum_{i=0}^{k} \frac{\Delta\sigma_i}{nE_0}(t - t_i). \quad (6)$$

Время перехода в третью стадию деформирования t_2определяется по формуле:

$$t_2 = t_1 + nE_0 \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{\sigma - \sigma_{дл}}. \quad (7)$$

Во второй стадии деформирования кривая ползучести выражается формулой:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma - \sigma_{дл}}{B} e^{\frac{B(t - t_2)}{nE_0}} - \frac{\sigma - \sigma_{пп}}{B}. \quad (8)$$

Длительный модуль деформации для линейной ползучести определяется по формуле:

$$E_{дл}(t_0, t) = \left[\frac{\varepsilon(t_0)(1 + b(t - t_0)^{0.21})}{\sigma(t)} + \sum_{i=1}^{k} \frac{\Delta\varepsilon_i}{\sigma(t)}(1 + b(t - t_i)^{0.21})\right]^{-1}. \quad (9)$$

Для второй стадии деформирования длительный модуль деформации определяется по формуле:

$$E_{дл}(t_0, t) = \left[\frac{\sigma_{дл}}{H\sigma(t)} + \frac{\sigma_0 - \sigma_{дл}}{nE_0\sigma(t)}(t - t_1) + \sum_{i=1}^{k} \frac{\Delta\sigma_i}{\sigma(t)nE_0}(t - t_i)\right]^{-1}. \quad (10)$$

Длительный модуль деформации для третей стадии деформирования равен:

$$E_{дл}(t_0, t) = \left[\frac{\sigma - \sigma_{дл}}{B\sigma} e^{\frac{B(t - t_2)}{nE_0}} - \frac{\sigma - \sigma_{пп}}{B\sigma}\right]^{-1}. \quad (11)$$

Были проведены испытания составных деревянных балок двутаврового поперечного сечения в лаборатории ЮЗГУ (рис. 1) при действии длительных нагрузок.

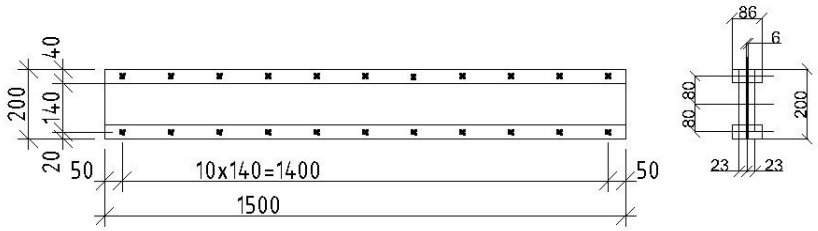


Рисунок 1 – Конструкция экспериментального образца

По результату эксперимента и расчета по предложенной методике были найдены значения длительного модуля деформации $E_{дл}$ на каждой стадии деформирования (рис.2).

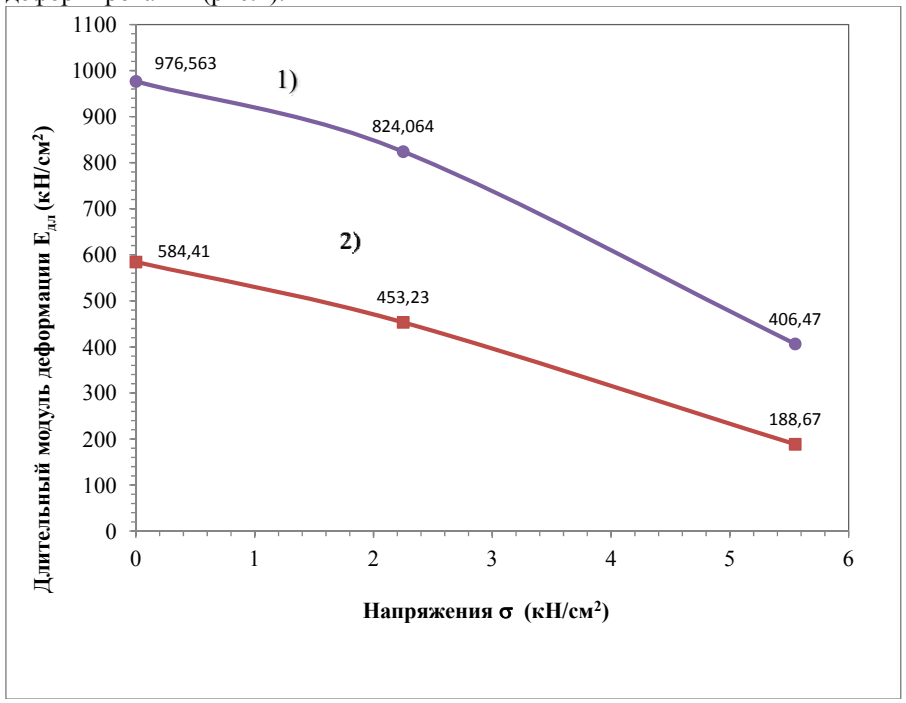


Рисунок 2 – График зависимости длительного модуля деформации от уровня действующих напряжений

1) – по данным теоретического расчета; 2) – по результатам эксперимента

Выводы

Сравнивая экспериментальные значения с теоретическими, на (рис.2) видно, что экспериментальный модуль деформации меньше теоретического. Эта зависимость указывает на возникновение дополнительных напряжений в балке. Данная теория выдвинута для дальнейшего исследования.

В результате исследования составной деревянной балки двутаврового сечения на прогиб с учетом нелинейных свойств древесины, были найдены критические деформаций для каждой стадии ползучести древесины. Данный алгоритм расчета, учитывающий длительный модуль деформирования, подходит для составных деревофанерных балок

Список литературы

1. Линьков В. И. Моделирование работы деревянных балок составного сечения на податливых связях с применением теории составных стержней А.Р. Ржаницына //Строительная механика и расчет сооружений. 2011. -№ 5, -С. 30–35.

2. Сморчков А.А. Влияние коэффициента вариации на надежность строительных конструкций/ А.А. Сморчков, С.А. Кереб, Д.А. Орлов, К.О. Барановская// Известия Юго-Западного государственного университета. 2013.- № 5 (50), - С. 164-167.

3. Травуш В.И. Длительная прочность и устойчивость сжатых стержней из древесины [Текст]/В.И.Травуш, В.И. Колчунов, К.О. Дмитриева//Строительство и реконструкция, 2015. - №5, - С. 40-46.

4. Сморчков А.А. Учет длительного нагружения в расчетах деревянных конструкций/ А.А. Сморчков, С.А. Кереб, С.В. Дубраков// Промышленное и гражданское строительство. 2017. -№ 3, -С. 64-66.

5. Травуш В.И. Устойчивость сжатых стержней из древесины при одновременном проявлении силового и средового воздействия [Текст]/В.И.Травуш, В.И. Колчунов, К.О. Дмитриева// Строительная механика и расчет сооружений, 2016. -№ 2 (265), - С. 50-53.

6. Пятикрестовский, К.П. О программировании нелинейного метода расчета деревянных конструкций [Текст]/ К.П. Пятикрестовский, В.И.Травуш//Academia. Архитектура и строительство. - 2015. - № 2. - С. 115-119.

7. Вареник, К.А. О ползучести древесины / К.А.Вареник, А.С.Вареник // Современные проблемы науки и образования- 2014- №2. - С. 47-51.

8. Пятикрестовский, К.П. Нелинейные деформации статически неопределимых деревянных конструкций / К.П.Пятикрестовский, Х.С.Хунагов // Известия вузов. Строительство. - 2013. - №11-12. - С. 21-30.

ОЧКАСОВА ДИАНА ВАЛЕРЬЕВНА
Россия, г.Курск, Юго-Западный государственный университет
dianaochkasova@mail.ru

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА СРЕДОВЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

В статье описан анализ процесса средовых повреждений в железобетонных конструкциях.

Строительство, железобетон, коррозия, средовые повреждения.

За долгий жизненный цикл здания в нем накапливается многочисленные несиловые повреждения, подводящие к концу срок их службы.

Считается, что если использовать железобетон надлежащего состава, выбрать правильно конструктивные элементы, использовать в случае необходимости защитные мероприятия и качество строительных работ при возведении сооружения будет высокое, то такие сооружения будут долговечными.

Однако железобетон – материал не универсальный. И каждый год возникает необходимость оценки состояния железобетонных конструкций с средовыми повреждениями. Из-за актуальности этой проблемы труды многих ученых были направлены на ее решение: С.Н. Алексеева, Д.О. Астафьева, В.И. Бабушкина, В.Г. Батракова, В.В. Болотина, В.М. Бондаренко С.В. Бондаренко, Г.А. Гениева, Е.А. Гузеева, Б.В. Гусева, В.А. Игнатьева, А.В. Забегаева, В.А. Клевцова, В.И. Колчунова, Д.Н. Лазовский, В.И. Майорова, А.П. Мельчакова, А.И. Попеско, Н.Н. Попова, А.Р. Ржаницына, В.И. Римшина, Р.С. Санжаровского, В.С. Федорова, С.Ф. Чернышева, В.П. Чиркова, А.Л. Шагина и других ученых.

Коррозия бетона – процесс падения прочности или разрушения бетонных и железобетонных конструкций, связанных с агрессивным воздействием окружающей среды.

В.М. Москвиным [3] была сделана классификация коррозионных процессов, в которой выделены 3 основных вида коррозии бетона.

К первому виду относятся коррозии, возникающие в бетоне под действием мягких вод, когда составляющие цементного камня растворяются и уносятся водой. Этот процесс протекает с различной скоростью. В плотных бетонах он может растянуться на несколько десятилетий. Если через бетон начнется процесс фильтрации, то разложение составляющих бетона ускоряется.

Коррозия второго вида объединяет процессы, которые развиваются в бетоне при действии вод, содержащих химические вещества с составляющими цементного камня. В результате в теле бетона образуются легкорастворимые продукты и аморфные массы, не обладающие вяжущей способностью.

Третий вид коррозии связан с образованием в порах бетона расширяющихся кристаллов, что способствует возникновению напряжений, приводящих к разрушению структуры бетона.

Кроме основных видов коррозии отмечаются и другие, к которым относятся морозные циклы, морское и солевое разрушение.

Степень агрессивного воздействия среды на бетон зависит:

— для жидкой среды – от вида и составляющей агрессивного агента, температуры, плотности структуры бетона;

— для газовой среды – от температуры, влажности вида и концентрации газа;

— для твердой среды – от влажности эксплуатационной среды, растворимости в воде.

Наибольшую опасность для бетона и железобетона представляют жидкие среды, действующие на конструкцию кратковременно или постоянно.

В структуре бетона можно условно выделить следующие основные типы дефектов: макрополости, микрополости, ослабленные участки контактов цементного камня с поверхностью заполнителей и контакты зерен заполнителей без прослойки цементного камня.

Таким образом, в бетоне еще до приложения нагрузок имеются структурные дефекты и разрывы обуславливающие его пониженную прочность по сравнению с теоретически возможной.

Оценка меры накопления повреждений бетона можно принять априорную меру повреждений ψ, выразив ее через $\psi = \frac{R_{b,n} - R_{b,cr}}{R_{b,0} - R_{b,cr}}$.

В начале нагружения $R_{b,n} = R_{b,0}, \psi = 1$;

$R_{b,cr}$ – значение расчетного сопротивления бетона сжатию перед разрушением элемента, определяемое из условия $R_{b,cr} > R_{bf}$, где R_{bf} – расчетное сопротивление бетона сжатию при многократном повторяющихся нагрузках, вычисляемое по формуле $R_{bt} = m_{b1} R_b = 0{,}6 \beta_b \rho_b R_b$, где m_{b1} – коэффициент условий работы; R_b - расченое сопротивление бетона осевому сжатию при расчетах по предельным состояниям первой группы; β_b – коэффициент, учитывающий рост прочности бетона во времени; ρ_b – коэффициент, зависящий от асимметрии цикла повторяющихся напряжений $\rho_b = \frac{\sigma_{b,min}}{\sigma_{b,max}}$.

Коррозионное разрушение бетона на поверхности конструкции непосредственно связано с интенсивностью процессов, проходящих в толще бетона. Глубина поверхностного разрушения бетона является следствием снижения прочности бетона в конструкции.

В.М. Латыповым на основании лабораторных исследований и натурных обследований эксплуатирующихся объектов в различных агрессивных средах предложена методика расчета глубины коррозионного повреждения бетона [2].

$$\delta = m_1 m_2 m_3 \sqrt{Kt}$$

где m_1, m_2, m_3 – коэффициенты условий работы, учитывающие соответственно соотношение между глубиной проникновения CO_2 в бетон и глубиной коррозии, влияние плотности бетона, влияние температуры среды; K – константа скорости коррозии; t – расчетный рок эксплуатации.

Изучению процессов коррозии стальной арматуры в бетоне посвящены работы С.Н. Алексеева, А.И. Попеско, Н.К. Розенталя и др. [1, 4, 5].

По отношению к стальной арматуре агрессивными являются газовая среда и жидкая среда.

Процесс коррозии в железобетонных конструкциях может происходить по трем основным схемам:

1. коррозия арматуры начинается после разрушения защитного слоя бетона в результате механических повреждений (сколы, отколы бетона) и оголения стержней арматуры;
2. развитие коррозии начинается с арматуры, когда бетон не обладает достаточными защитными свойствами (недостаточная толщина защитного слоя), но и не разрушается под действием среды, которая не является по отношению к нему агрессивной;
3. коррозия арматуры развивается в результате атмосферных воздействий через трещины, которые появились в бетоне конструкции.

Список литературы

1. Алексеев, С. Н. Коррозийная стойкость железобетонных конструкций в агрессивной промышленной среде [Текст] / С. Н.Алексеев, Н. К. Розенталь. – М.: Стройиздат, 1976. – 208 с.
2. Латыпов, В. М. Долговечность бетона и железобетона в природных эксплуатационных средах [Текст] / В. М. Латыпов //Дис… доктора техн. наук. - С.- Пб., 1998. – 380 с.
3. Москвин, В. М. Коррозия бетона [Текст] / В. М. Москвин. – М.: Госстройиздат, 1952. – 344с.
4. Попеско, А. И. Работоспособность железобетонных конструкций, подверженных коррозии [Текст] / А. И. Попеско. – СПб.: Изд-во СПбГАСУ. 1996. – 182 с.
5. Розенталь, Н. К. Стойкость бетонов в газовой среде коллекторов сточных вод [Текст] / Н. К. Розенталь, Г. В. Чехний // Бетон и железобетон. — 2002.- №5. - С. 23.

ОЧКАСОВА ДИАНА ВАЛЕРЬЕВНА
Россия, Курск, Юго-Западный государственный университет
dianaochkasova@mail.ru

МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЖЕЛЕЗОБЕТОНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ КОРРОЗИИ

В статье рассматриваются методики расчета железобетонных элементов подверженных коррозии.

Строительство, железобетон, коррозия, средовые повреждения.

В работе В.М. Бондаренко, А.В. Боровских, С.В. Маркова, В.И. Римшина ресурс силового сопротивления центрально-сжатого железобетонного бруса, подверженного симметричному двухстороннему коррозионному повреждению.

1 вариант: неполное повреждение наружных слоев бетона

— прочность: $N_{np} = 2hR_0 \int_{x-\delta}^{x} (\sum_{i=0}^{3} a_i z^i)\, dz + b_1 h R_0 + \omega_s A_{s0} R_s$;

— жесткость: $D_{np} = 2h\delta E^{\text{ин}} + hb_1 E_{R_0}^{\text{вр}} + \omega_s A_{s0} R_s$,

— где интегральный модуль деформации переходной области при *m=0*:

$$E^{\text{ин}} = \frac{\int_{x-\delta}^{x} \left(\sum_{i=0}^{3} a_i z^i\right)^2 dz}{\int_{x-\delta}^{x} \sum_{i=0}^{3} a_i z^i dz} \cdot E_{R_0}^{\text{вр}}$$

2 вариант: полное разрушение наружных слоев бетона

— прочность: $N_{np} = 2hR_0 \int_{x-\delta}^{x-z^*} (\sum_{i=0}^{3} a_i z^i)\, dz + b_1 h R_0 + \omega_s A_{s0} R_s$;

— жесткость: $D_{np} = 2hE^{\text{ин}}(\delta - z^*) + hb_1 E_{R_0}^{\text{вр}} + \omega_s A_{s0} R_s$,

— где интегральный модуль деформации для бетона переходной области при *m=0:* $E^{\text{ин}} = \frac{\int_{x-\delta}^{x-z^*} \left(\sum_{i=0}^{3} a_i z^i\right)^2 dz}{\int_{x-\delta}^{x-z^*} \sum_{i=0}^{3} a_i z^i dz} \cdot E_{R_0}^{\text{вр}}$,

где $E^{\text{ин}}$ – интегральный модуль деформации переходной области; m – параметр кинетики повреждений, определяемый экспериментально; δ – глубина коррозионного повреждения, см; h – полная высота сечения, см; b – ширина сечения, см; x – высота сжатой зоны бетона конструкции; z^* - толщина полностью разрушенного слоя бетона сжатой зоны, см; A_{s0} – исходная площадь растянутой арматуры, см^2; $E^{вр}$ – кратковременный модуль деформации бетона, МПа; R_b – расчетная прочность растянутой арматуры, МПа; ω_s – коэффициент коррозионного повреждения растянутой арматуры; a_i – коэффициенты степенного ряда.

Не малый вклад в развитие методов расчета железобетонных конструкций подверженных агрессивному воздействию внес Е.А. Гузеев [1, 2, 3]. Разработал и экспериментально доказал, что внешние воздействия и коррозионные среды сильно влияют на напряженно-деформированное состояние и перераспределение усилий в стержневых железобетонных конструкциях.

С.И. Меркуловым [4] произведена работа по исследованию и разработке методов технического состояния строительных объектов, расчета железобетонных конструкций при силовом и коррозионном повреждении на повышение надежности долговечности, восстановлении и усиление сопротивления железобетонных конструкций:

— метод оценки нелинейных свойств бетона с применением обобщенного модуля деформаций, зависящего от уровня напряженного состояния и модуля деструктивных изменений, отражающего реологические уравнения бетона;

— экспериментально обоснованные критерии прочности и деформативности реконструированного железобетона с использованием полной диаграммы бетона и решение задачи определения напряженно-деформированного состояния рассматриваемого класса конструкций для различных вариантов нагружения;

— модель и метод оценки напряженно-деформированного состояния бетона около арматурной зоны при коррозионных повреждениях железобетонных конструкций.

Согласно его работе глубина поражения бетона при воздействии жидких агрессивных сред определяется по формуле:

$$\delta = \sqrt{2 \cdot \alpha_i \cdot l \cdot t^2} - l,$$

где a_i – агрессивность внешней среды к данному виду бетона, см/год; l - глубина агрессивного фронта, на котором происходит растворение исходной фазы.

В.М. Москвин [5] предлагает оценивать ресурс эксплуатации конструкции в агрессивных средах по формуле:

$$t_{\text{пр}} = \frac{t_{\text{об}} \cdot \delta^2}{(m_1 \cdot x_{\text{об}})^2} - t_{\text{об}},$$

где $t_{об}$, $t_{пр}$ – соответственно срок эксплуатации конструкции к моменту обследования и прогнозируемый срок эксплуатации; $x_{об}$ – глубина карбонизации бетона к моменту обследования.

Создана математическая модель изменения напряженно-деформированного состояния и устойчивости корродирующего железобетонного элемента в условиях кратковременного и длительного нагружений, позволяющая изучать параметры напряженно-деформированного состояния железобетонного элемента при последовательном развитии во времени процессов коррозии бетона и стальной арматуры.

В [7] содержится специальный раздел, в котором приводятся общие рекомендации по расчету существующих конструкций с учетом влияния условий эксплуатации. Согласно этим рекомендациям геометрические размеры сечения, армирование, прочность бетона и вид арматуры, прогибы конструкции и ширина раскрытия трещин, дефекты и повреждения, нагрузки, статическая схема конструкции должны быть установлены на основании натурных обследований.

В работе Е.Г. Пахомовой [6] предложена методика расчета изгибаемых железобетонных элементов с коррозионными повреждениями. Методика определения прочности изгибаемых железобетонных конструкций построена на основании следующих предпосылок:

— для средних деформаций бетона и арматуры справедлива гипотеза плоских сечений;

— прочность коррозионного повреждения бетона учитывается по всему фронту воздействия на поверхность конструкции агрессивной среды и определяется по формуле:

$R_{cr} = K_r(Z) \cdot R$, где $K_r(Z)$ – функция деградации бетона при коррозионных повреждениях;

— уравнение силового сопротивления бетона принято в соответствии с предложением В.М. Бондаренко, применимое к кратковременному действию нагрузки;

$$\sigma_b = K \cdot E_b \cdot \varepsilon \cdot e^{m \cdot \varepsilon};$$

— коррозионные повреждения арматуры учитываются уменьшением диаметра арматуры стержней, а возможное нарушение сцепление арматурных стержней с бетоном вследствие коррозии арматуры учитывается введением условного коэффициента.

$$R_{s,cr} = R_s \cdot a_{cr}.$$

В качестве дополнительных гипотез приняты уравнения равновесия, уравнения равенства линейных деформаций бетона и арматуры, уравнения равенства кривизны осей компонентов конструкции, подверженной коррозии.

Список литературы

1. Гузеев, Е. А. Особенности проектирования железобетонных конструкций, эксплуатируемых в растворах сернистого натрия [Текст] / Е. А Гузеев // Коррозионностойкие бетоны и железобетонные конструкции.- М., 1981. - С.102-110.

2. Гузеев, Е. А. Расчет железобетонных конструкций с учетом кинетики коррозии бетона третьего вида [Текст] / Е. А Гузеев, Н. В. Савицкий // Коррозионная стойкость бетона, арматуры и железобетона в агрессивных средах. — М., 1988. — С.16-19.

3. Гузеев, Е. А. Расчет напряженно деформированного состояния нормальных сечений железобетонных изгибаемых элементов с учетом кинетики сульфатной коррозии бетона [Текст] / Е. А Гузеев, Н. В. Савицкий, А. А. Тытюк. // Защита бетона и железобетона от коррозии. - М.: 1990. - С.59-65.

4. Меркулов, С. И. Конструктивная безопасность железобетонных элементов реконструированных зданий и сооружений: Дис… докт. техн. наук [Текст] / С. И. Меркулов – Орел, 2004. – 436 с.

5. Москвин, В. М. Коррозия бетона [Текст] / В. М. Москвин. – М.: Госстройиздат, 1952. – 344с.

6. Пахомова, Е.Г. Прочность изгибаемых железобетонных конструкций при коррозионных повреждениях [Текст]: дис. … канд.техн. наук./ Е.Г. Пахомова – Курск, 2006. – 176с.

7. Слукин, В. М. Коррозия и долговечность железобетонных конструкций в цехах электролиза алюминия [Текст] / В. М. Слукин // Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1978. - № 9. – С. 11-15.

ПЕЧЕНКИН АРТЕМ ЮРЬЕВИЧ
Россия, г. Курск, Юго-Западный государственный университет
e-mail: artem.pechenkin.1993@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВАРИАНТОВ УСИЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ ФЕРМ НА ИХ СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

В данной статье рассмотрены варианты усиления стальных ферм и их влияние на некоторые статические и динамические характеристики.

Ключевые слова: стальные фермы, методы усиления ферм, статические характеристики стержневых конструкций.

В настоящее время растущая экономика и промышленность ставят задачу о необходимости увеличения торговых и производственных площадей. В связи с большими затратами на новое строительство и в некоторых случаях невозможности изменения архитектурного облика города, при необходимости застройки в местах повышенного спроса (исторический центр города), единственным выходом является реконструкция существующих зданий. Целью инженеров становится реализация эффективных методов усиления строительных конструкций.

Основными способами усиления конструкций являются:

- увеличение площади поперечного сечения отдельных элементов конструкции;
- изменение конструктивной схемы всего каркаса или отдельных элементов его, в результате чего меняется расчетная схема;
- регулирование напряжений. [1]

В данной статье рассмотрим методы усиления таких строительных конструкций, как металлические фермы.

Изменение конструктивной схемы. Для усиления сжатых элементов ферм за счет уменьшения расчетных длин в их плоскости предусматривают дополнительные подкосы от ближайшего узла; пояса ферм подверженные местному изгибу от внеузлового приложения нагрузок усиливают при помощи шпренгелей к верхнему или подвесок к нижнему поясу ферм.

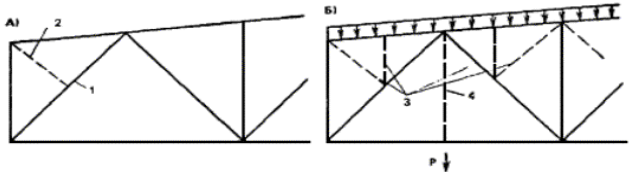


Рисунок 1 - Добавление раскосов к верхнему поясу фермы

Шпренгельная решетка решает задачу уменьшения усилий в стержнях ферм. Анализ усилий в стержнях фермы говорит о том, что чем больше высота фермы, тем меньше усилия в стержнях.

Но увеличение высоты фермы ведет к увеличению длин панелей, потому что по конструктивным соображениям удобно располагать раскосы приблизительно под 45 градусов к поясным стержням и стойкам. В свою очередь, увеличение длин панелей влечет за собой увеличение площади нагрузки. Для разрешения такого противоречия можно ввести в состав панелей дополнительные конструкции - шпренгели, опирающиеся на узлы основной фермы. Шпренгели работают только на местную нагрузку, приложенную в их пролетах, и передают ее на узлы основной фермы. [2]

Установка шпренгелей помогает уменьшить расчетные длины элементов верхнего пояса фермы, но не влияет на их устойчивость из плоскости. При этом часто требуется провести усиление растянутых стержней.

При статических нагрузках гибкость растянутых элементов ограничивается только в вертикальной плоскости. Если растянутые элементы предварительно напряжены, то их гибкость не ограничивается.

В комбинированных шпренгельных системах, возможно, выполнить шпренгель из гибких арматурных стержней с предварительным напряжением.

Метод увеличения сечения – наиболее распространенный метод усиления строительных конструкций. Суть его заключается в элементах усиления к существующим стержням и включении их в общую работу по восприятию усилий, возникающих в элементах от внешних воздействий. Присоединение элементов усиления производится, как правило, на сварке.

При усилении центрально сжатых и центрально растянутых стержней ферм нужно стремиться к сохранению центра тяжести первоначального и усиленного сечения. В случае сжатия необходимо также не забывать о целесообразности увеличения изгибной жёсткости усиливаемых стержней. [3]

Подбор сечения элементов ферм, работающих на действие продольной силы и изгиб:

Предельное состояние внецентренно растянутых элементов определяется развитием пластических деформаций в наиболее нагруженном сечении, и их несущая способность проверяется по формуле:

$$\left(\frac{N}{A_n R_y \gamma_c}\right)^n + \frac{M_x}{c_x W_{xn,\min} R_y \gamma_c} + \frac{M_y}{c_y W_{yn,\min} R_y \gamma_c} \le 1, \qquad (1)$$

N, M_x, M_y-абсолютные значения продольной силы и изгибающих моментов

Для внецентренно сжатых элементов определяющей в большинстве случаев является потеря устойчивости, и проверку их несущей способности проводят по формуле:

$$\frac{N}{\varphi_e A R_y \gamma_c} \le 1, \qquad (2)$$

N-продольная сила приложенная с эксцентриситетом *e,*

φ_e-коэффициент устойчивости

$$\bar{\lambda} = l_0 / i\sqrt{R_y / E} \qquad (3)$$

$$m_1 = \eta m = \eta \frac{e}{W} A. \qquad (4)$$

W-момент сопротивления сжатых волокон

η-коэффициент влияния формы поперечного сечения

Список литературы

1. Пособие по проектированию усиления стальных конструкций (к СНиП-23-81*). – М.: Стройиздат, 1989. – 159 с.

2 .Кондратьева Л. Е. Строительная механика: учеб. пособие / Кондратьева Л. Е. ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2013 – 252 с.\

3. Зернов В.В. Оценка эффективности различных способов усиления ферм по укрупненным показателям / Зернов В.В Зайцев М.Б. Толстенкова И.И // Современные научные исследования и инновации. - 2015. - № 2.

4. Алдушкин Р.В. Развитие и совершенствование рациональных методов усиления и регулирования усилий в металлических конструкциях балочного типа и фермах./ Алдушкин Р.В.//Автореферат. Диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Орел:-2008

ПИМЕНОВ АЛЕКСАНДР ТРОФИМОВИЧ, д.т.н., профессор
СОЛОВЬЕВА ОЛЬГА НИКОЛАЕВНА, к.т.н., доцент
ГОРЛОВА ОЛЕСЯ БОРИСОВНА, студент
ГАЛУШКИНА ИННА НИКОЛАЕВНА, студент
Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет
(ФГОУ ВО НГАСУ (Сибстрин)), г. Новосибирск, Россия
(e-mail: pimenov.alecsandr@yandex.ru, fedina@sibstrin.ru)

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХДОВ МЕТАЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В КАЧЕСТВЕ ЗАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

Показана возможность утилизации отходов металлургических производств в строительной отрасли, в частности, в качестве заполнителя для строительных растворов. При использовании экспресс-метода подбора рационального состава заполнителей можно добиться наиболее плотной упаковки заполнителя при достижении необходимой прочности.

В настоящее время в достаточно большом объеме образовались сотни миллионов тон отходов металлургического производства. Их особенность заключается в том, что техногенное сырье уже прошло высокотемператур-

ную обработку, кристаллические и аморфные структуры здесь сформированы и не содержат органических примесей.

Широко распространенными шлаками черной металлургии являются сталеплавильные, объем которых в массе отходов производства достигает 30-35%. Основу сталеплавильных шлаков составляют оксиды CaO, SiO_2, MgO и FeO, что приближает их по химическому составу к портландцементному клинкеру и определяет возможность использования для нужд строительства [1-3].

Ключевые направления применения шлаков металлургического производства в строительной индустрии связны с их использованием преимущественно в двух направлениях, в качестве: 1) наполнителей в различных вяжущих композициях; 2) заполнителей и наполнителей при производстве сухих строительных смесей различного назначения. Однако указанные приемы производства ориентированы на использование мелких фракций, что требует разработки технологических приемов утилизации сталеплавильных шлаков и подчеркивает актуальность настоящей работы.

Цель настоящей работы: разработка технологических приемов утилизации сталеплавильных шлаков для производства строительных растворов с наиболее плотной упаковкой с подбором состава фракций заполнителя экспресс - методом при достижении необходимой прочности.

Объектом исследования служили сталеплавильные шлаки металлургических предприятий г. Новокузнецка, которые хранились в отвалах в естественных условиях. В качестве заполнителя для растворов использовали доменный шлак фракции 0-50 мм срок хранения более года.

Для подбора зернового состава строительного раствора экспресс – методом проба доменного шлака просеивалась через стандартный набор сит по ГОСТ 8735-88 (размеры отверстий 10; 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,16 мм) с поддоном. По результатам просеивания в качестве заполнителей для строительного раствора использовались фракции 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,16-0 мм.

В соответствии с методикой экспресс-метода работа выполнялась в следующем порядке: фракции 2,5 и 1,25 мм просеянного доменного шлака тщательно перемешиваются в пластмассовой емкости и засыпаются в металлический мерный цилиндр, объемом 1000 мл, без уплотнения. В мерный цилиндр со шлаком наливают воду до краев цилиндра и оставляют его на 2 часа. По истечении двух часов воду сливают в мерный цилиндр с шкалой и определяют пустотность по объему воды в миллилитрах. Объем воды получился равным 370 мл. Следовательно, объем фракций доменного шлака 0,63 и 0,315 мм суммарно будет составлять 370 мл.

Вновь в пластиковую емкость высыпается отмеренный состав шлака фракцией 2,5 и 1,25 мм объемом 1000 мл. Добавляется к нему 370 мл тщательно перемешанных фракции 0,63 и 0,315 мм. Тщательно перемешиваются все выше указанные фракции доменного шлака. Пересыпаются в металлическую емкость объемом 1000 мл без уплотнения и заливают воду до краев. Оставляют образец на 2 часа. По истечению времени, снова воду

сливают в пластиковый мерный цилиндр со шкалой и определяют пустотность по объему воды. Объем воды получился равным 340 мл. Следовательно, объем фракций доменного шлака 0,16-0 мм суммарно будет составлять 340 мл.

Снова в пластиковую емкость высыпается отмеренный состав шлака фракцией 2,5 и 1,25 мм объемом 1000 мл. Добавляется к нему 370 мл тщательно перемешанных фракции 0,63 и 0,315 мм и 340 мл смеси фракций 0,16-0 мм. Тщательно перемешиваются все выше указанные фракции доменного шлака. Приготовленная смесь фракций заполнителя пересыпается в металлический цилиндр объемом 1000 мл без уплотнения. Весь объем смеси фракций не вошел в мерный цилиндр. Объем смеси фракций заполнителя, не вошедшей в металлический мерный цилиндр, измеряется с помощью пластикового мерного цилиндра со шкалой. Объем данной смеси получился равный 350 мл. При этом коэффициент раздвижки составляет 1,35.

Также была определена насыпная плотность подобранной смеси фракций заполнителя (ρ=1440 кг/м³). Насыпная плотность непросеянного доменного шлака составляет ρ=1350 кг/м³, что косвенно свидетельствует о получении наиболее плотной упаковки зерен заполнителя.

В металлический мерный цилиндр объемом 1000 мл с рационально подобранным составом заполнителя из доменного шлака заливают воду до краев цилиндра. Оставляют образец на 2 часа. По истечению времени, снова воду сливают в пластиковый мерный цилиндр со шкалой и определяют пустотность по объему воды в миллилитрах. Объем воды получился равным 145 мл. Следовательно, этот объем равен объему цементного теста. Для цементного теста выбрали стандартное значение водоцементное отношения, которое составляет В/Ц = 0,4. Исходя из указанного выше, объем цемента составляет 104 мл, а объем воды 42 мл.

Для приготовления растворной смеси использовали портландцемент М400 (класс 32,5) быстротвердеющий. Пробный замес растворной смеси составил 1,04 л. Из рационально подобранного состава растворной смеси были изготовлены образцы кубов с ребром равным 7,07 см. Образцы кубов раствора твердели в нормальных условиях в течение 28 суток. По результатам испытаний образцов раствора на сжатие было получено следующее среднее значение прочности $R_{сж}$=9,96 МПа, что приблизительно соответствует марке строительного раствора М75-М100 (ГОСТ 28013-98).

Таким образом, проведенным экспресс-методом подбора состава фракций заполнителя из доменного шлака можно получить наиболее плотную упаковку зерен заполнителя с соблюдением требований по прочности для строительных растворов.

Список литературы

1. Валуев Д.В., Гизатулин Р.А. Технологии переработки металлургических отходов: учебное пособие. -Томск: Идз-во Томского политехнического университета, 2012.-196с.

2. Чудинов С.А., Ращектаев В.А. Исследование свойств щебеночно-песчаных смесей металлургических шлаков для устройства монолитных оснований дорожных одежд // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4.

3. Пименов А.Т. Технология омоноличивания строительных конструкций, предназначенных для работы в условиях воздействия неравномерно распределенных нагрузок. Автореферат дисс. доктор тех. наук.-Томск, 1998,-35 с.

4. Пименов А.Т., Отточко С.Ю., Зеленская Л.Р., Соловьева О.Н. Применение металлургических шлаков для производства строительных смесей . Современные материалы, техника и технология: сборник научных статей 7-й Международной научно-практической конференции (29-30 декабря 2017 года)/ Юго-Зап. гос. ун-т., Курск, 2017. - С.285-288.

СИНЬКОВСКАЯ ВЕРОНИКА ВИКТОРОВНА
Россия, г. Курск, Юго-Западный государственный университет
E-mail: Sinckovskay-Veronica@yandex.ru

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Низкий уровень шума, низкая подвижность воздуха в рабочей зоне (отсутствие сквозняков), регулирование воздушного потока по количеству и качеству, минимальные затраты на эксплуатацию, быстрая окупаемость вентиляционной системы. Для решения этих задач было найдено 3 энергоэффективных материалов: 1) Ячеистые бетоны; 2) Сэндвич-панели; 3) Поризованная керамика.

Сегодня проектирование и строительство гостиниц и отелей предполагает создание современных архитектурных и дизайнерских проектов, использование самых передовых технологий и материалов при строительстве, внедрение гибких и энергосберегающих инженерных систем. И конечно, высокие требования заказчик предъявляет к микроклимату в гостиничных номерах. Вот некоторые из них: низкий уровень шума, низкая подвижность воздуха в рабочей зоне (отсутствие сквозняков), регулирование воздушного потока по количеству и качеству, минимальные затраты на эксплуатацию, быстрая окупаемость вентиляционной системы.

Для решения таких задач было найдено 3 энергоэффективных материалов, которые подойдут как для строительства общественных зданий, так и частных жилых домов.

1. Ячеистые бетоны[1]

Пористый строительный материал на основе бетона. Имеет множество разновидностей: газобетон, пенобетон, керамзитобетон, полистиролбетон. Создавался как утеплитель для многослойных стен и перекрытий. Однако неплохие конструкционные свойства и привлекательная цена принесли ячеистым бетонам популярность в качестве основного стенового материала в малоэтажном строительстве.

Теплопроводность ячеистого бетона в сухом состоянии примерно втрое меньше, чем у кирпича. А если учесть, что кирпичные и блочные стены теряют больше всего тепла через кладочный раствор, то энергоэффективность пористого бетона еще выше: его крупные блоки имеют точные размеры, поэтому допускается их кладка на клеевой раствор с толщиной шва всего 3 мм.

Огнестойкость ячеистого бетона – одна из самых высоких среди строительных материалов. Качественный газобетон по этому показателю может даже превосходить обычный тяжелый бетон: его состав более однороден, поэтому для образования трещин требуется более высокая температура. В сравнении с кирпичной кладкой у ячеистого бетона более высокое водопоглощение.

Чтобы сохранить теплозащитные свойства материала и продлить срок его службы, фасаду нужна защитно-декоративная отделка. Иногда на бетон просто наносят закрывающую поры фасадную краску – не самый эстетичный, зато дешевый способ предохранения кладки. Но чаще ячеистый бетон отделывают сайдингом, штукатуркой, панелями.

Выбирая конструкционный ячеистый бетон, приходится искать оптимальное соотношение между прочностью, долговечностью и теплоизоляционными свойствами. Чем плотнее бетон, тем он надежнее, но выше его теплопроводность. Некоторые виды ячеистого бетона дают усадку при твердении, это нужно учитывать при покупке «свежеиспеченных» блоков.

2. Сэндвич-панели[2]

Панелей для быстровозводимых каркасных домов выпускается множество видов, ведь одно из преимуществ технологии – возможность адаптировать ее к местным условиям и материалам. Все они состоят из обшивки с защитными и отчасти конструкционными функциями и термоизоляции, заполняющей почти всю толщу стены.

Разнообразие каркасных домов не позволяет привести конкретных цифр, но в любом случае: стена, которая почти полностью состоит из утеплителя, сохраняет тепло эффективнее любой другой. При этом нет необходимости делать ее толстой – при одинаковой площади на участке каркасный дом значительно просторнее внутри, чем, например, кирпичный.

Каркасные и каркасно-панельные дома строятся в широком диапазоне цен: от экономвариантов до престижного среднего класса. На стоимости дома могут отражаться многочисленные нюансы, например: использование крупноформатных панелей для быстрого возведения коробки; негорючий минераловатный утеплитель; качество и свойства материала обшивки.

Есть дома из крупноформатных панелей, собрать которые можно только с помощью крана, и есть варианты из небольших панелей, удобные для самостроя.

Каркасному дому подходит любая фасадная отделка, делающая его внешне неотличимым от кирпичного, брусового, бревенчатого, каменного.

3. Поризованная керамика[3]

Материал представляет собой пустотелые керамические блоки с повышенными теплоизоляционными свойствами. При их производстве в глиняную массу добавляют просеянные древесные опилки или другие включения, которые под воздействием высокой температуры выгорают, оставляя поры в теле кирпича. Помимо микропор в блоках есть множество вертикальных пустот, расположенных в шахматном порядке. Таким образом, тепло, чтобы пройти сквозь стену из «теплой» керамики, проделывает длинный извилистый путь по перегородкам между воздушными полостями.

Благодаря крупному размеру и сравнительно малому весу керамические блоки экономят время строителей и цементный раствор. Соотношение растворных швов к общему объему кладки сокращается до 5–7% (по сравнению с 25% в кирпичной кладке). Теплопроводность кладки при сокращении площади швов тоже снижается: на 50–100% по сравнению с кирпичной.

Стены из теплой керамики отличаются хорошей паропроницаемостью, которая способствует выходу лишней влаги.

Цена поризованного керамического блока выше, чем, например, газобетона.

Однако при детальном рассмотрении зачастую оказывается, что строительство дома из теплой керамики обходится не намного дороже. Сравнение цен чаще всего проводят по стоимости набора, необходимого для кладки 1 м3 стены. Но если учесть легкий вес поризованного блока, удобство работы с ним, мы получаем дополнительный выигрыш по затратам.

Теплопроводность меняется в зависимости от влажности: чем лучше материал впитывает воду, тем сильнее уменьшаются его теплозащитные свойства в сырую погоду. Но отсыреванию стен препятствуют грамотное утепление, исключающее конденсацию влаги в стенах, гидроизоляция фундамента и отделка фасада – они могут нивелировать различия материалов по их способности к водопоглощению. Поэтому при выборе стеновых конструкций лучше сразу рассматривать варианты в комплексе с возможными способами отделки.

Низкая теплопроводность материалов соответствует низкой удельной плотности, поэтому энергоэффективные стены весят меньше и не дают высокой нагрузки на фундамент, это их дополнительный «плюс». При этом поризованная керамика и ячеистые бетоны обладают низкой прочностью на излом, поэтому их требования к фундаменту выше.

Исходя из сравнения всех достоинств и недостатков энергоэффективных материалов можно сделать вывод, что самым выгодным с экономической точки зрения будет ячеистый бетон. Однако большее предпочтение по опросам на различных форумах отдается сэндвич-панелям[4]. Но с уверенностью можно сказать, что любой из перечисленных материалов является энергоэффективным и безусловно хорошим решением для применения в строительстве.

Список литературы

1. Ячеистые бетоны в современном строительстве. Сборник докладов. Выпуск 5 - Санкт-Петербург: НП «Межрегиональная Северо-Западная строительная палата», Центр ячеистых бетонов, 2008;

2. Методические указания по проектированию и строительству сэндвич-панелей. Ред. У. Ильин, Ю. Скуянс, Г. Андерсонс, Я. Крейлис. Латвийский сельскохозяйственный университет. Елгава 2005;

3. Поризованная строительная керамика :Состав, технология, свойства. Путро, Наталья Борисовна. Новосибирск, 2004;

4. http://remstroiblog.ru.

5. Ильичев В.А., Емельянов С.Г., Колчунов В.И., Бакаева Н.В., Кобелева С.А. Моделирование и анализ закономерностей динамики изменения состояния биосферосовместимых урбанизированных территорий/ В.А. Ильичев, С.Г. Емельянов, В.И. Колчунов, Н.В. Бакаева, С.А. Кобелева// Жилищное строительство. 2015. № 3. С. 3-9.

6. Кобелева С.А., Бакаева Н.В., Андрейцева К.С. Моделирование жилищной сферы, совместимой с биосферой/ С.А. Кобелева, Н.В. Бакаева, К.С. Андрейцева// Жилищное строительство. 2014. № 6. С. 60.

7. Ilyichev V., Emelyanov S., Kolchunov V., Bakaeva N. About the dynamic model formation of the urban livelihood system compatible with the biosphere/ V. Ilyichev, S. Emelyanov, V. Kolchunov, N. Bakaeva// Applied Mechanics and Materials. 2015. Т. 725-726. С. 1224-1230.

СТЕПОВАЯ ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА,
ЮРАКОВА ТАТЬЯНА ГЕННАДИЕВНА
Россия, Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова
stepovaya1604@yandex.ru

АНАЛИЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Проанализирован спектр внешних и внутренних факторов, оказывающих влияние на экологическую безопасность зданий и сооружений с оценкой воздействия на здоровье человека. Рассмотрены химические и физические источники загрязнения воздушной среды зданий и сооружений, а также выделены параметры, определяющие экологическую безопасность.

Проблема экологической безопасности человека всегда была актуальной, начиная с 1983 года, когда Всемирная организация здравоохранения выдвинула концепции «синдрома применения вредных строительных материалов» и «синдрома больных зданий». В настоящее время данная проблема не потеряла свою актуальность, поскольку можно получить воздействие неблагоприятных факторов не только в производственных помещениях, но и в сооружениях жилого типа. Вследствие этого у людей наблюдаются такие симптомы как головокружение, утомляемость и раздражительность из-за долгого пребывания в закрытом помещении, особенно велик риск для детей и пожилых детей. Именно поэтому необходимо обеспечить комфорт-

ную и безопасную среду, качество которой можно разделить на 3 составляющие:

1) внутренний климат – микроклимат помещения;
2) качественный и количественный состав воздуха помещения;
3) внешняя среда [1].

Целями статьи являются проведение системного анализа и характеристика как внешних, так и внутренних факторов, которые оказывают огромное влияние на экологическую безопасность зданий и сооружений.

Над решением проблемы экологической безопасности зданий и сооружений трудились специалисты многих областей науки, если объединить их знания и исследования воедино, тогда образуется экологически безопасная концепция зданий и сооружений. Для достижения цели необходимо провести:

1) анализ и характеристику основных факторов, которые влияют на экологическую безопасность зданий и сооружений, а также провести оценку их воздействия на здоровье человека;

2) обоснование эколого-гигиенических параметров.

В настоящее время в строительных нормах и правилах указываются такие параметры как влажность, температура, акустика, воздухообмен. Редко можно найти экологические нормативы по содержанию вредных примесей в воздушной среде, показатели радиоактивности, а также не нормирован магнитный и электростатический фон.

Неблагоприятные экологические факторы жилой и внутренней среды зданий и сооружений можно разделить на 2 группы:

1) непосредственные причины возникновения заболеваний;

2) способствующие созданию условий для развития заболеваний.

Существуют такие строительные материалы, как асбест, железобетон, а также лакокрасочные материалы и предметы бытовой химии, которые могут спровоцировать заболевание, так как они являются аллергенами. На одного человека может воздействовать одновременно несколько таких аллергенов и это очень опасно для его жизни и здоровья.

Для разработки принципов эколого-гигиенических показателей, необходимо исходить из таких положений как:

1) создание комфортных и безопасных условий для жизнедеятельности;

2) учет химических, физических и технологических факторов;

3) дифференцированный подход.

В настоящее время установлено, что в воздухе зданий и сооружений одновременно может присутствовать более 100 летучих химических веществ и соединений, некоторые из них могут относиться к I и II классу опасности, такие как ртуть, кадмий, эфиры, углеводороды, цинк, хром.

Отделочные материалы, в которых присутствуют различного рода химические добавки, могут быть источниками загрязнения окружающей среды токсичными веществами.

Концентрация загрязняющих веществ в воздушной среде не должны превышать их пределы допустимой концентрации (ПДК), так как химические вещества внутри здания воздействуют на организм человека сильнее с температурными, влажностными, электромагнитными и радиоактивными факторами. Данное неблагоприятное сочетание сказывается на жизнедеятельности здоровья человека. В помещении оптимальная влажность воздуха должна составлять 45%, подвижность воздуха 0,07-0,1 м/с (холодный период) и 0,2 м/с (теплый период).

Большое бактерицидное, физиологическое, санитарно-гигиеническое значение для экологической безопасности зданий и сооружений оказывает солнечная радиация. Если солнечного света недостаточно, то у человека наблюдается усталость и снижение работоспособности. Экологический комфорт достигается благодаря качественной воздушной среде [2].

Учитывая взаимосвязь качества внутренней и окружающей среды зданий и сооружений, необходимо опираться на биоклиматические критерии оценки факторов окружающей природной среды, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Биоклиматические критерии оценки факторов окружающей среды

Факторы	Комфорт	Дискомфорт	
		Перегрев	Охлаждение
Относительная влажность,%	30-70	менее 30; более 70	более 80
Температура воздуха, °С	12-26 (умеренный климат)	более 26	-30-35 при скорости ветра 1,5 м/с; -25 при скорости ветра 2 м/с; -15 при скорости ветра 3,5 м/с
Скорость ветра, м/с	0,5-3,0	менее 0,5; более 3,0	более 5 при отрицательной температуре и снегозаносах.

Требования экологической безопасности строительных материалов должны основываться на экологических нормативах, которые регламентируют ПДК загрязняющих веществ.

Важным фактором является качество воды, так как есть вероятность попадания опасных химических загрязнений в строительные конструкции. Также влияет скорость взаимодействия поступающего из наружной среды вещества с веществами, которые находятся внутри помещения.

Методы комплексной оценки биологических, физических и химических факторов экологической безопасности могут состоять системы норм и стандартов оценки степени экологической безопасности зданий и сооружений, а также методов контроля.

В настоящее время основные требования экологической безопасности зданий и сооружений определяются строительными, гигиеническими нормами и правилами [3].

Источники загрязнения воздушной среды в зданиях и сооружениях:

1) вещества,которые поступают с загрязненным атмосферным воздухом;
2) продукты деструкции строительных и отделочных материалов;
3) антропотоксины;
4) продукты жизнедеятельности человека и сгорания бытового газа.

Физическими факторами экологической безопасности зданий и сооружений являются параметры микроклимата, акустика, вибрация, радиационный фон, электромагнитные поля и инсоляция.

Загрязнение электромагнитным излучением (ЭМИ) приводит к снижению иммунитета организма человека и заболеваниям органов дыхания, глаз, кожи, и увеличению продолжительности болезней. Химические и радиационные загрязнения, ЭМИ – все это представляет реальную угрозу для жизни и здоровья населения. [4].

Для оценки степени экологической безопасности зданий и сооружений необходимо учитывать такие факторы как:

1) объемно-планировочное решение (объем и удельная площадь);
2) микроклимат (относительная влажность, температура и скорость движения воздуха, интенсивность инфракрасной радиации);
3) воздушную среду (газовый, бактериальный, ионный, химический составы воздуха, воздухообмен);
4) световую среду (яркость, естественное и искусственное освещение, инсоляция, солнцезащита, расположение окон);
5) шумовой и вибрационный режимы;
6) радиационный фон (активность);
7) электромагнитное поле (напряженность);
8) геомагнитное поле (напряженность);
9) электрическое поле.

Таким образом, жизнедеятельность и здоровье человека во многом зависит от степени экологически безопасных зданий и сооружений, в которых он пребывает. Именно поэтому очень важно учитывать при их постройке весь спектр внешних и внутренних факторов, критериев и параметров, которые экологически обезопасят жизни людей.

Список литературы

1. Чижевский, А. Л. Краткое руководство по применению ионизированного воздуха в промышленности, сельском хозяйстве и в медицине / А.Л. Чижевский. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 60 с.
2. Крутиков, В.Н. Контроль физических факторов окружающей среды, опасных для человека / В.Н. Крутиков. – М.: Изд-во стандартов, 2013. – 225 с.
3. Губернский, Ю.Д. Жилище для человека / Ю.Д. Губернский. – М.: Стройиздат, 1991. – 227 с.
4. Савин, В.К. Строительная физика: энергоперенос, энергоэффективность, энергосбережение / В.К. Савин. – М.: Лазурь, 2005. – 432 с.

СТЕПОВАЯ ЕЛЕНА АЛЕКСАНДРОВНА
ПУЧКА ОЛЕГ ВЛАДИМИРОВИЧ
Россия, Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова
stepovaya1604@yandex.ru, oleg8a@mail.ru

ВЫБОР СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Представлена экологическая оценка строительных материалов и обоснована ее важность. Предлагается проводить экологическую оценку строительных материалов методом сопоставительного анализа. Приводятся данные об экологическом предпочтении строительных материалов для выполнения штукатурных работ внутри здания, а также учтены возможные негативные влияния строительных материалов на окружающую среду и человека.

В настоящее время очень актуальна проблема экологической безопасности, что привело к активному внедрению концепции экологической оценки строительных материалов для обеспечения экологической безопасности человека и окружающей его среды. Задача формирования экологической безопасности для решения проблем среды обитания человека рассматривается во всемирной концепции «Устойчивого развития» и определена в международных стандартах ISO 14000 «Система управления качеством окружающей среды»: стандартах ISO 14040-14044, которые ориентированы на экологическое качество продукции и предназначены для решения основных, а также глобальных экологических проблем – загрязнение окружающей среды при строительстве, ресурсосбережение.

Обеспечение экологической безопасности зданий и сооружений с каждым годом приобретает все большее значение. Это подтверждается разработкой и утверждением сразу нескольких стандартов в области экологической безопасности «зеленого строительства» – СТО НОСТРОЙ 2.35.4-2011 «Зеленое строительство. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания», ГОСТ Р 54964-2012 «Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости». К сожалению, несмотря на большое количество «зеленых стандартов», не уделяется достаточного внимания экологической оценке строительных материалов.

Разработанная профессором Н. Колером схема совместной экологической оценки материалов, зданий и сооружений включает оценку материальных потоков и жизненного цикла строительных материалов, выбор оптимальных материалов, проектирование зданий и сооружений с оценкой жизненного цикла и учета экологических требований [1].

Оценка строительных материалов делится на группы критериев:

1) связаны с оценкой влияния непосредственно на здоровье человека;
2) связаны с оценкой интегрального воздействия на окружающую среду.

Для их описания используется метод оценки по жизненному циклу [2]. Необходимые качества строительных материалов с экологической точки зрения, наряду с энергоэффективностью и утилизируемостью – это долговечность и полифункциональность.

Существует множество разнообразных строительных материалов, которые благоприятны и не благоприятны для человека и окружающей среды из-за привнесения в нее загрязнителей. Однако производство строительных материалов связано с добычей и переработкой природных ресурсов, потреблением энергии и воды. Несмотря на это, очень часто происходит истощение ресурсов и загрязнение окружающей среды, а это приводит к изменению климата и образованию отходов, которые портят здоровье и жизнедеятельность человека, а также влияет на качество строительства зданий и сооружений. Следовательно, очень важно использовать экологически безопасные строительные материалы, основываясь не только из эстетических и экономических предпочтений. Именно для этого необходима экологическая оценка и классификация строительных материалов с учетом защиты окружающей среды.

Согласно стандартам ISO 14000, методологические подходы к экологической оценке могут быть различными, но связанные с ними нагрузки на окружающую среду по жизненному циклу строительных материалов анализируются. При таком подходе учитывается влияние строительного материала и его процессов от добычи сырья для изготовления до утилизации или повторного использования для создания новых строительных материалов. Следовательно, происходит «замыкание» жизненного цикла и решаются такие экологические задачи как ресурсосбережение и сокращение количества отходов. Строительные материалы оцениваются по экологической безопасности, по явным негативным воздействиям и по косвенным эффектам. Чтобы результаты анализа были объективными, рассматриваются взаимосвязанные параметры «свойства материала – качество среды».

Оценка экологической безопасности взаимодействия строительных материалов с окружающей средой зависит от независимых методов:

1) метод сопоставительного анализа основан на научной информации, ее анализе и логических рассуждениях. Он дает оценку нагрузки на человека и окружающую среду, классифицирует сравниваемые строительные материалы по качеству и экологическому предпочтению.

2) системный анализ – анализ и математическая оценка абсолютно всех входящих и выходящих потоков для расчета «экобаланса», воздействия и оценки последствия строительных материалов на окружающую среду;

3) метод графов оценивает прямые и обратные связи – «качество строительства – качество среды»;

4) квалиметрический метод используется для оценки интегрального качества строительных материалов.

Все строительные материалы классифицируются по экологическим свойствам. Любому строительному материалу может быть присвоен класс

экологически безопасного качества после процедуры экологической оценки его свойств по жизненному циклу. Если строительный материал не содержит в своем составе опасные вещества, то ему присваивается 1-й класс экологического качества. Если нагрузка на окружающую среду средняя – 2-й или 3-й класс. Строительные материалы с высоким показателем нагрузки, в котором содержатся вредные для здоровья и жизнедеятельности человека вещества, считаются неэкологичными и их не рекомендуется применять в строительстве. Данная классификация упрощает выбор материалов для строения любого здания и сооружения.

Таблица 1 – Информационная карточка экологического выбора строительного материала

Вид работ	Штукатурные работы внутри здания			
Строительный материал – для выравнивания стен				
Вид строительного материала	Предпочтение 1	Предпочтение 2	Предпочтение 3	Избегать
	Сульфогипс (химич. гипс)	Известковый раствор	Природный гипс	Фосфогипс (химич.)
Экологические предпочтения	1. Для штукатурных работ внутри здания, первое предпочтение дано сульфогипсу, т.к. сульфогипс – вторичный продукт без вредных примесей и не радиоактивен. Его применение одновременно решает экологические проблемы с добычей природного гипса и накоплением отходов. Для его производства требуется меньше энергии, чем для других строительных материалов. 2. Известь легче подвергается переработке и из-за этого производственный процесс относительно чист. 3. При добыче природного гипса происходит повреждение экосистем и это сырье является невозобновляемым			
Избегать	Фосфогипс – отход (побочный продукт) при производстве минеральных удобрений. Содержит радиоактивные примеси (стронций). Это затрудняет его переработку в продукт. Материалы из фосфогипса создают радиоактивное излучение. Т.к. штукатурки используются ограниченной толщины, то риск излучения меньше, чем при применении плит или блоков. Несмотря на это, рекомендуется избегать применения фосфогипса даже в штукатурке			
Основной комплект	В основной комплект экологических предпочтений в РФ входит природный гипс. Широко представлен на рынке, поставки не ограничены. Сульфогипс будет поставляться широко, т. к. на ТЭС внедряются системы очистки дымовых газов от SO2 и остаточным продуктом работы очистных установок будет сульфогипс			

В зарубежных странах существует база данных с информацией о классах экологического качества строительных материалов в виде справочных информационных карточек, которые с получением новых знаний и новых материалов обновляются. В Российской Федерации разработана информационная карточка экологического выбора строительных материалов для выполнения внутренних штукатурных работ. Алгоритм выбора материала по

«экологическим предпочтениям» представляется последовательными действиями, которые состоят из этапов:

1) выбор по каталогу строительные материалы, которые могут использоваться одинаково;

2) материалы оценивают по жизненному циклу строительных материалов, классифицируют и располагают по убывающему экологическому предпочтению к применению с учетом возможных негативных воздействий на здоровье человека и окружающую его среду;

3) информация, по которой присваивается класс экологического качества, переносится в таблицу «информационная карточка экологического выбора строительного материала»;

4) текстовая часть «карты» представляется 4 информационными «окнами» и содержит разделы, представленные в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что при экологическом выборе строительного материала предпочтительно использование экологически безопасного для жизни человека и окружающей среды. Экологически целесообразный выбор строительных материалов определяет долговечность зданий и сооружений и перспективу экологической комфортности и гарантированной безопасности для жизнедеятельности человека и сохранение экологической устойчивости окружающей природной среды для «экологического здоровья» нашей планеты [3].

Таким образом, основными принципами выбора строительных материалов методом экологического предпочтения считаются следующие:

думать масштабно; выбирать вариативно; применять строительные материалы безопасные для здоровья человека, из возобновляемого сырья, ремонтопригодные и легкозаменяемые, пригодные для повторного использования; использовать материалы, нагружающие окружающую среду по минимуму и строго по назначению, с большим сроком службы, многофункциональные, качественные экологические, ресурсо- и энергосберегающие; стремиться к минимальному количеству отходов.

Список литературы

1. Байер, В.Е. Архитектурное материаловедение / В.Е. Байер. – М.: Стройиздат, 1989. – 160 с.

2. Князева, В.П. Экологические аспекты выбора материалов в архитектурном проектировании / В.П. Князева. – М.: Изд-во стандартов, 2006. – 296 с.

3. Кузнецов, Л.В. Экологическое обеспечение проектирования объектов средового дизайна / Л.В. Кузнецов. – СПб.: АРУС, 2010. – 186 с.

УМЕРЕНКОВА ЕКАТЕРИНА СЕРГЕЕВНА
Россия, г. Курск, Юго-Западный государственный университет
e-mail: umerenkova_e@bk.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВАРИАНТОВ УСИЛЕНИЯ ДОЩАТОКЛЕЕННЫХ ДЕРЕВЯННЫХ БАЛОК НА ИХ СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

В данной статье рассмотрены пути повышения несущей способности дощатоклееных балок и характер изменения напряженно-деформированного состояния усовершенствованных композитных конструкций. Исследовано влияние различных армирующих материалов на прочностные характеристики КДК.

Ключевые слова: клееные балки, армирование, усиление, строительство

На территории России эксплуатируется множество зданий и сооружений, возведенных с использованием конструкций на основе древесины. Использование деревянных конструкций, как наиболее экологичных и обладающих высокими конструктивными свойствами, позволяют расширить область их применения и повысить конкурентоспособность. Их отличает простота обработки, малый вес, прочность, химическая стойкость, что увеличивает эффективность использования древесины наравне со сталью и бетоном в качестве основного строительного материала [1].

В теории инженерных сооружений известно много различных применяемых конструкций из дерева, но перспективными, на наш взгляд, являются клееные деревянные конструкции.

Эксплуатационная прочность является одним из основных показателей целесообразности использования КДК. Для получения этой характеристики у дощатоклееных балок определяют, прежде всего, прочность сопротивления изгибу и деформации. Согласно эпюрам изгибающих моментов и напряжений, элементы конструкции работают одновременно на растяжение и изгиб [2]. Рассмотрев возможность расположения досок в клееных балках из древесины разных пород и сортов в соответствии с распределением нормальных напряжений по высоте сечения изгибаемого элемента и механических характеристик материалов, то можно предположить, что, вводя в нижний пояс многослойной балки высокопрочный материал, следует ожидать повышения ее прочности при действии изгибающих нагрузок. (рис.1).

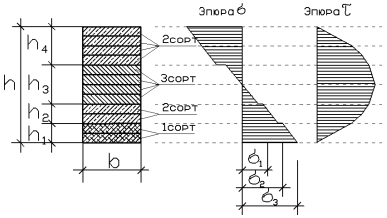


Рисунок 1. Схема комплектования клееной балки с эпюрами нормальных и касательных напряжений

1 - слои древесины более высокой прочности; 2 - слои древесины средней прочности; 3 – слои древесины малой прочности

Путем введения армирующих материалов на основе волоконной структуры можно осуществить повышением несущей способности дощатоклеенных балок .

В работах Левинского Ю. Б. и Петряевой Н. Е. были исследованы возможности вклеивания гибкой волоконно-тканевой арматуры между слоями пластин деревянной балки. Волоконные материалы (углеродное волокно, стеклоткань и др.) обладают небольшой толщиной (от 0,11 мм) с достаточно высокой прочностью на растяжение (от 0,6 - 0,7 ГПа). Это позволяет считать их предельно тонкими стержнями или пластинами, а при изготовлении клееных балок клеевой слой можно принимать как однородный композит с ортотропными свойствами. (рис. 3.)

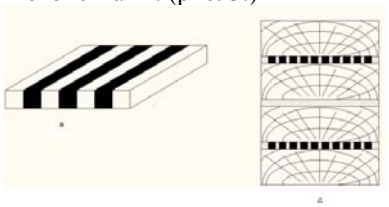


Рисунок 2. Схема армированной композитной клееной деревянной балки (АКДБ)

а – волоконно-тканевый композит; б – сечение АКБД

По результатам исследования было выявлено, что в сравнении с неармированными образцами у образцов, армированных стекловолокном прочность на изгиб увеличивается на 20 % и более, углеродным волокном – более чем 30 %. Величина прогиба у армированных образцов в среднем была меньше на 30%, что показывает уменьшение касательных напряжений при сдвиге в поясе растяжения. Дисперсионное армирование КДК волоконными материалами позволяет равномерно распределить напряжения, возникающие вследствие увлажнения и усушки древесины, а также при наличии непроклееных участков.

Полученные выводы подтверждается и исследованиями, проведенными в работах О.М. Устархановой, А.К.Юсуповой, Р.И. Вишталовой, М.Х. Калиевой. Усиление древесины стальной или пластиковой арматурой уменьшает влияние естественных пороков, существенно увеличивает несущую способность и жесткость конструкций при снижении их веса и уменьшении стоимости (Рис.3) [3].

Анализ результатов, полученных в ходе эксперимента выше указанных авторов, показал, что прогиб образцов, армированных стеклотканью путем вклеивания стеклоткани между слоями древесины на расстоянии 0,14h от нижней грани балки по сравнению с неармированными образцами на 3-6% меньше, прогиб балок с увеличенным количеством вклеенных слоев стеклоткани до двух на 10-14% меньше, а прогиб балок, количество армирующих вклеенных слоев стеклоткани которых было увеличено до 4-х раз, на 18-23% меньше, чем прогиб балок без учета армирования.

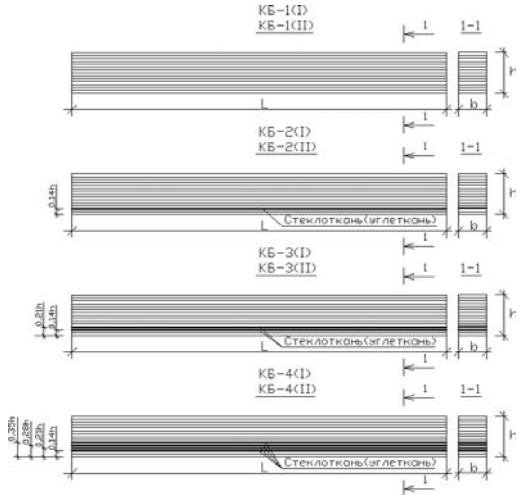


Рисунок 3. Варианты армирования стеклотканью клееных балок

По проведенным исследованиям можно сделать следующие выводы:

1. Существенно увеличить жесткость балок можно введением в клееную деревянную балку армирующего материала (стеклоткани, стеклопластика, углеткани, углепластика).
2. Увеличение несущей способности зависит от количества армирующих слоев, от вида армирующего материала и она находится в пределах от 3-23%(для стеклоткани) и от 8-30% (для углеткани).

Список литературы

1. Аркаев М.А., Столповский Г.А., Шмелев К.В., Сергеев М.И. Способы усиления стержневых деревянных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений [Текст]/

Аркаев М.А., Столповский Г.А., Шмелев К.В., Сергеев М.И // Оренбургский государственный университет / Вестник ОГУ. – 2013. –№5(154). – С.158

2. Александров А. В., Потапов В. Д., Державин Б. П. Сопротивление материалов. [Текст]/ Александров А. В., Потапов В. Д., Державин Б. П //М.: Высш. шк., –2001, –С. 560

3. Сморчков А.А., Кереб С.А., Дубраков С.В. Оценка длительной прочности и долговечности древесины по показателям ползучести [Текст]/ Сморчков А.А., Кереб С.А., Дубраков С.В. // В сборнике: наука сегодня: проблемы и пути решения материалы международной научно-практической конференции: в 2 частях. -2016.- С. 69-71

ФИЛИН НИКИТА СЕРГЕЕВИЧ
ИЛЬИНА ЛИЛИЯ ВЛАДИМИРОВНА
ТАЦКИ ЛЮДМИЛА НИКОЛАЕВНА
ШОЕВА ТАТЬЯНА ЕВГЕНЬЕВНА
Россия, Новосибирский Государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)
filin_n@mail.ru

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ШИХТЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ НА ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА

Подбор оптимального состава и температуры обжига керамического кирпича на основе глинистого сырья Каменского месторождения с добавками тонкодиспресного мела МТД-2, алтайского волластонита и пигмент, с последующим анализом влияния факторов на технические показатели готовой продукции

Ключевые слова: керамический кирпич, объемное окрашивание, полусухое прессование, алтайский волластонит, тонкодисперсный мел, пигмент, математическое моделирование

Керамический кирпич в настоящее время является одним из самых перспективных материалов, за счет своих технических показателей: предела прочности на сжатие, водопоглощения, морозостойкости и декоративной привлекательности.

На данный момент в России работает более трехсот заводов по производству кирпича, большинство из которых расположено в Европейской части страны. С этим фактом связан дефицит этой продукции за Уралом и в других отдаленных регионах [1].

Глинистые породы Западной Сибири являются низкокачественными, неспекающимися пылеватыми суглинками умеренно- и среднепластичными, высокочувствительными к сушке, с низким содержанием глинистых частиц. В качестве основного компонента изделий используется глинистое сырье Каменского месторождения, с содержанием пылеватых частиц 73,5%

по объему и глинистых 23,7%. Число пластичности данной породы равняется 12, общая усадка составляет 6,3%.

Подавляющее большинство заводов работает по пластической технологии. Вместе с тем в Западной Сибири весьма ограничены запасы высококачественного глинистого сырья для получения конкурентоспособной продукции. Пластическую технологию отличает высокий уровень инвестиций и длительные сроки окупаемости проектов [3]. Поэтому в работе использовался метод полусухого прессования.

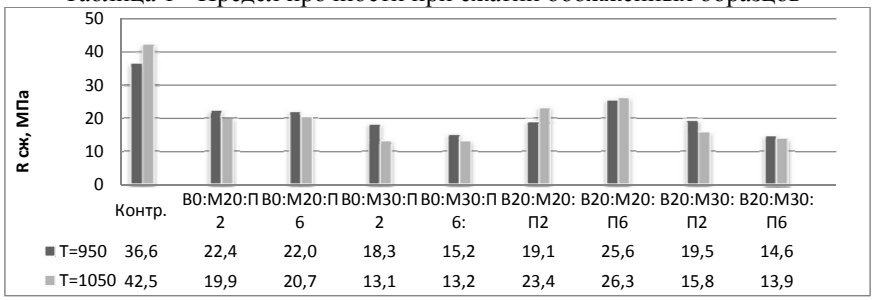
На кафедре СМСС НГАСУ (Сибстрин) выполнены исследования по подбору оптимального состава шихты и температуры обжига кирпича. В качестве добавок использованы: тонкодисперсный мел МТД-2 (г.Белгород), алтайский волластонит ВП-05 (ОАО «Технохим», г.Новосибирск), пигмент железоокисный (ООО «Минерал»). Химические показатели МТД-2, регламентируется согласно ТУ 5743-008-0512542-96, а волластонита ,согласно паспорту производителя.

Выполнен четырехфакторный регрессионный эксперимент. В качестве факторов были приняты содержания следующих компонентов: волластонит (0-20%) – x1; мел МТД-2 (20-30%) – x2; пигмент (2-6%) – x3. Температура обжига (950-1050□) принята как фактор x4.

Гипотеза. При использовании карбонатсодержащих добавок в оптимальном значении, должна увеличиться прочность готовых образцов, за счет образования новых минералов, при диссоциации мела, и лучшего спекания, при добавлении железоокисного пигмента и увеличения температуры обжига. Также это должно привести к снижению водопоглощения.

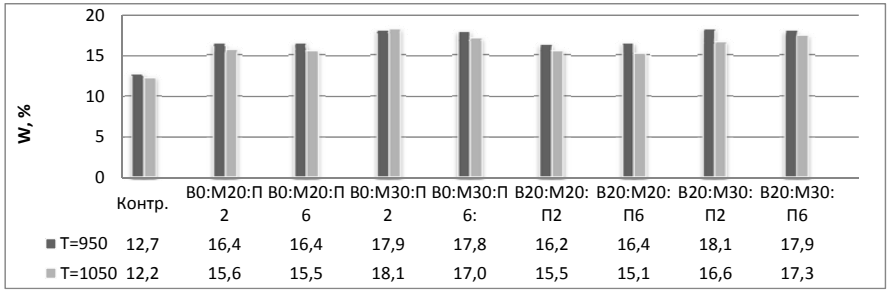
Для обожжённых образцов определялись следующие свойства: предел прочности при сжатии ($R_{сж}$, МПа), водопоглощение за 48 часов (W, %) Результаты пределов прочности при сжатии и водопоглощения образцов приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 - Предел прочности при сжатии обожженных образцов



	Контр.	В0:М20:П2	В0:М20:П6	В0:М30:П2	В0:М30:П6:	В20:М20:П2	В20:М20:П6	В20:М30:П2	В20:М30:П6
Т=950	36,6	22,4	22,0	18,3	15,2	19,1	25,6	19,5	14,6
Т=1050	42,5	19,9	20,7	13,1	13,2	23,4	26,3	15,8	13,9

Таблица 2 - Водопоглощение образцов



Проанализировав данные, полученные в ходе эксперимента, можно сделать следующие выводы:

1. Самый высокий показатель прочности на сжатие (Rсж=26,4 МПа) показал состав №12 (В20:М20:П6:Т1050);

Предположительно, высокий предел прочности состава №12 объясняется наличием в шихте 6% железоокисного пигмента, который является плавнем, что способствует образованию жидкой фазы, и добавок, содержащих кальций в количестве 20%.Волластонит, благодаря своей игольчатой структуре, обеспечивает дополнительную прочность изделий. При воздействии высоких температур карбонат кальция способствует образованию новых кристаллических фаз, которые армируют структуру и придают ей прочность [3].

2. Самое высокое водопоглощение показали составы №6 (В0:М30:П2:Т1050) и №13 (В20:М30:П2:Т950): более 18%, что способствует снижению водостойкости.

Предположительно, это связано с высоким содеражанием карбоната кальция, который диссоциируется не полностью, что приводит к его взаимодействию с водой и вымыванию из образцов.

Математическое моделирование. После проведения испытаний в специальной программе (TechStat) были составлены математическая модель и уравнение, для расчета значимости каждого фактора по отдельности и в совокупности. Уравнение имеет следующий вид:

$$y = b0 + b1 \cdot x1 + b2 \cdot x2 + b3 \cdot x3 + b4 \cdot x4 + b12 \cdot x1x2 + b13 \cdot x1x3 + b14 \cdot x1x4 + b23 \cdot x2x3 + b24 \cdot x2x4 + b34 \cdot x3x4 + b123 \cdot x1x2x3 + b124 \cdot x1x2x4 + b234 \cdot x2x3x4 + b1234 \cdot x1x2x3x4;$$

Рассчитав коэффициенты и проверив их значимость, получили квазилинейное уравнение, которое для предела прочности при сжатии имеет вид:

$$y = 18{,}97 - 3.49x2 - 1{,}22x23;$$

Проанализировав полученное уравнение можно сделать следующие вывод:

В уравнении содержание мела является значимым фактором.

С увеличением его содержания снижается прочность образцов, скорее всего, это связано с тем, что мел полностью не распадается на оксид кальция, который необходим для образования новых минералов (например, волластонит), и углекислый газ. Поэтому прочность снижается.

Список литературы

1. Курапина Т.С. Всероссийский отраслевой интернет-журнал «Строительство.ru» [Электронный ресурс]/Т.С.Курапина. Режим доступа: http://www.rcmm.ru/stroitelnye-materialy/22244-kirpichnaya-promyshlennost.-kazhdomu-gorodu-%E2%80%9C-po-zavodu.html

2. Гуров Н.Г. Заводы керамических стеновых материалов III поколения как современная база жилищного строительства в Российской провинции // Строительные материалы.-2011.-№4.-С.6-8.

3. Бурученко А.Е. Влияное карбоната кальция на формование структуры керамики на основе легкоплавких глин при обжиге // Эффективные рецептуры и технологии в строительном материаловедении. сб. науч. тр. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2016. – С. 12.

ЧАЙКОВСКАЯ ЛИЛИЯ ВАСИЛЬЕВНА
БАКАЕВА НАТАЛЬЯ ВЛАДИМИРОВНА
г. Курск, Юго-Западный государственный университет
lili-zubkova@mail.ru

ЧИСЛЕННАЯ РЕАЛИЗУЕМОСТЬ ФУНКЦИИ ГОРОДА «МИЛОСЕРДИЕ» НА ТЕРРИТОРИИ МИКРОРАЙОНА Г.КУРСКА

Проведена оценка реализации функции города «Милосердие» как наиболее ярко отражающей степень удовлетворения потребностей маломобильной группы населения на территории проспекта Анатолия Дериглазова г. Курска.

Экономические, политические и социальные преобразования в современных городах привели к необратимым изменениям параметров состояния окружающей природной среды. «В городах расположен источник деградации Биосферы, здесь же наиболее сильно проявляется ее следствие – деградация людей…» [1], что проявляется снижением рождаемости, возрастанием числа инвалидов, увеличением числа психических расстройств у городского населения и, в свою очередь, увеличением численности маломобильной группы населения, к которой относятся лица старшей возрастной группы, инвалиды трудоспособного возраста, дети-инвалиды, дети до 8 - 10 лет, пешеходы с детскими колясками, временно нетрудоспособные, т.е. это люди, испытывающие затруднения при самостоятельном передвижении, получении услуги, необходимой информации или при ориентировании в пространстве [2]. В настоящий момент люди, относящиеся к маломобильной группе, составляют треть населения, что требует считать ее статистически значимой социальной группой [3].

Основная задача современного градостроительства - создание благоприятной, комфортной, социально-ориентированной городской среды, предоставляющей равные возможности для всех групп населения, в том числе, относящихся к маломобильной группе, которые являются наиболее уязвимыми.

Изучению принципов и норм формирования жилой среды, учитывающих специфические особенности людей с ограниченными возможностями, посвящены работы таких исследователей как Ильичев В.А., Колчунов В.И., Скобелева Е.А., Брума Е.В., Наберушкина Э.К., Семенова С.А. На сегодняшний день проблема доступности объектов городской инфраструктуры для маломобильной группы населения остается по-прежнему актуальной.

Требования разработки проектных решений зданий, которые должны обеспечивать для маломобильной группы населения равные условия жизнедеятельности с другими категориями, закреплены в СП 59.13330.2016 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001».

Город должен удовлетворять разнообразные потребности жителей через свои семь функций [4], являющиеся равнозначными. Наиболее ярко степень удовлетворения потребностей маломобильной группы населения отражает значение реализации функции города «Милосердие». Используя методику оценки реализуемости функций биосферсовместимого города [6], произведем оценку реализуемости функции города «Милосердие» на территории проспекта Анатолия Дериглазова г. Курска.

Перечень составляющих функции города «Милосердие» установим с учетом требований СП 59.13330.2016 (Табл.1).

Нормируемые значения параметров $\beta^*_{i,n}$ для всех составляющих функции города «Милосердие» равны 1 и закреплены СП 59.13330.2016 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001». Нормируемые значения $\alpha^*_{1,4}$ = 0,2; $\alpha^*_{2,4}$ = 1; $\alpha^*_{3,4}$ = 0,5; $\alpha^*_{4,4}$ =0,333.

Полагая, что все i-е составляющие каждой $Ф_n$-й функции биосферосовместимого города равнозначны и равны значению, определяющему развитие человеческого потенциала: $a^*_{in} = a_{in} = 1/i_n$, рассчитаем показатель реализации $Ф_n$-й функции города по формуле:

$$\xi_{Ф_n} = \sum_{i=1}^{i=i} \alpha_{in}\beta_{in} \Big/ \sum_{i=1}^{i=i} \alpha^*_{in}\beta^*_{in} \quad (1)$$

$$\xi_{Ф_n} = \frac{(0.3308*0.3416)+(0.094*0.038)+0+(0.2125*0.198)}{0.2*1+1*1+0.5*1+0.333*1} = 0{,}08.$$

Таблица 1 – Перечень составляющих функции города «Милосердие»

	Составляющая	**Наличие в оцениваемом районе**
C_1	*«Выполнение требований к земельным участкам для обеспечения передвижения МГН»*	
	установка на переходе через проезжую бордюрных съездов шириной не менее 1,5 м, которые не должны выступать на проезжую часть $\beta^1_{1,4}$	Съезды установлены только с основной проезжей части; во дворах их очень малое количество
	ширина пешеходного пути с учетом встречного движения инвалидов на креслах-колясках не менее 2,0 м $\beta^3_{1,4}$	Ширина пешеходных дорожек не менее 2,0 м
	наличие твердого ровного покрытия пешеходных дорожек, тротуаров, съездов, пандусов и лестниц $\beta^4_{1,4}$	Твердое покрытие имеется
	дублирование лестниц пандусами или подъемными устройствами $\beta^5_{1,4}$	Лестницы на входах в дома и магазины оборудованы пандусами
C_2	*«Наличие стоянок (парковки) транспортных средств инвалидов» (i=2, n=4)*	
	наличие стоянок (парковки) транспортных средств инвалидов $\beta^1_{2,4}$*	Стоянки возле жилых домов отсутствуют, возле магазинов частично имеются
C_3	*«Наличие мест отдыха для МГН» (i=3, n=4)*	
	навесы, скамьи с опорой для спины и подлокотником, указателями, светильниками на путях движения людей через 100-150 м $\beta^1_{3,4}$	Места отдыха не предусмотрены
	наличие таксофонов и другого специализированного оборудования для людей с недостатками зрения $\beta^2_{3,4}$	
C_4	*«Выполнение требований к помещениям и их элементам» (i=4, n=4)*	
	доступность минимум одного входа в производственное или общественное здание для МГН, доступность всех входов в жилое здание или МКД для МГН $\beta^1_{4,4}$	Входы оборудованы пандусами
	наличие на входной площадке при входах, доступных МГН, навеса, водоотвода и, в зависимости от местных климатических условий, подогрева поверхности покрытия маршей лестницы и пандуса $\beta^2_{4,4}$	Навесы и водоотводы отсутствуют
	соответствие дверных проемов вновь проектируемых зданий нормативным требованиям (ширина в свету не менее 1,2 м; при двухстворчатых входных дверях ширина одной створки (дверного полотна) должна быть 0,9 м) $\beta^3_{4,4}$	Ширина дверного проема не менее 1,2 м
	Наличие технических средств информирования, ориентирования и сигнализации в зданиях$\beta^4_{4,4}$	Технические средств информирования, ориентирования и сигнализации в жилых домах не установлены

Результаты оценки реализуемости функции города «Милосердие» на территории проспекта Анатолия Дериглазова города Курска свидетельствуют о наличии проблемы доступности городской территории для маломобильной группы населения: съездами оборудованы не все тротуары, места отдыха не предусмотрены, пандусы не оборудованы козырьками, технические средства информирования, ориентирования и сигнализации в жилых домах не установлены, в результате чего передвижение и получение услуг на территории оцениваемого района для лиц, относящихся к маломобильной группе населения, становится затруднительным либо невозможным. Показатель реализации функции составляет лишь 8 % от максимально возможного, изменить сложившуюся ситуацию возможно только в случае проведения инновационных мероприятий по формированию комфортной городской среды, учитывающей особенности наиболее уязвимой маломобильной группы населения.

Список литературы

1. Ильичев, В. А. Биосферная совместимость природы и человека – путь к системному решению глобальных проблем [Текст] / В.А. Ильичев // Стратегические приоритеты, 2014.- № 1. - С. 42-58.

2. СП 59.13330.2016 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/ cons/cgi/online.cgi? req=doc&base= STR&n=20739#03274897337597097

3. Брума, Е.В. Технологии обеспечения экологически безопасной и доступной среды биосферно-совместимого города для маломобильных групп населения [Текст] / Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Е.В. Брума. – Курск, 2014. – 20 с.

4. Ильичев, В.А. и др. Принципы преобразования города в биосферсовместимый и развивающий человека [Текст] / Научная монография/В.А. Ильичев, С.Г. Емельянов, В.И. Колчунов, В.А. Гордон, Н.В. Бакаева. – М., Издательство АСВ, 2015. – 184 с.

5. Енина Е.И. Определение параметров пешеходных путей с учетом потребностей различных групп населения [Текст] / Е.И. Енина // Интеллект. Инновации. Инвестиции, 2016. – №5. – С. 102-104.

6. Бакаева, Н.В. Оценка реализуемости функций биосферсовместимого города в современных жилых микрорайонах [Текст] / Н.В. Бакаева, И.В. Шишкина // Известия Юго-западного государственного университета. Серия: техника и технологии, 2015. - № 1(14). – С. 43-54

ЧАПЛЫГИНА АНАСТАСИЯ АЛЕКСАНДРОВНА
Россия, г. Курск, Юго-Западный государственный университет
chaplyginaanastasija@yandex.ru

АНАЛИЗ СПОСОБОВ УСИЛЕНИЯ КИРПИЧНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

В данной статье проведен анализ существующих методов усиления кирпичной кладки, а так же рассмотрено применение технологии внешнего армирования для усиления кирпичной кладки с использованием композитных материалов и анкеров.

Множество построек дореволюционного периода выполнено из кирпича. Кирпич как строительный материал сочетает в себе такие качества, как: долговечность, прочность, эстетичность, экологичность, низкая теплопроводность и т.д.

В свою очередь, объекты, возведенные из кирпича, подвергаются неблагоприятному воздействию целого ряда факторов, что зачастую ускоряет процесс снижения параметров эксплуатационных показателей кирпичной кладки[9]. При усилении несущих конструкций, выполненных из кирпичной кладки, основным вопросом является компенсация снижения несущей способности кирпичной кладки и доведения параметров эксплуатационных показателей до нормативных значений.

Усилению строительных конструкций всегда уделялось значительное число публикаций разных авторов [1-3]. Выбор оптимального решения при ремонте каменной кладки носит комплексный характер и является сравнительно сложной инженерной задачей.

В отечественной практике известны такие распространенные методы усиления каменной кладки, как [1]:

- применение стальных обойм, хомутов;
- устройство сердечника;
- инъецирование специальных растворов;
- частичная или полная замена элементов кладки.

Такие традиционные методы усиления эффективны, но в большинстве случаев не отвечают требованиям обеспечения сохранности внешнего вида конструкции или зданий. Примером может служить усиление несущих конструкций исторических зданий, сохранение внешнего облика которых является определяющим фактором [2].

В настоящее время получили распространение сравнительно новые методы усиления каменных конструкций, относящихся к группе методов, реализующие принципы устройства «системы внешнего армирования» и позволяющие избежать изменения архитектурного облика и изменения его параметров при проведении реконструкции усиления конструкций из кирпичной кладки:

1) усиление кирпичной кладки композитными материалами;
2) усиление кирпичной кладки анкерами.

Композитные материалы (ткани, ленты, холсты)– это материал, который состоит из двух и более компонентов пластичной основы, армированной наполнителями с различными физическими и химическими свойствами. В Европе система усиления композитами известна под названием FRP (Fiber Reinforced Polymer) – иными словами усиление полимерным волокном.

Технология усиления конструкций композитными волокнами заключается в наклейке с помощью специального эпоксидного клея или клея на основе микроцемента на поверхность конструкций высокопрочных холстов.

Для изучения эффективности усиления композитными материалами был выполнен расчет несущей способности кирпичной кладки стены 2-х этажного здания. По результатам расчета было сделано заключение о необходимости увеличения несущей способности простенка.

Расчет усиления композитными лентами и сетками проводится по аналогии с косвенным армированием, исходя из принципа увеличения расчетного сопротивления кладки за счет добавления расчетного сопротивления усиливающего материала:

$$R_{арм}=R+R_{ус}, \quad (1)$$

где $R_{арм}$ - прочность армированной кладки, R – расчетное сопротивление кладки, $R_{ус}$ – расчетное сопротивление усиливающего материала.

Результаты расчета показали, что эффективность усиления зависит от вида армирующего компонента композитного материала и значения его предела прочности на разрыв. Усиление лентами было произведено при использовании углеволокна, стекловолокна и арамидволокна. Ленты на основе базальтового волокна не получили широкого применения, вследствие своей высокой прочности, данные по этим материалам отсутствуют.

Усиление сетками производилось при использовании углеволокна, стекловолокна и базальтового волокна.

Анализируя результаты расчета среди лент, отметим самый высокий показатель эффективности усиления у углеволокна. Среди сеток самый высокий показатель эффективности усиления оказался у базальтовых материалов.

Результаты расчета технологической эффективности усиления лентами и сетками представлены на рисунке 1.

Исследование данной системы усиления композитными материалами позволяет выделить следующие достоинства:

- высокий показатель прочности на разрыв армирующих компонентов;
- коррозионная стойкость;
- легкость монтажа;

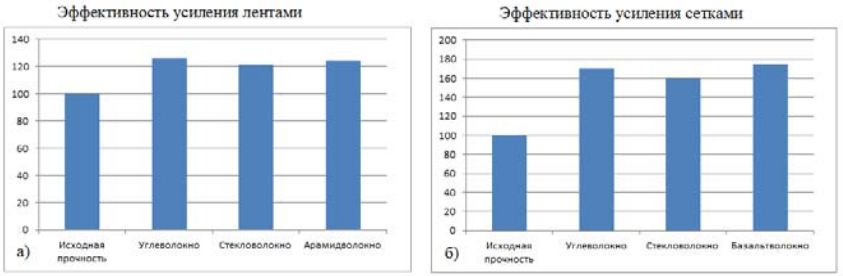


Рисунок 1. Сравнение технологической эффективности при усилении: а – лентами, б – сетками

- малый вес материала и как следствие минимальные нагрузки на восстанавливаемые конструкции;
- универсальность применения к любым формам и как следствие сохранение архитектурного облика конструкций [7-8].

При разработке усиления с применением «системы внешнего армирования», использующей технику «bed joint reinforcement» - композитные стержни в качестве элементов армирования, основное внимание уделяется восприятию растягивающих усилий. Соответственно, направление укладки стержней должно совпадать с направлением напряжений растяжения, которые превышают допустимые значения.

Также такие связи применяются не только для ремонта кирпичной кладки при растрескивании, но и для связи наружного слоя облицовки с внутренним слоем.

К достоинствам системы анкерного армирования можно отнести:

- высокие прочностные и упругие характеристики материала;
- легкий вес;
- высокая технологичность, без использования сложного механизированного труда;
- стойкость к коррозии;
- отсутствие необходимости вмешательства изнутри конструкций (при наличии только внешнего повреждения);
- технологическая совместимость с любыми материалами [4, 5].

Исследуя недостатки данного метода, следует отметить:

- высокую стоимость расходных материалов;
- потребность в квалифицированных рабочих [4,5].

Выделим ряд задач, связанных с расчетом усиления кладки стержнями, а именно:

1. Определение несущей способности кладки обследуемых конструкций;
2. Выделение «слабых зон» и значений нагрузок, превышающих расчетные напряжения;
3.Определение направления их действия;

4.Расчет требуемого количества стержней, для восприятия превышающих нагрузок.

Кирпичная кладка является материалом неоднородным и комплексным. В данной работе для расчета конструкции был применен упругий анализ и были использованы условные параметры упругости и прочности камня.

Для выделения «слабых зон», направления и значений нагрузок, превышающих расчетные напряжения кладки на сжатие в ПК ЛИРА была построена модель исследуемого объекта (рисунок 2).

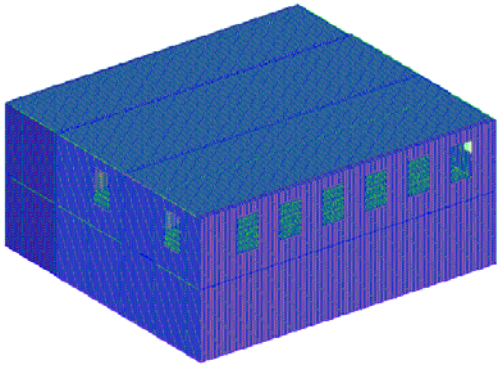


Рисунок 2. Модель исследуемого объекта

При расчете были определены зоны, в которых величина напряжения оказалось больше допустимого значения. Для восполнения недостатка несущей способности кладки было рассчитано необходимое количество анкеров.

Достоинствами систем анкерного армирования являются:

- высокие прочностные и упругие характеристики материала;
-легкий вес;
-высокая технологичность, без использования сложного механизированного труда;
-стойкость к коррозии;
- отсутствие необходимости вмешательства изнутри конструкций;
-технологическая совместимость с любыми материалами [5, 6].

Положительным качеством данного метода является и то, что после проведения этих работ внешний облик здания не изменяется.

Обсуждая недостатки данного метода, следует отметить:

- высокую стоимость расходных материалов;
- потребность в квалифицированных рабочих [5, 6].

По показателям прочностных характеристик рассмотренные методы усиления кирпичной кладки за счет применения «системы внешнего армирования» являются эффективными. С точки зрения сохранения архитектурной выразительности, в отличие от усиления обоймами и хомутами, являются также более эффективными. В свою очередь, отсутствие норма-

тивной базы и малый объем экспериментальных исследований вызывает необходимость проведения дальнейших исследований и испытаний для усиления конструкций рассматриваемыми методами.

Список литературы

1. Лазовский Д. Н. Проектирование реконструкции зданий и сооружений: учебно-методический комплекс. В 3 ч. Ч. 2. Оценка состояния и усиление строительных конструкций / Д. Н. Лазовский. – Новополоцк : ПГУ, 2010. – 340 с.

2. Павлова М. О. Ремонт и усиление каменных конструкций: инновационные методы / М. О. Павлова// Строительный профиль. – 2009. – №8. – С. 29 – 31.

3. De Vent Ilse. HobbelmanGerrie: Confusing cracks and difficult deformations: Interpreting structural damage in masonry/ De Vent Ilse, Rots Jan, Van Hees Rob // Structural Analysis of Historical Constructions. – Poland, 2012. – Pp. 243-252.

4. Павлова М. О. Современные исследования и разработки способов ремонта, реконструкции, реставрации и мониторинга в России и в Европе/М. О. Павлова // Технология строительства, 2009. - № 3.- С. 21–23.

5. Серов, А. Н. Мониторинг трещин в каменных зданиях: современные методы / А. Н. Серов, Р. Б Орлович, И. С. Морозов // Архитектура, дизайн, строительство, 2009. - №1. - С. 62-63.

6. Соколов, Б.С. Экспериментально-теоретическое обоснование диаграмм деформирования материалов при расчете конструкций из каменных кладок / Б. С. Соколов, А. Б. Антаков // В сборнике: Современные проблемы расчета железобетонных конструкций, зданий и сооружений на аварийные воздействия, 2016. - С. 382-388.

7. Bernat-Maso E. Experimental assessment of Textile Reinforced Sprayed Mortar strengthening system for brickwork wallets/ E. Bernat-Maso, Ch. Escrig, Ch. A Aranda et. al. // Spain.: Construction and Building materials , 2013 - P. 3–13.

8. Drysdale R. G. Masonry structures behavior and design/ R. G. Drysdale, A. A. Hamid// Poland : The masonry society, 2011.

9. Орловский, С.Я. Виды дефектов в конструкциях и причины их возникновения / С.Я Орловский, В. Я. Герасименко // Инновационная наука, 2015. - № 12-2. - С. 119-121.

ЧЕРТОВ Н.В.
Россия, г. Курск, Юго-Западный государственный университет
Chertovnek46@mail.ru

ПРОЧНОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНО СЖАТЫХ СТЕРЖНЕЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ В УСЛОВИЯХ СИЛОВОГО И СРЕДОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Введение. В настоящее время используются различные реологические модели для анализа длительной прочности конструкций из дерева при оценке их силового сопротивления. Они отличаются степень точности, количеством учитываемых различных факторов, уровнем эффективности при применении в практических целях и др. В то же время на сегодняшний день отсутствуют расчетные модели и данные экспериментальных исследований, позволяющие вести анализ деформирования конструкций из дерева при одновременном проявлении силового и средового сопротивления.

Учитывая определенную сложность в решении такой задачи необходимо создание простейших реологических моделей изменения деформационных и прочностных параметров древесины во времени, позволяющие получить достаточно простые аналитические выражения для критериев длительной прочности конструктивных элементов из древесины. Будем полагать, что относительный дефицит текущего значения исследуемого фактора неравновесного силового сопротивления дерева описывается некоторой функцией, которая инвариантна по отношению ко всем физико-механическим характеристикам этого материала: R, E, 1/c и др.

Для построения критерия прочности древесины используем реологическую модель деформирования материала, состоящую из двух последовательно соединенных элементов. Первый элемент (элемент 0) описывается используемой физической моделью деформирования (рис. 1), второй соответствует модели Кельвина-Фойгта [1].

В соответствии с этой моделью предельное значение главной линейной деформации древесины (или интенсивность деформации сдвига Γ_*) ее предельное значение ε_{ult}:

$$\varepsilon_{ult} = \varepsilon_0 + \varepsilon_1, \qquad (1)$$

где ε_0 – деформации соответствующие элементу 0 используемой физической модели деформирования (см. рис. 1), характеризующие процесс кратковременного («мгновенного») нагружения, ε_1 – деформации, соответствующие модели Кельвина-Фойгта, последовательно соединяемой с элементом 0.

При использовании представленного критерия прочности древесины определяющее уравнение ее длительной прочности при σ=const записывается в виде:

$$\varepsilon \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{\sigma}{R}}\right) + \frac{\sigma}{E} \cdot (1 - \exp(-\omega \cdot t)) = \varepsilon_{ult}, \qquad (2)$$

где первое слагаемое соответствует аппроксимации диаграммы работы древесины при кратковременном нагружении квадратной параболой. Уравнение (2) позволяет найти либо длительную прочность древесины σ при заданном критическом времени $t=t_{кр.}$, либо непосредственно определить $t_{кр.}$, либо наоборот $t_{кр.}$ по заданному значению σ.

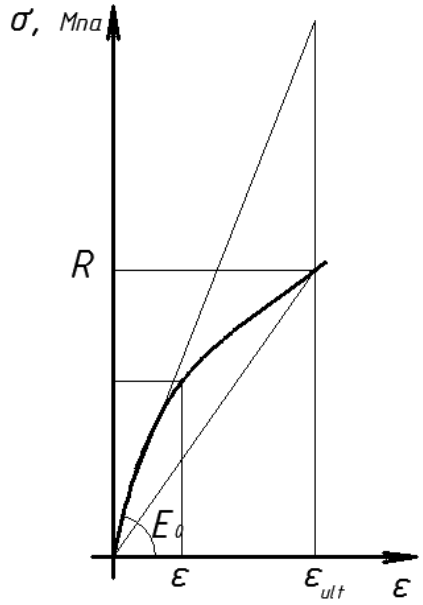


Рис. 1 – Физическая модель деформирования древесины

В том случае, если при активном нагружении напряжение возрастает по произвольному закону во времени σ= σ(t) значение ε_1 в зависимости (1) определяется выражением:

$$\varepsilon_1 = K^{-1} \cdot e^{-\omega \cdot t} \cdot \sigma \int_0^t e^{\omega t} dt, \qquad (3)$$

В (2) и (3) E_1 и К – соответственно линейный модуль деформаций и модуль вязкого сопротивления модели Кельвина-Фойгта; $\omega = \frac{E_1}{K}\cdot$ Используя приведенные аналитические зависимости можно определить длительную прочность сжатого стержня из древесины. Для этого при σ=const из уравнения (3) найдем значение ε_1:

$$\varepsilon_1 = \frac{\sigma}{E_1} \cdot (1 - e^{-\omega t}), \qquad (4)$$

Поскольку в рассматриваемой задаче речь идет о длительной прочности древесины, то вместо напряжений σ надо принять σ_{ult}. При аппроксимации нелинейной зависимости мгновенной (кратковременной) деформации квадратной параболой напряжение σ определяется из выражения:

$$\varepsilon_0 = \varepsilon_{\text{ult}} \cdot (1 - \sqrt{1 - \frac{\sigma_{\text{ult}}}{R}}), \quad (5)$$

где $\varepsilon_{\text{ult}} = \frac{2 \cdot R}{E_0}$, E_0 – начальный модуль упругости древесины, соответствующий точке σ=0. В расчетах принято $E_1 = 0{,}75 \cdot E_0$ – соотношение принято при формирование математической модели с учетом экспериментальных данных Е.А. Квасникова [3].

Значение ω может быть найдено из анализа экспериментальных данных Е.А. Квасникова, используя следующее соотношение:

$$\omega = \frac{E_0}{K} = \frac{n^*}{n} \cdot (\frac{t}{n})^{n^*-1}, \quad (6)$$

где n – время релаксации; n^* - коэффициент, характеризующий нелинейность вязкого сопротивления. Значение n и n^* принимается по экспериментальным данным.

Количественный анализ. Для количественного анализа длительной прочности деревянного сжатого стержня преобразуем зависимость (4) следующим образом. Подставим в эту зависимость значение $t = \infty$ и значение $E_1 = 0{,}75 \cdot E_0$. Тогда обозначив $\varepsilon_{\text{ult}} = \frac{2 \cdot R}{E_0}$ и $\varphi_{\text{ult}} = \frac{\sigma_{ult}}{R}$, для деформаций ε_1 получим:

$$\varepsilon_1 = \frac{\varphi_{ult} \cdot \varepsilon_{ult}}{1{,}5}, \quad (7)$$

Подставив (5) и (7) в выражение (1) получим квадратное уравнение относительно φ_{ult}, а затем определим σ_{ult}.

Количественная оценка. Предельное значение линейного модуля E_1 древесины, при котором сжатый элемент не потеряет прочность можно найти, полагая в зависимости (2) значение $t = \infty$. Обозначив $\varepsilon_{\text{ult}} = \frac{2 \cdot R}{E_0}$ и $\varphi_{\text{ult}} = \frac{\sigma_{ult}}{R}$, заменив E_1 на $0{,}75 \cdot E_0$ и выразив значение R из этих соотношений можно записать:

$$E_0 = \frac{2 \cdot \sigma_{ult}}{\varphi_{ult} \cdot \varepsilon_{ult}}. \quad (8)$$

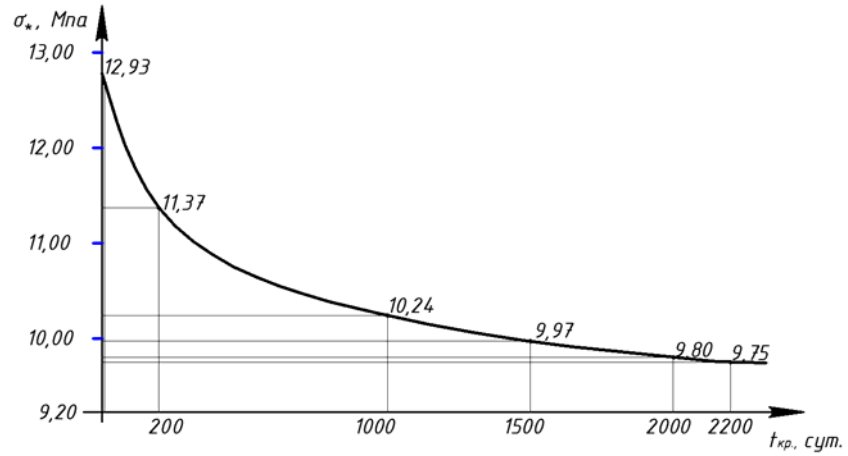


Рис. 3 – График изменения предельных напряжений во времени

Вывод. Предложенный критерий оценки длительной прочности сжатых стержней из древесины позволяет относительно просто оценивать ресурс сопротивления таких элементов при различных воздействиях.

Список литературы

1. Колчунов В.И., Андросова Н.Б., Клюева Н.В., А.С. Бухтиярова. Живучесть зданий и сооружения при запроектных воздействиях: Научное издание. - М.: Издательство АСВ, 2014. – 208 с.

2. Г.А. Гениев. Вариант деформационной теории пластичности бетона [Текст]/ Г.А. Гениев// Бетон и железобетон, 1969.- №2.- С. 18-20.

3. Квасников Е.Н. Вопросы длительного сопротивления древесины и конструктивных материалов из дерева и слоистых пластиков. - Л., 1972. - 95 с.

4. Верюжский Ю.В., Голышев А.Б., Колчунов Вл.И., Клюева Н.В., Лисицын Б.М., Машков И.Л., Яковенко И.А.. Справочное пособие по строительной механике. В двух томах. Том I: Учебное пособие. - М.: Издательство АСВ, 2014. – 640 с.

5. К.П. Пятикрестовский. К вопросу о выборе модулей упругости при расчете деревянных конструкций на прочность, устойчивость и по деформациям [Текст]/ К.П. Пятикрестовский//Строительная механика и расчет сооружений, 2012. - №6. – С. 73-77.

6. В.И. Колчунов, К.П. Пятикрестовский. Особенности расчета деревянных конструкций на прочность по деформациям [Текст]/ В.И. Колчунов, К.П. Пятикрестовский//Строительство и реконструкция, 2013. - №2. С. 25-34.

ЭШДАВЛАТОВ ЭШПУЛАТ УЗАКОВИЧ, к.т.н., доцент
ЭШДАВЛАТОВ АКМАЛ ЭШПУЛАТОВИЧ, ассистент,
СУЮНОВ АЛИШЕР АБДИГАППАРОВИЧ,ассистент
Каршинский инженерно-экономический институт, г.Карши, Узбекистан

РАСЧЕТ РАСХОДА ВОДЯНОГО ПАРА И ВЫБОР УСТРОЙСТВА ПОДАЧИ В КАМЕРУ СМЕШИВАНИЯ

В статье приведена определения расхода пара на нагрев кормовых смеси в непрерывном потоке с учетом его потерь при выгрузке готовой кормовых смеси.

Ключевые слова: смеситель, корма, нагрев, пар, парораспределитель, теплоотдачи, шлюзовой затвор, потери пара, паропровод, змеевик, свободный пространство, качество смешивания, расход пара.

В животноводстве для тепловой обработки кормов широко применяется пар. Основным преимуществом нагревания кормов паром является лучшие сохранение витаминов и питательных веществ, чем при нагревании другими видами теплоносителей. Его удобно транспортировать по трубам на значительное расстояние без больших дополнительных затрат, легко регулировать расход и температуре изменением давления. Пар имеет большую скрытую теплоту парообразования и коэффициент теплоотдачи, для его получения не требуется больших затрат по сравнению с другими видами теплоносителей. Существуют два способа нагревания кормов паром:

нагревание через разделительную стенку, то есть между материалом и паром имеется стенка, через которую тепло отдается материалу и при этом материал не имеет контакта с паром;

нагревание путем непосредственного контакта пара с нагреваемым материалом.

Нагревание через разделительную стенку удорожает обработку и снижает производительность оборудования. Это связано с малым коэффициентом теплоотдачи, так как из-за разделительной стенки между нагреваемым материалом и паром тепло может проникать во внутренние слои массы материала только за счёт теплопроводности. Этот способ требует специальной конструкции оборудования, обеспечивающего наибольший коэффициент теплоотдачи. Например, оборудование может изготовляться с двойными стенками, между которыми пропускается пар: с вращающимся змеевиком, являющимся частью поверхности нагрева и обеспечивающим перемешивание материала и др. Все эти конструкции усложняют изготовление и увеличивают стоимость. оборудования. Кроме того, использование оборудования с расходами по сравнению с оборудованием, обеспечивающим непосредственный контакт пара с нагреваемым материалом (очистка теплообменной поверхности от накипи и нагара, уход за механизмами для перемешивания и др.).

Поэтому для нагревания кормов целесообразно применять устройства, обеспечивающие ввод пара непосредственно в камеру смешивания.

Одним из основных факторов, влияющих на расход пара и температуру нагрева корма, является способ и устройство для подачи пара в камеру смешивания. Наилучшим следует считать такое расположение парораспределителя, при котором пар достигает всех наиболее удаленных точек и материал нагревается за сравнительно короткое время. В этом случае потери тепла на нагрев продукта и на нагрев окружающей среды будут минимальные.

Предлагаемая конструкция смесителя с тепловой обработкой кормов включает смонтированный на раме корпус с крышкой, загрузочный и выгрузочный шлюзовые затворы, двухзаходный шнек с разрывами между витками, парораспределитель и привод.

Парораспределительная труба установлена внутри кожуха вдоль смесителя по правой его стороне по ходу технологического процесса выше оси шнека, что исключает потери пара в окружающую среду (рис.1.). Кроме того труба дополнительно нагревает воздушное пространство внутри кожуха смесителя. На парораспределительной трубе в один ряд расположены парораспределительные конусообразные отверстия для обеспечения равномерного распространения пара в камере смешивания. Для регулирования подачи пара установлен кран.

Расчет расхода пара для нагревания продукта производился многими учеными [1, 3…6]. Полученные формулы для расчета расхода пара практически не отличаются друг от друга и их можно представить в общем виде следующим выражением

$$q = q_1 + q_2 + q_3. \qquad (1)$$

где q_1 - расход пара на нагревание продукта, кг;

q_2 - расход пара на нагревание стенок установки, кг;

q_3 - потери пара в окружающую среду через стенки корпуса установки, кг.

Эта формула справедлива только для запарников или смесителей порционного действия. При непрерывном смешивании с тепловой обработкой кормов готовый продукт непрерывным потоком выгружается из смесителя. В этом случае вместе с готовым продуктом некоторое количество пара тоже выходит из смесителя через выгрузную горловину. Поэтому в формулу (1) для смесителя, непрерывного действия с тепловой обработкой кормов необходимо дополнительно включить потери пара, возникающие при непрерывной выгрузке кормов. С учетом этого, формулу (1) для смесителей непрерывного действия можно записать следующим образом

$$q = C(q_1 + q_2 + q_3). \qquad (2)$$

где С - коэффициент, учитывающий потери пара при выгрузке готовой кормосмеси.

Коэффициент С определяется экспериментальным путем.

Расход пара на нагревание продуктов определяли по формуле [2, 4,6, 7]

$$q_1 = \frac{10^3 \cdot Q_{см} \cdot C_k (t_1 = t_o)\tau}{r}; \quad (3)$$

где $Q_{см}$- производительность смесителя, т/ч;

$C_к$ - удельная теплоемкость кормовых компонентов, дж/кг°С;

t_1 -Осевую скорость частицы выразим через абсолютную скорость V_o

$V_n = V_o \cdot \sin\beta_o$ или учитывая (13) готового продукта, °С;

t_o - начальная температура кормовых компонентов, °С;

τ - продолжительность процесса нагревания, ч;

r - скрытая теплота парообразования, дж/кг.

Расход пара на нагревание стенок смесителя определяли по формуле [1],

$$q_2 = \frac{M \cdot C_{cm}(t^1{}_{cm} - t^1)}{r} \quad (4)$$

где M- масса нагреваемых частей смесителя, кг;

C_{cm}- удельная теплоемкость материала стенок смесителя, дж/кг-°С;

$t^1{}_{cm}$ и t^1 - конечная и начальная температура стенок, °С.

Потери пара в окружающую среду определяли по формуле [1]

$$q_3 = \frac{3600 \cdot A_1 \cdot f \cdot (t_{cm} - t_{ok}) \cdot \tau}{r}; \quad (5)$$

A_1 - площадь поверхности теплоотдачи стенок, м^2;

t_{cm}- средняя температура наружной поверхности стенок, °С;

t_{0k} - средняя температура окружающего воздуха, °С;

f - суммарный коэффициент теплоотдачи конвекцией и лучеиспусканием [6], Вт/м^2 °С.

$$f = 9{,}07 + 0{,}055(t_{cm} - t_{ok}); \quad (6)$$

Зная расчетные значения q_1, q_2, q_3 и экспериментальные значения общего расхода пара, можно определить коэффициент С из следующего выражения

$$C = \frac{q}{q_1 + q_2 + q_3}; \quad (7)$$

Экспериментальные значения общего расхода пара определяли путем замеров получаемого количества конденсата пара на специально изготовленной установке, имитирующей парораспределитель смесителя (рис.1.), в который были сохранены все геометрические размеры подводящих сечений паропроводов, заложенных в смеситель.

Установка состояло из емкости вместимостью 1,6 м^3, трех змеевиков, каждый из которых был одним концом подсоединен к подводящему паропроводу, другими концами - к отводящему трубопроводу, заливной и сливной трубам для холодной воды (рис.2.).

Опыты проводили следующим образом: подводящий паропровод отсоединяли от смесителя и подсоединяли его к установке. Подключали емкость к проточной системе водопровода. Когда заполнялась емкость холодной водой, включали подачу пара с тем же давлением и температурой, как и при проведении тепловой обработки кормов в смесителе.

Рис.1. Подача пара в смеситель

Рис.2.Общей вид установке

После достижения установившегося режима подачи пара производили, замеры получаемого количества конденсата с помощью мерной емкости в единицу времени. Время контролировали секундомером.

Опыты проводили с трехкратной повторностью, в каждом опыте отбирали по 5 проб.

Для получения более достоверных данных опыты проводили при разных давлениях в паропроводе, а именно при 0,04 и 0,05 МПа.

Коэффициент, учитывающий потери пара при выгрузке готовой кормосмеси, составляет С=1,08….1,10.

Список литературы

1. Кулаковский И.В., Кирпичников Ф.С., Резник Е.И. Машины и оборудование для приготовления кормов.- Справочник. –М.: Россельхозиздат, 1987.-285 с.

2. Сыроватка В.И. и др. Механизация приготовления кормов. – Справочник. - М.: Агромиздат, 1985. – 368 с.

3. Уланов И.А. Машины для смешивания, гранулирования и тепловой обработки кормов. - Саратов, 1977. - 38 с.

4. Терпиловский К.Ф. Механизация процессов тепловой обработки кормов. - Минск: Урожай, 1973. - 127 с.

5. Грачева Л.Н., Алексеев В.В. и др. Обоснование теплотехнических характеристик установок термохимической обработки соломы, - В кн.: Механизация и электрификация сельского хозяйства. -Киев, 1983, вып. 58. - 72 с.

6. Захаров А.А. Применение теплоты в сельском хозяйстве. -I.I.: Агропромиздат, 1986. - 288с.

7. Руно А.А., Терпиловский К.Ф. Анализ способов повышения производительности кормоприготовительных машин. - Труды ЦЙИШЭСХ, т. У, вып. 2.1986.

ЮСУПОВ АКБАР ЭШКУВВАТОВИЧ, старший преподаватель
Каршинский инженерно-экономический институт, г. Карши, Узбекистан

БЕЗОПАСНОЕ УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЕМ

При возникновении опасности торможение автомобиля является единственным свойством предупреждения дорожно-транспортного происшествия (ДТП). В статье приводятся способы торможения автомобиля и методы обеспечения безопасность движения. Также указаны принцип работы нового противооткатного тормозного устройства.

Ключевые слова: автомобиль, транспорт, движения, человек, безопасность, скорость, водитель, маневр, тормозной пут.

Проблема обеспечения безопасности движения существует во всех странах. По данным Европейской Экономическй комиссии ООН, автомобильный транспорт в 12 раз опаснее морского и речного и в 1,5 раза опаснее воздушного транспорта. Ежегодно во всем мире в результате ДТП погибают 1,2 млн. человек. На каждого погибшего приходится в среднем 20-25 раненных. На лечение пострадавших в ДТП расходуется в среднем 1-3 % валового национального дохода страны [1].

Непременным показателем мастерства водителя является его умение обеспечит безопасность движения в самых различных условиях дорожной обстановки [2].

Однако безопасность движения нельзя рассматривает как самоцель, должна находиться в неразрывной связи с наиболее полным использованием скоростных возможностей автомобиля.

Водитель всегда обязан помнить, что чем больше скорость движения, тем опаснее выполнение различных маневров. Неразумное использование скорости является причиной большинства ДТП с тяжелыми последствиями.

Состояние тормозов и правильное пользование ими имеет большое значение для безопасности движения. Торможение - процесс создания и изменения искусственного сопротивления движению автомобиля с целью уменьшения его скорости или удержания неподвижным относительно дороги.

Тормозные системы рассматривают как рабочую, запасную (аварийную), стояночную и вспомогательную. Критериями оценки эффективности рабочих и запасных тормозных систем является тормозной пут и замедление, стояночной - уклон, на котором должен удерживаться автомобиль, а вспомогательной - постоянная скорость, которая должна поддерживаться при движении на спуске определенной крутизны и длины.

Плавное торможение называют служебным. Если конечная скорость при торможении равна нолю его называют полным, если не равна - частичным. Также торможение характерно тем, что производится без максимального

использования тормозов и, как правило, с выключенной передачей. Снижение скорости при служебном торможении осуществляется при помощи двигателя, а окончательная остановка автомобиля осуществляется плавным нажатием на педаль тормоза.

Торможения, целью которого является максимально быстрая остановка, называется экстренным. Торможение, совершаемое с целью предотвратить ДТП, называется аварийным (на дорогах с высоким коэффициентом сцепления).

Оно, как правило, осуществляется внезапно, в случаях возникновения опасности наезда, когда требуется быстро остановить автомобиля или снизит ее скорость. Наиболее правильным в этом случае будет торможение автомобиля до начала блокировки колес, т.е. до состояния, когда колеса перестают катиться и начинают скользит по дороге "юзом".

Полной блокировке колес допускат не следует, так как при этом: во-первых, увеличивается тормозной путь, особенно на скользкой дороге, а во-вторых, резко повышается возможность бокового заноса автомобиля, поэтому при появлении "юза" интенсивность торможения надо уменьшить, ослабив нажатие на педаль тормоза. На скользкой дороге, где "юз" появляется при меньшем тормозная сила, следует использовать прием прерывистого торможения. Экстренное торможение надо производить при включенном двигателе. Это позволит лучше использовать тормозное усилие двигателя и повысит устойчивость автомобиля на дороге.

Пользоваться (ручным) стояночным тормозом следует в исключительных случаях. Например, для предотвращения наезда при внезапном отказе (ножного) рабочего тормоза. В остальных случаях ручной тормоз используют только как стояночный.

Автомобилям приходится работы в весеннюю и осеннюю распутицу, на дорогах различного состояния, в горах и на равнине, т.е. совершат движение в тяжелых дорожных условиях.

В горной местности часто встречаются дороги с подъемами и спусками. Вождение автомобиля в горной местности от водителя требует дополнительных навыков по вождению автомобиля в таких условиях.

При преднамеренной или вынужденной остановке автомобиля на подъеме, водитель удерживает автомобиль на месте при помощи стояночной тормозной системы. Трогание автомобиля с мест стоянки на подъеме является сложной задачей для водителя. При неправильных действиях водителя в таких случаях может привести к отказу автомобиля назад или может двигатель заглохнет.

Чтобы решит эту проблемы предлагается "Противооткатная тормозная система", которая предотвращая откат автомобиля назад, обеспечивает свободное движение вперед [3]. Применение противооткатной тормозной системе облегчая труд водителя обеспечивает безопасное движение автомобиля в горной местности.

Список литературы

1. Азизов К.Х. и др. Правила дорожного движения и его безопасность. Ташкент: ИД "Тасвир", 2008, 256 стр.
2. Бони Б. Мастерство управления автомобилями, М., Транспорт 1992 г.
3. Тургунбаев Б. Заявка на изобретения №IAP 20100552.

ЯКОВЛЕВ В.А.
Россия, г.Курск, Юго-Западный государственный университет
Vladislav.Walle@yandex.ru

СОВМЕСТНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ СИСТЕМЫ «ЗДАНИЕ-ОСНОВАНИЕ» НА ТЕРРИТОРИЯХ С ПРОСАДОЧНЫМИ ГРУНТАМИ

При строительстве часто сталкиваются со сложными инженерно-геологическими условиями (просадочные, насыпные и слабые водонасыщенные грунты), с воздействием агрессивной среды. Наличие трещин, локальных разрушений нарушает нормальную эксплуатацию предприятий.

Чрезвычайно сложно обеспечить безаварийную работу зданий и сооружений на просадочных грунтах. Здесь требуется более полный учет совместной работы основания, фундаментов и подземной части здания; внедрение последних достижений науки и техники в восстановление эксплуатационных качеств конструкций, в обеспечении их безаварийной работы, в прогнозировании развитий процессов в грунтах и конструкциях.

Просадочный процесс в грунтах имеет природно-техногенный характер и относится к группе неблагоприятных, а в некоторых случаях катастрофических явлений. Часто трещины проявляются спустя довольно долгий срок эксплуатации, когда начинает разрушаться отмостка здания, приходят в негодность трубы систем водоснабжения и водоотведения, вследствие чего происходит замачивания грунтов основания и начинается процесс просадки. Проектной документации к моменту начала образования трещин, как правило, не сохраняется, поэтому при решении вопроса о дальнейшей эксплуатации здания необходимо точно установить местоположение источника замачивания и устранить это источник. (выполнить ремонт труб или отмостки и т.п.).

Если допустить, что:

1. Осадочная трещина, расширяющаяся к верху, расположена в месте максимальной просадки грунта основания под стеной;
2. Осадочная трещина, раскрывающаяся к низу, расположена в месте, где просадка грунта основания стены отсутствует (кривая просадки завершается).

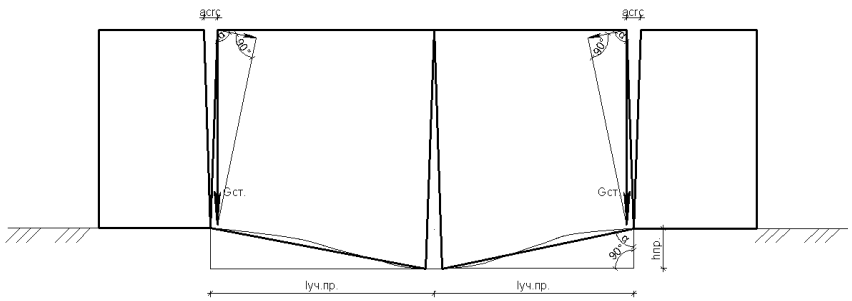


Рисунок 1- Схема образования осадочных трещин в стенах здания

Ширина раскрытия трещин равна [1]:

$$a_{crc} = \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot \psi_s \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot l_s, \quad (1)$$

откуда

$$\sigma = \frac{a_{crc} \cdot E}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot \psi_s}. \quad (2)$$

При просадке грунта основания несущие стены получают крен, за что чего в конструкции самой же стены возникают внутренние усилия растяжения, и, как следствие, происходит образование, трещин. При небольшой ширине раскрытия трещин (при небольших просадка), основной нагрузкой, вызывающей растягивающие усилия является проекция силы тяжести, действующей на стену, на ось, параллельную линии осадки $G_{ст} \cdot cos\alpha$. Напряжения можно записать виде:

$$\sigma = \frac{G_{ст} \cdot \cos\alpha}{b_{ст}}, \quad (3)$$

Если приравнять формулы [2] и [3]:

$$\frac{a_{crc} \cdot E}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot \psi_s} = \frac{G_{ст} \cdot \cos\alpha}{b_{ст}}, \quad (4)$$

$$\cos\alpha = \frac{a_{crc} \cdot E \cdot b_{ст}}{G_{ст} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot \psi_s},$$

$$\cos\alpha = \frac{a_{crc} \cdot E}{l_{у.пр.} h_{ст} \cdot \rho_{к.кл.} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot \psi_s}. \quad (5)$$

Из геометрии:

$$h_{пр.} = l_{уч.пр.} \cdot \mathrm{ctg}\alpha, \quad (6)$$

Если записать формулу [6] с учетом [5], получим:

$$h_{пр.} = l_{уч.пр.} \cdot ctg\left(arccos\left[\frac{a_{crc} \cdot E}{l_{у.пр.} h_{ст} \cdot \rho_{к.кл.} \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot \psi_s}\right]\right). \quad (7)$$

Список литературы

1. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. – М.: Минрегион России, 2003. – 114 с.
2. СП 22.13330.2011, актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. – М.: Минрегион России, 2010. -166 с.
3. Пособие по проектированию оснований и фундаментов зданий и сооружений на просадочных грунтах. –М.: Стройиздат. 1964. -88 с.
4. СНиП П-Б.2-62. Основания и фундаменты зданий и сооружений на просадочных грунтах.
5. Полищук А.И. Основы проектирования и устройства фундаментов реконструируемых зданий. – Нортхэмптон: STT; Томск: STT, 2004. - 476с.
6. Клепиков С.Н. Расчет зданий и сооружений на просадочных грунтах. – Киев: Будивельник, 1987. – 200с.

научное издание

2-я Международная научно-практическая конференция молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО

СБОРНИК научных трудов

4-5 июня 2018 года

Ответственный редактор *Горохов А.А.*

Подписано в печать 15.06.2018 г.
Формат 60x84 1/16, Бумага офсетная
Уч.-изд. л. 11,8 Усл. печ. л. 10,2 Тираж 100 экз. Заказ № 381

Отпечатано в типографии
Закрытое акционерное общество "Университетская книга"
305018, г. Курск, ул. Монтажников, д.12
ИНН 4632047762 ОГРН 1044637037829 дата регистрации 23.11.2004 г.
Телефон +7-910-730-82-83