

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

**Материалы I Международной
научно-практической конференции
студентов и магистрантов
(15 марта 2018 г.)**

Гомель 2019

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Материалы I Международной научно-практической конференции
студентов и магистрантов
(15 марта 2018 г.)

Под общей редакцией *А. А. Васильева*

Гомель 2019

УДК 691.32
ББК 38.33
Б54

Редакционная коллегия:
А. А. Васильев (отв. редактор), **О. В. Козунова** (зам. редактора),
А. С. Чугунова (секретарь)

Рецензенты: главный науч. сотрудник д-р техн. наук, профессор **С. В. Босаков** (РУП «Институт БелНИИС»);
главный технолог ОАО «Гомельжелезобетон» **А. Н. Санников**

Бетон и железобетон в современном мире : материалы I Междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов (15 марта 2018 г.) / под общ. ред. А. А. Васильева ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 170 с.
ISBN 978-985-554-874-5

В представленных работах рассмотрены физико-механические и химические характеристики бетонов, долговечность, технология изготовления, методы защиты и восстановления, расчета и конструирования бетона и железобетона; модифицированные виды бетонов; архитектурные решения с применением бетона и железобетона; экономика и менеджмент бетона и железобетона.

Для студентов, магистрантов и аспирантов.

УДК 691.32
ББК 38.33

ISBN 978-985-554-874-5

© Оформление. БелГУТ, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. Физико-механические и химические характеристики бетона и железобетона	8
<i>Алексеева А.А.</i> О влиянии суперпластификаторов на физико-механические свойства бетона	8
<i>Барейшев Д.И., Иванов Е.А.</i> Исследование добавки FREM GIPER SPM EXTRA на прочность бетона.....	9
<i>Бонцевич Е.С.</i> Исследование влияния модификаторов «ПОЛИПЛАСТ» на прочность бетона.....	11
<i>Говор Я.В.</i> Влияние фосфогипса на свойства гипсобетона.....	12
<i>Гуторева А.В.</i> Применение расширяющих добавок для получения бетонов с компенсированной усадкой.....	14
<i>Дедкова Е.С.</i> Исследование физико-механических свойств стеклофибробетона.....	15
<i>Заяц В.В., Каханчик М.П.</i> Исследование прочности строительного раствора при частичной замене исходных материалов на формовочную смесь	17
<i>Ковалёва Г.Л.</i> Изучение влияния фиброволокна на свойства бетона	18
<i>Кравчинская М.Н.</i> Влияние суперпластификатора С-3 на свойства бетонной смеси.....	20
<i>Лисовская Ю.А.</i> Повышение физико-механических свойств дорожных бетонов.....	22
<i>Харлап А.С.</i> Влияние микрокремнезема на прочность бетона.....	23
<i>Харлап А.С.</i> Влияние микрокремнезема на пластичность бетонной смеси	24
<i>Чудова И.А.</i> Глиносолевые отходы в составе цементобетонной смеси для строительства дорожных покрытий.....	26
<i>Швайликова Э.В.</i> Влияние водоцементного отношения на степень гидратации цемента после тепловлажностной обработки.....	27
<i>Шинкевич А.Н.</i> Физико-механические характеристики бетона на щебне из дробленого бетона.....	29
Секция 2. Долговечность бетона и железобетона	31
<i>Артёмшина Т.И.</i> Долговечность бетона, пропитанного антикоррозионными составами «Парад Г-903» и «Sika FerroGard 903».....	31
<i>Ашаев И.П.</i> Влияние биоповреждений на несущую способность бетонной стены	32
<i>Борисенко О.Е.</i> Оценка изменения степени карбонизации в зависимости от толщины защитного слоя бетона	34
<i>Витовтова А.В.</i> Анализ аварийности бетонных и железобетонных конструкций в зданиях	35
<i>Заяц А.П.</i> Исследование реакционной емкости бетона	37
<i>Кашафдинова А.Ф.</i> Описание процесса деградации бетонных конструкций под влиянием солевой коррозии	39
<i>Кирюшина В.И.</i> Оценка скорости критического повреждения стальной арматуры в карбонизированном бетоне	40

<i>Легкий А.П.</i> Долговечность бетона и железобетона в современном мире.....	42
<i>Лисовская Ю.А.</i> Термический удар при зимнем содержании бетонных покрытий....	43
<i>Логвинов Н.В.</i> Долговечный бетон на основе композиционного геополимерного вяжущего.....	45
<i>Прохоренко В.Н.</i> Влияние природного увлажнения на скорость карбонизации бетона.....	46
Секция 3. Технология изготовления бетона и железобетона	48
<i>Баранов В.И.</i> Исследование, состав, применение и технология приготовления кевларобетона.....	48
<i>Данченко Е.В.</i> Вакуумная технология возведения конструкций из монолитного бетона.....	49
<i>Корольчук А.Д.</i> Экологически чистый бетон: технология изготовления.....	51
<i>Лукашевич Д.Е.</i> Ремонт, защита и восстановление: способы уплотнения бетонной смеси.....	52
<i>Майорчик В.С.</i> Анализ ограничений в применении методов подбора состава бетона.....	54
<i>Пантелеева Е.А.</i> Бетон в дорожном строительстве.....	55
Секция 4. Модифицированные бетоны.....	57
<i>Ашурко Н.И.</i> Самоуплотняющиеся бетоны в строительстве.....	57
<i>Бондаренко В.О.</i> Исследование эффективности применения полимерной фибры в мелкозернистом бетоне.....	58
<i>Василенко К.С.</i> Исследование и разработка технологии получения модифицированного бетона с использованием переработанных отходов стекла.....	60
<i>Горохов В.Г.</i> Геополимерный бетон. Состав, свойства, основные характеристики и преимущества.....	61
<i>Исаченко Е.И.</i> Модификация бетона наночастицами для улучшения свойств.....	63
<i>Ковалевич В.Л.</i> Применение химической добавки ЛИНАМИКС П-120 для бетона при строительстве ИВПП.....	64
<i>Люлькин А.Г.</i> Модифицированные бетоны в современных сооружениях.....	66
<i>Пунцель Д.О., Поддубский А.В.</i> Анализ использования кирпичного боя в строительстве.....	67
<i>Рабыко Д.А., Поддубский А.В.</i> Анализ использования отсева дробления бетонного лома в кладочных растворах и легких бетонах.....	69
<i>Рубец П.А.</i> Основные компоненты модифицирующих добавок.....	70
<i>Сечко К.Н.</i> Модификация бетонов расплавленной серой.....	72
<i>Сорокин М.М.</i> Сверхпрочный бетон.....	73
<i>Чкунов А.В.</i> Модифицированные бетоны в практике современного строительства.....	75
<i>Шеремет Я.В.</i> Экологические аспекты фотокаталитического бетона.....	76
Секция 5. Ремонт, защита и восстановление бетона и железобетона	78
<i>Заикова А.С., Яцук К.Ю.</i> Коррозионные процессы в железобетоне.....	79
<i>Зайцева П.В., Цыкуненко М.И.</i> Защита бетона от разрушения в условиях открытой атмосферы.....	79

<i>Карпович Ю.П.</i> Определение деформаций несущих конструкций зданий по результатам геодезических измерений.....	81
<i>Котович А.В.</i> Геодезические способы определения осадки и крена сооружений башенного типа	82
<i>Мазынский П.О.</i> Геодезические работы при строительстве арочных плотин.....	84
<i>Масловская И.А.</i> Геодезические работы при бетонировании взлетно-посадочной полосы аэродрома	85
<i>Плесская К.О., Курчева К.А.</i> Восстановление ЖБК на примере Останкинской телебашни	87
<i>Рафалович В.А.</i> Сравнительный анализ средств коррозионной защиты железобетона: ингибиторы и гидрофобизаторы.....	88
<i>Хименкова Ю.В.</i> Гидроизоляция бетона добавками проникающего действия.....	89
Секция 6. Расчет и конструирование бетона и железобетона	91
<i>Артеменок В.В.</i> Влияние анизотропии на прочностные характеристики грунта при испытании в приборе одноплоскостного среза	91
<i>Бродницкая М.В.</i> Оценка точности анализа сейсмостойкости сооружений нелинейными методами	92
<i>Бродницкая М.В.</i> Сейсмоизоляция здания с динамическим гасителем колебаний....	94
<i>Бутырин И.Д.</i> Конструктивные решения при возведении Национальной библиотеки.....	96
<i>Вахтерова Я.А.</i> Обратная задача по идентификации нестационарной нагрузки для модели балки Тимошенко, применяемая в строительной механике	97
<i>Краснов М.А.</i> Наблюдения за деформациями при строительстве и эксплуатации подземных сооружений	99
<i>Кулик А.Д.</i> Влияние гибкости стержней фермы на вид ее расчетной схемы.....	100
<i>Кумашов С.В.</i> Анализ результатов нелинейного расчета фундаментной балки с трещинами на основании Винклера	102
<i>Морозов И.В.</i> Факторы, влияющие на работу монолитных железобетонных покрытий автодорог.....	103
<i>Сафронов Н.О.</i> Моделирование нелинейного процесса деформирования спиральной заводной пружины методом конечных элементов	105
<i>Сирош К.А.</i> Исследование граничных условий при решении краевой задачи нелинейной теории упругости	106
<i>Скачек П.Д.</i> Сравнительный анализ результатов расчета треугольных шарнирно-опертых пластинок на действие статической нагрузки различными методами .	108
<i>Страханович К.С., Давидович А.Е.</i> Конструирование зданий и сооружений из бетона и железобетона в программном комплексе Autodesk Revit.....	110
<i>Шуберт А.Ю.</i> Моделирование напряженно-деформированного состояния бетона как неоднородного материала	111
Секция 7. Архитектурные решения бетона и железобетона	113
<i>Багаева А.А., Царева К.А., Андреева К.А.</i> Аспекты взаимодействия архитектурного объекта со средой исторического города.....	113
<i>Бондаренко А.П.</i> Суперграфика – как нейроэстетический фактор городского дизайна	114

<i>Васильков П.С.</i> Применение бетона в архитектуре и развитие его технологий.....	116
<i>Гарай Р.В.</i> Исследование архитектурных возможностей выполнения чаш бассейнов из бетона, железобетона	117
<i>Лобанова А.С., Авчинникова Ю.А.</i> Архитектурное проектирование зданий и сооружений из бетона и железобетона в программном комплексе Autodesk Revit.....	118
<i>Малойчик М.Л.</i> Исторический очерк возникновения железобетона. Перспективы развития в XXI в.	120
<i>Пилипенко С.А.</i> Анализ применения бетонов для энергоэффективных ограждающих конструкций.....	121
<i>Ряжченко Н.П.</i> Монолитные железобетонные лестницы.....	122
<i>Сысоева Ю.А., Царева К.А., Зайцева А.Д.</i> Архитектурное пространство для организации детского отдыха как научная проблема	123
<i>Сысоева Ю.А., Зайцева А.Д., Царева К.А.</i> Архитектура и природное окружение – точки взаимодействия	125
<i>Тейтель А.В.</i> Архитектурные изыски из бетона, применяемые при декорировании фасадов жилых зданий.....	127
<i>Турченко Д.В.</i> Проектирование и строительство олимпийских объектов с применением бетона и железобетона	127
<i>Хоменко Е.Г., Фалецкая В.О.</i> Аналитическая геометрия в современном архитектурном проектировании.....	129
<i>Царева К.А.</i> Новые архитектурные решения для снижения социальной напряженности в условиях городской среды.....	130
Секция 8. Экономика и менеджмент бетона и железобетона	132
<i>Аламтчиева Е.И., Борзых Е.И.</i> Бизнес-план производства бетона: анализ рынка, специфика и логистика	132
<i>Барболкин Д.В., Гавриловец А.М.</i> Инвестиционная привлекательность бетонных заводов России.....	133
<i>Горбулинская А.С.</i> Внедрение электронного документооборота в строительных организациях.....	135
<i>Гриб А.Ю.</i> Переработка бетона как основной фактор снижения затрат предприятия.....	136
<i>Грицкевич В.С.</i> Новые рубежи экономического прогресса.....	138
<i>Демиденко Т.С., Старцева Д.О., Фильченко В.А.</i> Повышение рентабельности производства бетона и железобетона за счет экономии сырьевых ресурсов	139
<i>Дорошева К.Д., Нахимова О.Д.</i> Управление затратами в строительных организациях.....	141
<i>Дубовцова А.С.</i> Облачные сервисы как современные технологии управления строительной организацией.....	142
<i>Евстифеева А.А.</i> Учет и управление рисками коммерческой организации	144
<i>Евстратчик К.А.</i> ERP-системы в управлении предприятиями железобетонных изделий.....	145
<i>Жиберова В.В.</i> Влияние качества железобетонных изделий на их рыночную стоимость	147

<i>Ковалева Т.С.</i> Внедрение креативного менеджмента в современных условиях хозяйствования	148
<i>Ковалевич О.В.</i> Применение аутстаффинга в Республике Беларусь	150
<i>Кузнецова Н.С.</i> Бизнес-процесс как элемент управления предприятием	151
<i>Куликовская Ю.И., Медведев В.А.</i> ЭТП – новые технологии в экономике	153
<i>Перхунова В.В.</i> Особенности формирования рыночной стоимости квартир в монолитных железобетонных зданиях	154
<i>Полевая Ю.И.</i> Роль бухгалтерского учета в стратегическом анализе деятельности строительного предприятия	156
<i>Прядко Н.В.</i> Совершенствование системы управления запасами на строительных предприятиях	157
<i>Раевский И.Ю.</i> Оценка экономической эффективности малоэтажного строительства из местных материалов	159
<i>Ралкова Ю.В.</i> Фриланс: проблемы и перспективы	160
<i>Сельдюкова Ю.А.</i> Роль менеджмента персонала в инновационном развитии строительных предприятий	161
<i>Сергеенко Е.В.</i> Бетон и железобетон – экономически современное решение	163
<i>Солонина Ю.В., Шинкоренко Ю.А.</i> Система менеджмента качества при производстве железобетонных изделий	164
<i>Сыс М.М.</i> Экономическая эффективность строительства зданий из монолитного железобетона	165
<i>Филипцова М.И.</i> Влияние расчетных операций на финансовую устойчивость предприятия	166
<i>Фурадеева Ю.В.</i> Цифровая экономика и развитие технологии блокчейн	168
<i>Шахнович Т.Н.</i> Исследование влияния материала стен на рыночную стоимость жилой недвижимости	169

Секция 1
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ
И ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

УДК 666.97

О ВЛИЯНИИ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОВ
НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕТОНА

А. А. АЛЕКСЕЕВА

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Т. В. ЯШИНА*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В современном строительстве реализация сложных проектов требует разработки эффективных и качественных бетонов, которые не могут быть решены без применения в технологии бетона химических добавок [1].

Пластифицирующие добавки отличаются высокой эффективностью и отсутствием отрицательного действия на бетон и арматуру. Наибольший интерес представляют пластифицирующие добавки из семейства супер- и гиперпластификаторов. Основное назначение суперпластификаторов – разжижение бетонной смеси до высокоподвижной и литой консистенции. Введение суперпластификатора в количестве 0,3–0,6 % обеспечивает снижение расхода воды и повышает физико-механические характеристики бетона [2].

Суперпластификатор на ранних стадиях взаимодействия цемента с водой дезагрегирует и частично объединяет цементные частицы до крупных образований, а также обволакивает их поверхности. При этом снижаются силы межмолекулярного притяжения. Это способствует замедлению процесса структурообразования, но обеспечивает более полное протекание процессов гидратации и образование однородной мелкокристаллической структуры. В результате адсорбции олигомера количество воды сольватных оболочек снижается, суспензия разжижается, подвижность смеси резко возрастает. Отличительной особенностью действия суперпластификаторов является их кратковременность. Спустя 1–1,5 ч после их введения подвижность смесей резко снижается. Замедление схватывания в большей степени наблюдается в смесях, содержащих суперпластификаторы нафталинформальдегидного типа по сравнению с суперпластификаторами на меламинаовой или поликарбонатной основе. Данное обстоятельство требует укладки смеси в кон-

струкцию или форму за промежуток времени, когда суперпластификатор еще оказывает свое действие [3].

Гиперпластификатор делают на базе особых эфиров поликарбоната. Они являются самым современным нововведением на рынке модификаций для пластифицирования бетона. Их главное отличие от классического типа суперпластификатора в том, что работа гиперпластификаторов главным образом состоит в стерическом результате, посредством которого происходит уменьшение трения составляющих бетонного раствора.

В Беларуси широко представлены химические добавки на основе лигно- и нафталинсульфонатов и их смесей, такие как: Лигнопан Б1, Б2, Б3, Вибропор Ж35, Линамикс ЛСТМ, ЛСТ и др. Среди нафталинсульфонатов уверенно удерживают лидерство суперпластификаторы С-3, СМ-1, СМ-2, Стахебел, Реламикс и др. Имеется и большее количество гиперпластификаторов на белорусском рынке – ГП-1, Стахемент-2000М, SikaViscoCrete 5-600, Pantarhit RC360 (FM), Dynamon SP1.

Список литературы

1 Суперпластификаторы в технологии изготовления композиционного бетона / З. А. Камалова [и др.] // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – № 8. – С. 148–152.

2 СТБ 1112–98. Добавки для бетонов. Общие технические условия. – Введ. 01.01.99. – Минск, 1999. – 23 с.

3 Юхневский, П. И. Влияние химической природы добавок на свойства бетонов / П. И. Юхневский. – Минск : БНТУ, 2013. – 310 с.

Получено 10.03.2018

УДК 666.97.002.35

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОБАВКИ FREM GIPER SPM EXTRA НА ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА

Д. И. БАРЕЙШЕВ, Е. А. ИВАНОВ

Научный консультант – ст. преп. *Н. А. ШЕВЧУК*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время огромный интерес проявляется к способам модифицирования бетона. Исследования показывают, что улучшение его показателей сводится к введению полифункциональных химических добавок.

Наибольшим технологическим эффектом обладают суперпластификаторы. Однако взаимодействие модифицирующих компонентов и их совместное влияние на формирование свойств бетона на микро- и макроуровнях ис-

следованы недостаточно. В связи с этим изучение данных процессов позволит решить вопросы оптимизации составов и технологии получения бетонов с высокими эксплуатационными характеристиками, что весьма актуально.

Целью настоящей работы является определение воздействий химической добавки **FREM GIPER Spm EXTRA**.

Теоретические исследования основаны на анализе и систематизации научно-технической литературы [1].

Подбираем состав согласно заданию без введения добавки. Этот состав и его свойства будут эталонными для сравнения. После чего подбираем ещё два различных состава, чтобы охватить большую область исследования добавки [2]. Первый состав не изменяем, а лишь добавляем добавку и изучаем изменения свойств бетона. Вторым составом уменьшаем расход цемента и воды на 20 % и сравниваем с эталоном.

При изготовлении замеса с добавкой наблюдалось обильное отделение воды от смеси, при тщательном перемешивании в течение часа. Это увеличивает «жизнеспособность» бетонной смеси и его подвижность. Полученные результаты сведены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчётные и экспериментальные характеристики бетона

№	Ц кг/м ³	В кг/м ³	П кг/м ³	Щ кг/м ³	Д, кг/м ³	ОК, см	В/Ц	Предел прочности при сжатии, МПа		
								3 сут	7 сут	28 сут
1	1,34	1,17	3,82	8,35	–	9	0,87	12,5	13,9	18,1
2	1,34	1,16	3,46	7,59	0,016	3		8,8	13,9	18,2
3	1,07	0,93	3,44	8,41	0,013	1,5		9,4	18,2	18,8

Полученные результаты показывают, что прочность бетона на осевое сжатие в первые три суток с добавкой несколько меньше, чем у бетона без неё. Это можно объяснить замедленной гидратацией цемента. Однако к 7 суткам прочность уравнивается и к 28 суткам она превышает значение прочности образцов без добавки. Таким образом, очевидна эффективность применения добавки с целью экономии цемента.

Делая вывод по данному исследованию, можно сказать, что добавка может увеличивать подвижность смеси, а также время транспортировки и укладки. Это позволяет сэкономить цемент, тем самым снижает себестоимость бетона как материала с приданием ему более высоких технологических характеристик.

Список литературы

1 Применение добавок в бетоне: П 1-99 к СНиП 3.09.01-85. – Введ. 01.07.2000. – Минск : М-во архит. и стр-ва, 2000. – 33 с.

2 Бетоны. Правила подбора состава: СТБ 1182-99. – Введ. 01.07.2000. – Минск : М-во архит. и стр-ва, 2000. – 11 с.

Получено 10.03.2018

УДК 666.97.002.35

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИКАТОРОВ «ПОЛИПЛАСТ» НА ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА

*Е. С. БОНЦЕВИЧ*Научный консультант – ст. преп. *Н. А. ШЕВЧУК**Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Высокопрочный бетон, характеризуется прочностью на сжатие в проектном возрасте от $C^{40}/_{50}$ и выше. Набор прочности регулируется с помощью модификаторов полифункционального действия. Эффективные добавки водоредуцирующего действия позволяют сократить расход воды затворения для получения равноподвижных бетонных смесей не менее чем на 20 %. Химическая основа подобных добавок представлена полимерными соединениями карбоксилатных эфиров и нафталин-сульфонатов [1]. Самым эффективным способом модификации бетона для получения высоких прочностей является комплексное применение суперпластификатора и кремнеземистого компонента. Влияние фактора возрастает с повышением дозировки кремнеземистого компонента и приводит к повышению прочности бетона [1].

Рассмотрим влияние модификаторов «Полипласт» на прочность бетонной смеси на примере «Полипласт-1МБ» и «Полипласт-3МБ» (таблица 1). «Полипласт-1МБ» представляет собой модификатор на органоминеральной основе, проявляющий свойства суперпластификатора при дозировках 1–3 % от массы цемента. Особенностью продукта является регулирование свойств бетона в зависимости от выбранной дозировки. Расход добавки в 1,5–2,0 % рекомендуется для производства бетона с повышенной сохраняемостью бетонной смеси во времени и сборного бетона, твердеющего при нормальных и умеренных температуре и влажности. Реальная технологическая эффективность модификатора обеспечивается при расходе 2–3 % от массы цемента для классов тяжелого бетона $C^{40}/_{50}$ – $C^{60}/_{70}$ при марке по удобоукладываемости П5.

Таблица 1 – Эффективность применения добавок серии «Полипласт МБ»

Класс бетона по прочности на сжатие	Расход цемента, кг/м ³	Модификатор		Свойства бетонной смеси			Прочность бетона R ₂₈ , %
		Наименование	Дозировка, % от массы цемента	ОК, см	В/Ц	Р, кг/м ³	
$C^{40}/_{50}$	450	Полипласт-1МБ	2,0	23	0,39	2485	101
$C^{40}/_{50}$	370	Полипласт-3МБ	10,0	24	0,36	2420	114

Другая модификация органоминерального суперпластификатора – с повышенным содержанием минерального компонента в виде тонкодисперсного порошка «Полипласт-3МБ» – позволяет получить бетоны с высокой прочностью на сжатие до 100–120 МПа. Специфика состава добавки позволяет получать нерасслаивающиеся литые смеси с низким водоотделением, минимальным расходом цемента и невысокой плотностью. Обеспечиваемая добавкой однородность приводит к снижению пористости и увеличению адгезии. При твердении набор прочности происходит без повышения тепловыделения, повышается морозостойкость и снижается проницаемость. Таким образом, наблюдается получение высоких эксплуатационных характеристик при умеренном расходе вяжущего.

Список литературы

1 **Батраков, В. Г.** Модифицированные бетоны. Теория и практика / В. Г. Батраков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М., 1998. – 768 с.

Получено 10.03.2018

УДК 666.97

ВЛИЯНИЕ ФОСФОГИПСА НА СВОЙСТВА ГИПСОБЕТОНА

Я. В. ГОВОР

Научный консультант – ст. преп. *Н. А. ШЕВЧУК*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Одним из источников загрязнения окружающей среды является отход химической промышленности – фосфогипс. Эта проблема актуальна для многих стран мира. В одном только Гомеле почти на сотне гектаров хранится 22 млн тонн фосфогипса.

Одним из путей решения проблемы является использование фосфогипса для производства гипсобетона. Существуют технологии, в результате которых возможно получить фосфогипсобетон с достаточно высокими показателями прочности [1].

Исследования проводились на композициях вяжущего в бетон следующих составов: 1 – фосфогипс, глиноземистый цемент, известь; 2 – фосфогипс, известь, активная минеральная добавка.

В составе 1 фосфогипс использовался в качестве активного компонента композиционного вяжущего. «Пробуждение» вяжущих свойств двуводного гипса произошло в сочетании фосфогипса с такими компонентами, как

негашеная известь, глиноземистый цемент. Выбор глиноземистого цемента в качестве одного из компонентов системы обусловлен наличием в нем алюмосиликатов кальция и быстрым набором прочности уже в суточном возрасте. Ввод извести позволяет повысить щелочность среды, кроме того, СаО нейтрализует примеси кислот в фосфогипсе, переводя их в безвредные, труднорастворимые соли.

Исследования затвердевшего вяжущего позволили создать бетон с прочностью до 13 МПа через 28 суток твердения в нормальных условиях.

Для получения состава 2 была использована активная минеральная добавка. Правильно выбранное соотношение всех компонентов обеспечивает не только прочность, но и долговечность получаемого бетона на основе двуводного фосфогипса при его твердении во влажной среде.

В ходе исследований установлено, что при твердении образцов из фосфогипсобетона в течение одного года происходит непрерывный рост прочности. Наиболее он интенсивен во влажных условиях, где происходит более полное образование гидросиликатов и алюминатов кальция.

Фосфогипсовые вяжущие перспективны для изготовления стеновых гипсобетонных камней классов В7,5–В12,5 способом вибропрессования, а также крупноразмерных элементов наружных стен. Изделия на основе фосфогипсовых вяжущих характеризуются низкой деформативностью. Это происходит за счет расширяющего эффекта, которым обладает фосфогипс.

Также на основе водостойких фосфогипсоцементно-пуццолановых вяжущих разработаны составы легких керамзитобетонов классов В3,5–В7,5. Водостойкость гипсокерамзитобетона на 40–50 % выше, чем чистого вяжущего. В трехчасовом возрасте прочность бетона составляет 30–35 %, в суточном – 40–45 %, а к 7 сут достигает почти 100 % марочной прочности, определяемой в возрасте 28 сут.

Это позволяет сделать вывод, что на основе фосфогипса можно получить гипсобетон высокой прочности. А использование стеновых камней из фосфогипсобетона для жилищного и гражданского строительства позволит отказаться от известных традиционных материалов.

Список литературы

1 Сычева, Л. И. Использование гипсосодержащих отходов в производстве строительных материалов / Л. И. Сычева, Е. Ю. Цепелева, Н. Б. Антоничева. – М. : ВНИИЭСМ, 1985. – Сер. 11. – 48 с.

Получено 10.03.2018

УДК 666.97.002.35

ПРИМЕНЕНИЕ РАСШИРЯЮЩИХ ДОБАВОК ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕТОНОВ С КОМПЕНСИРОВАННОЙ УСАДКОЙ

*А. В. ГУТОРЕВА*Научный консультант – ст. преп. *Н. А. ШЕВЧУК**Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Объектом исследований является расширяющая сульфатоалюминатная добавка РСАМ, которая выпускается ЗАО "Парад". Получают её путем обжига во вращающейся печи при температуре 900–1100 °С смеси фосфогипса, глины и мела.

Эффект расширения добавок сульфатоалюминатного типа основан на реакции образования трехсульфатной формы гидросульфатоалюмината кальция – эттрингита, увеличивающегося в процессе образования в объеме. Твердение вяжущего, содержащего расширяющую композицию, сопровождается химической усадкой, и химическим расширением, как следствие образования эттрингита. На определенном этапе эти процессы идут параллельно, что и является причиной уменьшения химической усадки [1]. РСАМ в процессе приготовления бетонной безусадочной смеси регулирует энергию расширения вяжущего, что позволяет получать безусадочные бетоны с компенсированной усадкой. Вяжущее, состоящее из смеси РСАМ с портландцементом (без минеральных добавок), обеспечивает в возрасте 28 суток линейное расширение не менее 0,05 %, самоупрежение не менее 1,0 МПа.

Относительная деформация бетона определялась по ГОСТ 24452–80 на стандартных образцах-призмах размерами 100×100×400 мм, которые в течение

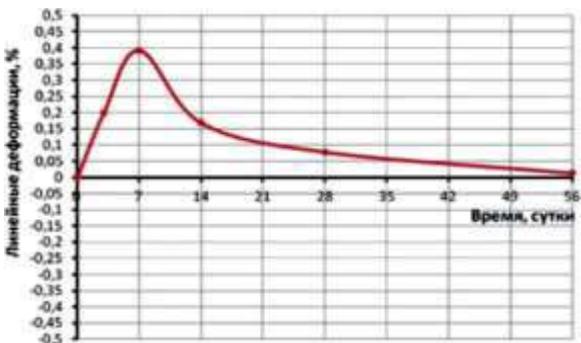


Рисунок 1 – Линейные деформации бетона

первых 7 сут твердения выдерживались в нормально-влажностных условиях (влажность не менее 90 %), а затем в течение 49 сут – при относительной влажности 60 %. Относительные деформации бетона приведены на рисунке 1.

При выбранной схеме выдерживания в течение 56 сут отрица-

тельные деформации бетона не были зафиксированы. Результаты определения деформаций подтвердили: применение сульфоалюминатных модификаторов должно сопровождаться качественным влажностным уходом за бетоном в течение как минимум 5–7 сут. Выбор добавки соответствовал невысокой скорости набора прочности бетона – 4,3 МПа на первые сутки [2].

Применение расширяющей добавки и дли-тельный влажностный уход за бетоном были с успехом отработаны на реальных конструкциях (фундаментная плита трубоагрегата Белорусской АЭС) и обеспечили полное отсутствие усадочных трещин на поверхности бетона.

Список литературы

1 **Kardumian, H.** Shrinkage Controlling of Self Compacting High-Strength Concrete / H. Kardumian, S. Kaprielov // 15th Internationale Baustofftagung. – 2003. – Band 2. – P. 513–523.

2 Effects of shrinkage reducing admixture in shrinkage compensating concrete under non-wet curing conditions / M. Collepari [et al.] // Cement and Concrete Composites. – 2005. – Vol. 27, is. 6. – P. 704–708.

Получено 10.03.2018

УДК 666.185.41

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТЕКЛОФИБРОБЕТОНА

Е. С. ДЕДКОВА

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А. А. ВАСИЛЬЕВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

К настоящему времени накоплен большой опыт применения дисперсно-армированных бетонов. Хорошо изучены свойства сталефибробетонов, бетонов, армированных базальтовым, асбестовым волокном. Использование в качестве дисперсного армирования стекловолокна является одним из перспективных направлений получения высококачественных конструкционных материалов. Несмотря на проведенные в данной области исследования, в настоящее время применение стеклофибробетона в отечественном строительстве все еще остается ограниченным. Не в последнюю очередь это обусловлено недостаточной изученностью свойств, а также отсутствием нормативной базы.

Непосредственной задачей данной работы явилось исследование физико-механических свойств стеклофибробетона в зависимости от степени армирования (с целью минимизирования расхода стеклофибры).

В ходе испытания были изготовлены две серии образцов, отличающихся соотношением вяжущего и заполнителя: «тощие» и «жирные». Каждая включала составы с различной степенью армирования фиброй: 0; 1,5 и 2,5 % по массе смеси. Испытания образцов проводились в возрасте 7 и 28 суток на базе ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» [1]. Исследованные составы и их свойства представлены в таблице 1.

Результаты исследования показали, что введение фибры в количестве 1,5 % повышает предел прочности при изгибе в возрасте 7 суток относительно контрольного состава на 56 % вне зависимости от соотношения вяжущего и заполнителя (составы № 2 и 5 соответственно). В возрасте 28 суток предел прочности при изгибе возрастает по сравнению с неармированным составом на 38 % у «жирного» состава и на 48 % у «тощего» состава.

Таблица 1 – Состав и свойства бетонной смеси и бетона

Цемент, кг/м ³	Песок, кг/м ³	Количество стеклофибры, %	В/Ц	МПа	МПа	МПа	МПа
745	1216	0	0,37	7,7	43,7	8,8	49,3
745	1216	1,5	0,37	12,1	34,2	13,1	47,8
745	1216	2,5	0,37	13,6	34	15,7	38,6
988	988	0	0,29	8	47,6	9,1	56
988	988	1,5	0,29	12,5	43,8	12,6	53,6
988	988	2,5	0,29	16,3	41	17,6	53

Необходимо отметить, что максимальное увеличение предела прочности при изгибе (практически в 2 раза) достигается при введении 2,5 % стеклофибры.

Введение в цементно-песчаные составы стеклофибры приводит к некоторому снижению предела прочности при сжатии, что может объясняться разуплотнением структуры бетона вследствие недостаточной плотной упаковки цементно-песчаной матрицы. Следует отметить, что для «тощего» состава наблюдается большее снижение предела прочности при сжатии по сравнению с контрольным образцом в возрасте 28 суток, чем для «жирного» состава, что, вероятно, связано с большей степенью разуплотнения структуры в условиях меньшего расхода вяжущего.

Список литературы

- 1 **Рябова, А. А.** Оценка стеклофибробетона как конструкционного материала / А. А. Рябова // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 11. – С. 500–504.

УДК 691.32:539.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО РАСТВОРА ПРИ ЧАСТИЧНОЙ ЗАМЕНЕ ИСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ФОРМОВОЧНУЮ СМЕСЬ

В. В. ЗАЯЦ, М. П. КАХАНЧИК

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент О. В. КОЗУНОВА
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В работе предлагаются для обсуждения результаты эксперимента по исследованию прочности строительного раствора при частичной замене исходных материалов на формовочную смесь.

В работе были проведены эксперименты с частичной заменой мелкого заполнителя на формовочную смесь. В ходе исследования для различных составов были получены следующие значения прочности: начальный состав без добавления формовочной смеси – 5,68 МПа, с добавлением 10 % формовочной смеси от массы мелкого заполнителя – 10,86 МПа, с добавлением 15 % формовочной смеси от массы мелкого заполнителя – 13,64 МПа, с добавлением 20 % формовочной смеси от массы мелкого заполнителя – 16,26 МПа, с добавлением 25 % формовочной смеси от массы мелкого заполнителя – 18,6 МПа.

На кубиках с добавлением 25 % отработанной формовочной смеси было проведено испытание с учетом разгрузки и повторного нагружения. Первый образец был нагружен до значения 66 кН, после отдыха в 1 минуту был повторно нагружен до разрушения. Разрушение произошло на значении 69 кН. Второй образец был нагружен до значения 52 кН, после отдыха был повторно нагружен до 66 кН и после повторного отдыха был нагружен до значения 68,5 кН, после чего произошло разрушение. Третий образец не проходил данное испытание и был разрушен при значении 74 кН.

На основании данного испытания можно сделать вывод: раствор с содержанием 25 % отработанной формовочной смеси начал проявлять пластические свойства, что обусловлено включением в её состав металлических частиц.

В результате полученных данных можно сделать следующие выводы:

1 Введение в раствор формовочной смеси как часть мелкого заполнителя ведет к нарастанию прочности. Это обусловлено тем, что в составе данной формовочной смеси большое содержание глинистых частиц [1].

2 В результате проведенных испытаний было установлено, что раствор обладает пластическими свойствами. Поэтому можно предположить, что отработанную формовочную смесь можно использовать в качестве добавки пластификатора. По полученным данным можно точно сказать, что формо-

вочная смесь может применяться в строительстве и строительном производстве, для улучшения свойств материалов и достижения большего экономического эффекта. У отработанной формовочной смеси есть недостаток – содержание металлических включений, которые отрицательно сказываются на свойствах раствора, вызывая преждевременную коррозию [2].

Однако, чтобы оценить негативное влияние металлических включений, имеющихся в формовочной смеси, требуется провести ряд дополнительных исследований.

Список литературы

- 1 **Боровский, Ю. Ф.** Формовочные и стержневые смеси / Ю. Ф. Боровский, М. И. Шацких. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд. 1980. – 86 с.
- 2 **Илларионов, И. Е.** Формовочные материалы и смеси : [монография] / И. Е. Илларионов, Ю. П. Васин. – Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-та, 1992. – Ч. 1. – 223 с.

Получено 10.03.2018

УДК 693.542

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ФИБРОВОЛОКНА НА СВОЙСТВА БЕТОНА

Г. Л. КОВАЛЕВА

Научный консультант – ассист. *Ю. И. ШАНДРАК*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Одним из вариантов повышения надежности и увеличения сроков эксплуатации железобетонных конструкций может быть армирование всего объема бетона с помощью различных видов фибры [1].

Фибра в бетоне вступает в реакцию с камнем цемента, становится с ним единым целым, придавая ему тем самым дополнительные прочностные характеристики.

Фибра преграждает проникновение в строительный раствор воды и других химических элементов. Микроволокна блокируют капилляры бетона, из-за чего количество отверстий от выступившей воды уменьшается. Возрастает прочность бетона на растяжение при изгибе. Фибра повышает устойчивость к истиранию. Прочность бетона при сжатии – один из самых важных факторов для определения сопротивления поверхности бетона истиранию. Использование фибры позволяет повысить устойчивость более чем на 20 %, улучшает сопротивляемость бетонных изделий, увеличивает морозостойкость и снижает влияние температур. Эффективный контроль

гидратации позволяет уменьшить водоотделение бетона, что способствует снижению внутренней нагрузки.

Фиброволокно устраняет образование трещин и снижает усадку. После закладки бетона фиброволокно начинает действовать, и в критические часы (6 часов после укладки) предотвращает появление микротрещин и деформацию конструкции.

Вышеизложенные факты дают право утверждать, что фибробетон обладает множеством положительных свойств.

Свойства фибробетона напрямую зависят от материала, используемого в качестве фиброволокна. Анализ применения фибры из различных материалов приведены на рисунке 1.

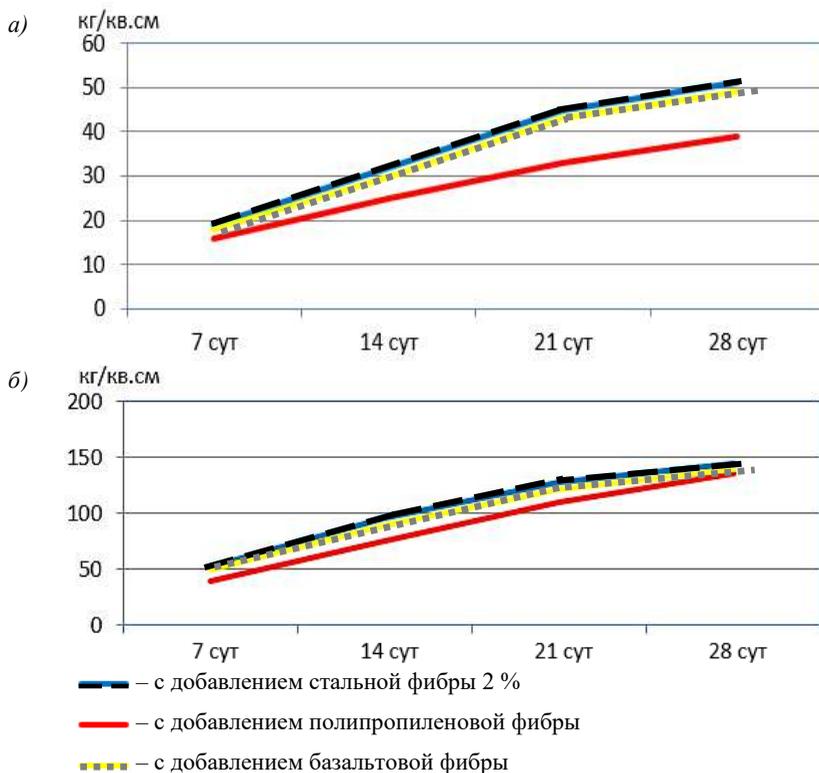


Рисунок 1 – Набор бетоном прочности:
а – на изгиб; б – на сжатие

Полученные результаты показали, что наиболее эффективным является использование стальной фибры.

Список литературы

1 Влияние дисперсного армирования на деформационно-прочностные свойства бетона / А. С. Московский [и др.] // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2016. – № 3. – С. 67–71.

Получено 10.03.2018

УДК 69-691.3

ВЛИЯНИЕ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРА С-3 НА СВОЙСТВА БЕТОННОЙ СМЕСИ

М. Н. КРАВЧИНСКАЯ

Научный консультант – ассист. *Ю. И. ШАНДРАК*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

При производстве железобетонных изделий необходимо значительное количество воды, что приводит к образованию в бетоне большого числа пор. Циклическое воздействие замораживания и оттаивания, увлажнения и высушивания приводят к образованию трещин и потере несущей способности.

Суперпластификаторы – универсальные многокомпонентные добавки, обладающие водоредуцирующим и пластифицирующим действием [1].

Результаты исследования зависимости пластичности на разных сроках затворения и плотности готового образца от концентрации добавки С-3 представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты измерений при разной концентрации суперпластификатора С-3

Количество раствора суперпластификатора С-3, %	Осадка конуса, см			В/Ц	Средняя плотность готового образца, г/см ³
	после приготовления	через 1 час	через 2 часа		
Без добавки	3	–	–	0,51	2358
25	19	15	9	0,51	2336
30	21	17	14	0,51	2340
35	22,5	18	14	0,51	2330

Прочность бетонных образцов в МПа на разных сроках твердения представлена в виде диаграммы (рисунок 1).

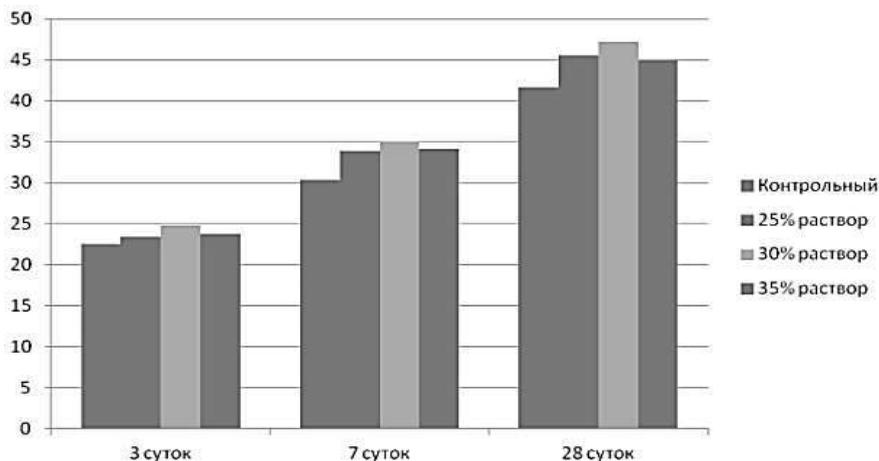


Рисунок 1 – Кинетика набора прочности на разных сроках твердения

При испытании бетонных смесей на водоредуцирующую способность получили результаты, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Водоредуцирующая способность бетонной смеси

Количество раствора суперпластификатора С-3, %	В/Ц	ОК, см	Объемный вес бетонной смеси, г/см ³	Водоредуцирующая способность, %
Без добавки	0,579	15	2368	—
25	0,469	16	2354	19
30	0,457	15	2356	21,1
35	0,449	16	2348	22,5

Таким образом, наиболее эффективное влияние на бетонную смесь оказывает 30%-й раствор суперпластификатора. Результаты испытаний 35%-го раствора по некоторым показателям не уступают 30%-му раствору, однако водоотделение при постоянном водоцементном отношении отрицательно влияет на прочностные характеристики бетона.

Список литературы

1 Зоткин, А. Г. Бетоны с эффективными добавками / А. Г. Зоткин. – М. : Инфра-Инженерия, 2014. – 161 с.

Получено 10.03.2018

УДК 691.328.43

ПОВЫШЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДОРОЖНЫХ БЕТОНОВ

*Ю. А. ЛИСОВСКАЯ*Научный консультант – ст. преп. *Д. Ю. АЛЕКСАНДРОВ**Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Дорожный цементобетон работает в условиях постоянно повторяющихся динамических нагрузок, воздействия воды и морозных циклов замораживания-оттаивания с воздействием солей, которые применяются при зимнем содержании. Также дорожный цементобетон должен хорошо работать на изгиб и воспринимать изменения температуры воздуха без нарушения сплошности [1].

Деформативные свойства можно повысить армированием арматурной сеткой или дисперсным волокном. Армирование сеткой затрудняет замену отдельных участков покрытия при текущем ремонте или капитальный ремонт такого покрытия. Дисперсное армирование для дорожного цементобетона более рациональный вариант. Целесообразно применять высокомодульные волокна (базальтовое, стекловолокно, углеродное волокно и т.д.). Низкомодульные волокна (полипропиленовое, вискозное и т.д.) препятствуют образованию сколов и трещин, но на прочность существенного влияния не оказывают [2].

На прочность дисперсно-армированного дорожного цементобетона оказывают влияние: морфология поверхности волокна, вид волокна, соотношение диаметра волокна к его длине, содержание волокна в смеси и т.д. Волокнистая добавка может быть произведена специально для дисперсного армирования бетонов, а могут быть использованы и волокнистые отходы различных производств. Решение об использовании отходов производств принимается только после всестороннего изучения отхода.

Применение волокнистых отходов производств носит региональный характер. При производстве работ в районе г. Гомеля возможно использование отхода производства плит минералватных ОАО «Гомельстройматериалы». Ежегодно образуется около 12–13 тыс. тонн таких отходов. Последние исследования данного отхода [3] свидетельствуют о необходимости обработки волокна ПАВ и проведении дополнительных мероприятий для подготовки волокна к введению в состав асфальтобетонной смеси. В качестве дополнительных операций стоит отметить необходимость прежде всего вспушивания волокнистого отхода, для того чтобы равномерно распределить микроарматуру в объеме материала.

Существенной проблемой при использовании отходов производств является потребность в разработке и изготовлении промышленных модулей,

которые должны быть универсальными, т.е. выполнять максимально возможное число операций с отходом производства.

Список литературы

1 Ковалев, Я. Н. Дорожно-строительные материалы и изделия : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-70 03 01 "Автомобильные дороги" / Я. Н. Ковалев, С. Е. Кравченко, В. К. Шумчик. – Минск : Новое знание ; М.: Инфра-М, 2013. – 628 с.

2 Дисперсно-армированные бетоны. – М. : Стройиздат, 1989. – 174 с.

3 Александров, Д. Ю. Перспектива использования отходов базальтовых волокон в дорожной отрасли / Д. Ю. Александров // Фундаментальные и прикладные исследования молодых учёных : материалы Междунар. науч.-практ. конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 8–9 февраля 2017 г. / Сибирский гос. автом.-дор. ун-т – Омск : СибАДИ. 2017. – С. 17–20.

Получено 10.03.2018

УДК 691.328.1

ВЛИЯНИЕ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА НА ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА

А. С. ХАРЛАП

Научный консультант – ассист. *Ю. И. ШАНДРАК*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время проблемы повышения прочности и долговечности бетона успешно решаются путем его модификации.

Использование высокоэффективных активных минеральных добавок (АМД) способствует повышению прочности, стойкости при химической и морозной агрессии и экономии цемента в производстве бетона [3]. Одной из таких добавок является микрокремнезем (МК). В то же время недостатком микрокремнезема является большая водопотребность. Данный недостаток можно устранить путем совместного применения МК и суперпластификатора [1].

В связи со сверхдисперсностью и высокой химической активностью прочностной вклад МК оказывается значительным. Благодаря большой скорости реакции в ранние сроки бетон с МК, при замене им части цемента, уже в возрасте 1–2 дня приобретает бóльшую прочность, чем контрольный бетон.

Практический опыт показывает, что 1 кг МК может обеспечивать такую же прочность, как 3–5 кг обычного портландцемента, в смесях одинаковой удобообрабатываемости при умеренном содержании МК и цемента в обеих смесях [2]. На эту вяжущую эффективность или К-фактор оказывает влияние содержание обоих материалов, но при содержании обычного портландцемента 200–300 кг/м³ и МК – менее 10 %, значение К-фактора может составлять около 4.

При добавлении МК в количестве до 30 % в сочетании с суперпластификатором можно получить смеси с отношением воды к вяжущему ниже 0,3. Такие бетоны могут достигать очень высокой ранней прочности. Они нашли широкое применение там, где осуществляется выдерживание во влажном режиме. Кинематика твердения бетона при нормально-влажностных условиях представлена на рисунке 1.

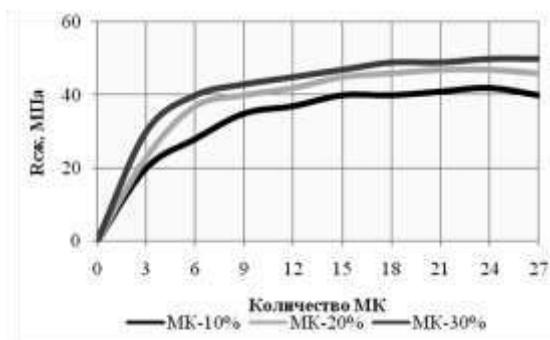


Рисунок 1 – Кинематика твердения бетона при нормально-влажностных условиях

Список литературы

1 Исследование прочности тяжелого бетона с пластифицирующими и минеральными добавками / С. Н. Анисимов [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2-1.

2 Применение микрокремнезема на бетонных производствах [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://library.stroit.ru/articles/kremzem>. – Дата доступа : 05.03.2018.

3 Гамалий, Е. А. Структура и свойства цементного камня с добавками микрокремнезема и поликарбоксилатного пластификатора / Е. А. Гамалий, Б. Я. Трофимов, Л. Я. Крамар // Вестник ЮУрГУ. – 2009. – № 16. – С. 29–35.

Получено 10.03.2018

УДК 691.328.1

ВЛИЯНИЕ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА НА ПЛАСТИЧНОСТЬ БЕТОННОЙ СМЕСИ

А. С. ХАРЛАП

Научный консультант – ассист. *Ю. И. ШАНДРАК*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Основным эффектом от применения микрокремнезёма (МК) в бетонах является его способность заполнять собой пространство между частицами цемента.

В то же время недостатком микрокремнезема является большая водопотребность. Проблема была решена одновременным применением МК и суперпластификатора.

Степень повышения водопотребности бетонной смеси при введении МК влияет на количество суперпластификатора, которое нужно добавить для сохранения ее подвижности постоянной. При использовании пяти различных микрокремнеземов и 20 % замене ими цемента расход суперпластификатора составил 0,6–0,8 % от массы вяжущего (цемент + МК).

Бетонные смеси с МК имеют повышенную способность разжижаться (от механического воздействия) и сгущаться (в состоянии покоя), что наблюдается и при применении большинства других добавок. Это позволяет снижать их осадку конуса по сравнению с контрольным бетоном [1].

Опыт показал, что правильно составленная бетонная смесь, содержащая менее 300 кг/м³ обычного портландцемента и менее 10 % микрокремнезема, практически не отличается по водопотребности для эквивалентной номинальной осадки конуса по сравнению с обычными смесями с тем же общим содержанием вяжущих. На первый взгляд свежеприготовленная бетонная смесь кажется более жесткой, чем показывают результаты теста осадки конуса, однако, ее намного легче подавать насосом, укладывать и отделявать. Наблюдалось также аномальное поведение смеси, такое как повышение удобообрабатываемости после длительного перемешивания или прохождения через бетононасос. График влияния МК на пластичность и расход цемента представлен на рисунке 1.

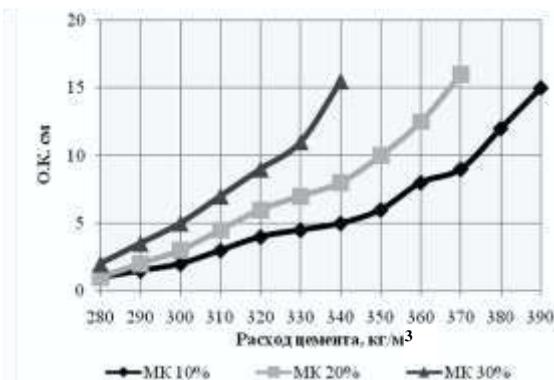


Рисунок 1 – Влияние МК на пластичность смеси и расход цемента

Жирные смеси с более высоким содержанием микрокремнезема и/или цемента могут стать вязкими и требовать больше усилий для укладки и уплотнения, в таком случае рекомендуется использовать пластификаторы.

Список литературы

1 Исследование прочности тяжелого бетона с пластифицирующими и минеральными добавками / С. Н. Анисимов [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–1.

Получено 10.03.2018

УДК 691.32:625.8

**ГЛИНОСОЛЕВЫЕ ОТХОДЫ В СОСТАВЕ
ЦЕМЕНТОБЕТОННОЙ СМЕСИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА
ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ**

И. А. ЧУДОВА

Научный руководитель – канд. экон. наук, доцент *И. М. ЦАРЕНКОВА*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В Республике Беларусь, как и в других странах, при строительстве автомобильных дорог широко используются цементобетонные и асфальтобетонные смеси. При сравнении характеристик покрытий автомобильных дорог, устраиваемых с их использованием, установлено преимущество цементобетона, по ряду таких показателей, как прочность, стойкость к повышенным температурам, высокое сопротивление к трению, долговечность. Кроме того, важным для строительства конструктивных слоев дорожной одежды из цементобетонной смеси является наличие местной сырьевой базы.

В условиях ограниченности финансовых ресурсов при строительстве автомобильных дорог с цементобетонным покрытием следует уделить особое внимание возможности снижения их стоимости за счет применения при производстве цементобетонных смесей различных добавок.

Для увеличения устойчивости бетона предлагается использовать глиносолевые отходы. Они содержат в своем составе: хлорид натрия 19–35 %, хлорид калия 15–17 %, сульфат кальция 0,1–2,0 %, сульфат магния 0,1–2,0 %, нерастворимый в воде остаток 40–70 %. По минералогическому составу нерастворимый остаток представлен смесью 60–85 % алюмосиликатных минералов и 15–40 % карбонатосодержащих пород. Известно [1], что глины обычно используются в количестве 15–30 % в составе сырьевой смеси при получении цемента. В основном применяют каолинитовые, монтмориллонитовые и гидрослюдистые глины. Они содержат оксиды, необходимые для образования клинкерных минералов: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , поэтому их присутствие в составе бетонов оправдано.

Для удобоукладываемости бетонной смеси с использованием глиносолевых отходов и уменьшения водовяжущего отношения также вводятся монтмориллонит и гидрослюд.

При использовании цементобетонной смеси с добавлением глиносолевых отходов в количестве 4–12 % существует ряд преимуществ: равномерное твердение, образование замкнутых пор, снижение усадки цементного камня при твердении, ускоряется набор прочности, повышение морозостойкости.

Со стороны эксплуатации для данных покрытий требуется лишь периодическая очистка и заливка швов. Современные технологии позволяют выполнить эффективный ремонт таких покрытий, а применяемые материалы обеспечивают быстрое твердение отремонтированных участков и их введение в эксплуатацию. Так, быстротвердеющие высокопрочные бетоны, полученные с использованием добавок в виде микрокремнезема и зол уноса, имеют явное преимущество перед традиционным бетоном [2].

Поэтому можно сделать вывод, что строительство автомобильных дорог с использованием цементобетонной смеси в составе с глиносолевыми отходами приведет к снижению стоимости строительства за счет уменьшения количества цемента и ремонтных мероприятий, позволит продлить сроки строительства в зимний период.

Список литературы

- 1 Строительные материалы / В. Г. Микульский [и др]. – М. : ИАСТВ, 2007. – С. 196–205.
- 2 **Бусел, А. В.** Поведение деформационных швов на автодорожных мостах при интенсивном движении / А. В. Бусел, Р. Г. Кротов, Т. А. Чистова // Дороги СНГ. – 2015. – № 6 (47). – С. 91–95.

Получено 10.03.2018

УДК 624.01/.04

ВЛИЯНИЕ ВОДОЦЕМЕНТНОГО ОТНОШЕНИЯ НА СТЕПЕНЬ ГИДРАТАЦИИ ЦЕМЕНТА ПОСЛЕ ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ

Э. В. ШВАЙЛИКОВА

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А. А. ВАСИЛЬЕВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Гидратация цемента является одним из основных факторов, определяющих прочностные свойства бетонов. Кроме того, показатель α (степень гид-

ратации цемента) в значительной степени обуславливает степень защитных свойств бетона по отношению к стальной арматуре [1].

Поскольку большинство бетонных и железобетонных элементов (ЖБЭ) изготавливают в заводских условиях с использованием тепловлажностной обработки (ТВО), значительный интерес представляет исследование показателя α сразу после ТВО и его изменение по сечению образцов.

Для определения α исследовали образцы – кубики сечением $100 \times 100 \times 100$ мм, изготовленные из цемента марки ПЦ 500 активностью 525 кг/см^2 , нормальной густотой $27,0 \%$ с В/Ц = $0,35 - 0,45$ с шагом $0,05$. Было изготовлено три серии образцов по три штуки. Образцы изготавливали с применением ТВО. ТВО проводили по стандартному режиму.

Результаты исследования степени гидратации цемента α по сечению образцов (в виде усредненных кривых, полученных по трем значениям α для каждого значения В/Ц) представлены на рисунке 1.

Полученные данные показывают, что степень гидратации цемента по сечению цементного камня не является постоянной величиной и подчиняется сложной зависимости.

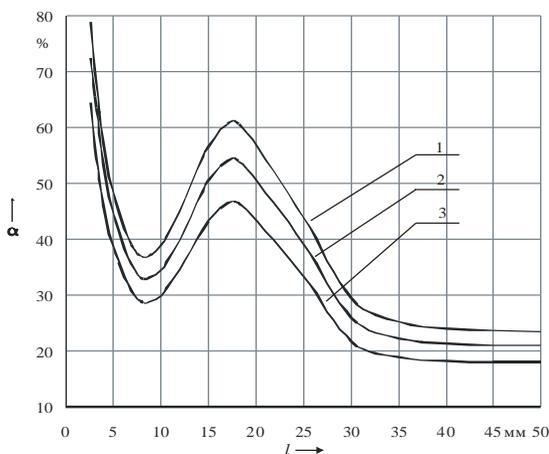


Рисунок 1 – Усредненные зависимости распределения степени гидратации цемента (α) по сечению образцов цементного камня сразу после ТВО:

1 – В/Ц = $0,45$; 2 – В/Ц = $0,40$; 3 – В/Ц = $0,35$

Для различных В/Ц зависимости носят схожий характер. Для их описания использовали кусочно-заданные функции. Для определения параметров линейной регрессии (на каждом из участков в отдельности) использовали метод наименьших квадратов. Полученные зависимости показывают, что для раз-

личных В/Ц характер изменения степени гидратации по сечению образцов идентичен.

Список литературы

1 **Баженов, Ю. М.** Технология бетона / Ю. М. Баженов. – М. : АСВ, 2002. – 500 с.

Получено 10.03.2018

УДК 666.97

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕТОНА НА ЩЕБНЕ ИЗ ДРОБЛЕНОГО БЕТОНА

А. Н. ШИНКЕВИЧ

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А. А. ВАСИЛЬЕВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Проблема повторного использования щебня, полученного после переработки железобетонного лома, для изготовления новых конструкций давно обсуждается [1]. Для решения проблемы необходимо проводить сравнительные эксперименты с целью получения физико-механических характеристик бетона, что позволит определить перечень конструкций, при проектировании и изготовлении которых возможно использование щебня из бетонного лома.

Для оценки работы бетона на щебне из бетонного лома в реальной конструкции были изготовлены две серии железобетонных перемычек для кирпичных стен размером 1290×140×120 мм с использованием одинарных каркасов из проволоки В500 \varnothing 4 мм в количестве по четыре балки в каждой серии. Испытания проводились по схеме 4-точечного изгиба в соответствии с рекомендациями по испытаниям данных конструкций. Измерение прогибов и деформаций растяжения в нижнем фибровом волокне осуществлялось с помощью индикаторов часового типа с ценой деления 0,001 мм. Нагружение проводилось ступенями с 5-минутной выдержкой на ступени. В процессе испытаний снимались показания после поднятия нагрузки и в конце выдержки. Количество ступеней нагрузки составляло 12–15. По результатам испытаний были построены графики зависимостей от уровня напряжений деформаций растяжения (рисунок 1) и прогиба перемычек (рисунок 2). Так как разрушающая нагрузка в момент образования трещин соответствовала пределу прочности арматуры, то наличия трещин в балках и их развития не наблюдалось.

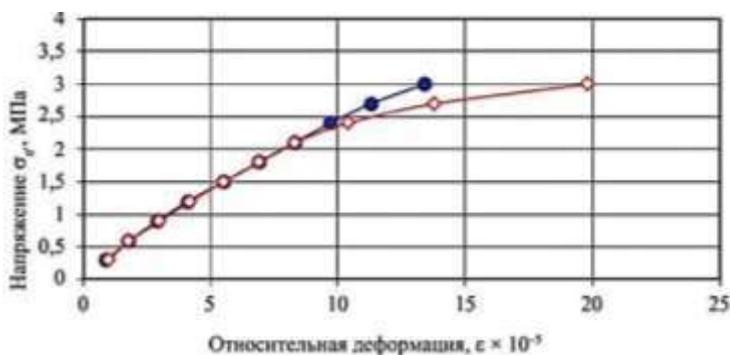


Рисунок 1 – Зависимости деформаций растяжения железобетонных перемычек от уровня напряжений:

- – 1-я серия испытаний; \diamond – 2-я серия испытаний

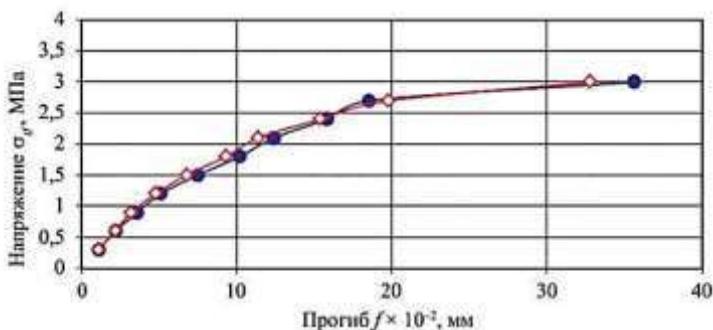


Рисунок 2 – Зависимости прогиба железобетонных перемычек от уровня напряжений:

- – 1-я серия испытаний; \diamond – 2-я серия испытаний

Анализ результатов испытаний позволяет сделать вывод о том, что использование щебня из бетонного лома в железобетонных конструкциях вполне допустимо и не требует серьезных корректировок в расчетах физико-механических характеристик полученного материала, во всяком случае, для бетонов низких классов.

Список литературы

1 **Безгодов, И. М.** Физико-механические характеристики бетона на щебне из дробленого бетона / И. М. Безгодов, А. А. Пахратдинов, Е. В. Ткач // Вестник МГСУ. – 2016. – № 10. – С. 24–32.

Получено 10.03.2018

Секция 2

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

УДК 691.328.1

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ БЕТОНА, ПРОПИТАННОГО АНТИКОРРОЗИОННЫМИ СОСТАВАМИ «ПАРАД Г-903» И «SIKA FERROGARD 903»

Т. И. АРТЁМИШИНА

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А. А. ВАСИЛЬЕВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Для железобетонных конструкций, при изготовлении которых не были проведены противокоррозионные мероприятия стальной арматуры, одним из новых и перспективных направлений защиты стальной арматуры является нанесение на поверхность ингибиторов коррозии.

До настоящего времени в Республике Беларусь ингибиторы такого типа отечественного производства отсутствовали, и при проведении ремонтных работ использовали составы импортного производства, одним из которых является продукт Sika FerroGard 903 компании Sika.

Разработанный в БГУ и производимый на ЗАО "Парад" состав Парад Г-903 и есть усовершенствованный аналог Sika FerroGard 903. Парад Г-903 представляет собой жидкий состав, разработанный по технологии мигрирующих ингибиторов коррозии и предназначен для использования в качестве пропитки железобетонных конструкций [1].

В лаборатории минеральных вяжущих и бетонов БелдорНИИ была проведена сравнительная оценка воздействия на бетон составов Парад Г-903 и Sika FerroGard.

Защитная способность антикоррозионного состава Парад Г-903 составляет 97,5–98,5 %, а стойкость стали S 400 к статическому воздействию раствора хлористого натрия с массовой долей 3 %, содержащего 1 % состава, при температуре 20 плюс-минус 2 градуса составляет 8 часов. Водородный показатель составляет от 10,5 до 11,8, а плотность 1,1–1,116 г/см³, глубина пропитки бетона через 28 суток достигает 8 см, а расход же составляет всего 0,8 кг/м².

Из анализа результатов опытного определения водопоглощения следует, что при кратковременном, 0,5–1 часа, водонасыщении имеет место более низкая, на 6,1–7,7 % меньшая величина водопоглощения образцов бетона,

обработанных составом Парад Г-903, в сравнении с образцами, обработанными Sika FerroGard 903.

По результатам испытаний на морозостойкость, следует, что их применение позволяет увеличить в рамках выполненных исследований морозостойкость бетона на две марки в случае применения Парад Г-903 и на одну марку в случае применения Sika FerroGard 903.

Из анализа результатов опытного определения водородного показателя водной вытяжки и степени карбонизации бетона следует, что пропитка бетона антикоррозионными составами Парад Г-903 и Sika FerroGard 903 в равной степени на 9,1 % повышает водородный показатель водной вытяжки бетона и снижает степень его карбонизации на 10,2 и 6,4 % соответственно.

Степень защиты стальной арматуры составила 98,5 % в случае применения состава Парад Г-903.

Таким образом, на основании выполненной комплексной оценки показателей свойств бетона, пропитанного исследуемыми антикоррозионными составами, можно сделать вывод о том, что по ингибирующему действию в отношении бетона и арматуры состав антикоррозионный Парад Г-903 аналогичен составу Sika FerroGard 903, но обладает лучшим действием в части повышения морозостойкости защищаемого бетона и поэтому является более эффективным.

Список литературы

1 Г-903 – идеальная защита бетона от коррозии [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://parad.by/novye-razrabotki/94-unikalnost-sostava-parad-g-903.html>. – Дата доступа : 05.03.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 539.5

ВЛИЯНИЕ БИОПОВРЕЖДЕНИЙ НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ БЕТОННОЙ СТЕНЫ

И. П. АШАЕВ

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент *Ф. Р. ШАКИРЗЯНОВ*
Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
Республика Татарстан

К числу важнейших задач в строительстве относят прочность конструкции, которое со временем снижается. Одним из существенных факторов уменьшения прочности бетона являются биоповреждения. В настоящее время убытки от биоповреждений достигают колоссальных размеров: более 7 % от общей стоимости промышленной продукции в мировом масштабе [1]. Агентами биоповреждений являются продукты жизнедеятельности различных организмов: бактерии, грибы и т. п.

В работе рассмотрена задача оценки несущей способности бетонной стены, находящейся в агрессивной среде. Воздействие агрессивной среды учитывалось на основе второго закона Фика:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = \lambda \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}; \quad (1)$$

где начальные и граничные условия запишутся в виде

$$C(0, t) = C_0, \quad \frac{\partial C(b, t)}{\partial x} = 0, \quad C(x, 0) = C_{\min}. \quad (2)$$

Это уравнение решалось численно методом конечных разностей. Задача решена в одномерной постановке, учитывался собственный вес бетона и воздействие агрессивной среды с одной стороны стены. Исследован процесс проникновения агрессивной среды в бетон.

Также учтено то, что с течением времени из-за увеличения пористости в бетоне процесс биоповреждения происходит с ускорением. Принято, что коэффициент диффузии зависит от изменения пористости $\lambda = \lambda(e)$.

Снижение прочности бетона от концентрации агрессивной среды принято в виде

$$Rb = \frac{Rb_0}{1 + \beta(C(t) - C_0)} \quad (3)$$

Предельная нагрузка определялась по формуле

$$P = \sum_{i=1}^n Rb_i \Delta x_i \quad (4)$$

Проведены численные эксперименты и на их основе получены зависимости концентрации агрессивной среды в бетоне по толщине при разных значениях времени и с учетом изменения коэффициента диффузии (рисунок 1).

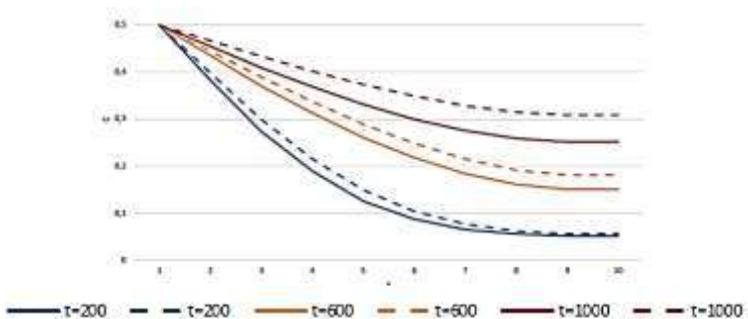


Рисунок 1 – Зависимости концентрации агрессивной среды в бетоне по толщине

Также получены зависимости предельной нагрузки от времени, коэффициента диффузии и геометрических размеров стены.

Список литературы

1 Кармова, Н. С. Методы исследования и оценки биоповреждений, вызываемых микроорганизмами / Н. С. Комарова, Г. В. Надеева, Т. В. Багаева. – Казань, 2014.

Получено 10.03.2018

УДК 691.32

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ СТЕПЕНИ КАРБОНИЗАЦИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА

О. Е. БОРИСЕНКО

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А. А. ВАСИЛЬЕВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время железобетонные изделия – неотъемлемый атрибут практически любого строительства. Большинство железобетонных элементов (ЖБЭ) эксплуатируются в различных воздушных средах, их долговечность во многом определяется концентрацией и степенью агрессивности содержащихся в них компонентов.

Объектом исследования данной работы явилась оценка изменения степени карбонизации бетона классов по прочности $C^{12/15}$ – $C^{30/37}$ в зависимости от величины защитного слоя и условий эксплуатации ЖБЭ.

На основании результатов исследования карбонизации [1] и предложенных регрессионных зависимостей изменения во времени по сечению бетона степени карбонизации для различных классов бетона по прочности и условий эксплуатации получены графические зависимости сроков наступления категорий степеней карбонизации для граничных значений толщин защитного слоя бетона, позволяющие определить время наступления тех или иных категорий степени карбонизации в зависимости от классов бетона по прочности и условий эксплуатации.

Были рассмотрены бетоны классов по прочности $C^{12/15}$ – $C^{30/37}$ для различных условий эксплуатации (открытая атмосфера, сельскохозяйственные здания, общественные здания и промышленные с неагрессивной эксплуатационной средой) при величинах защитного слоя бетона 10, 15, 20 и 25 мм.

В качестве примера на рисунке 1 приведены регрессионные зависимости для бетона класса по прочности $C^{16/20}$.

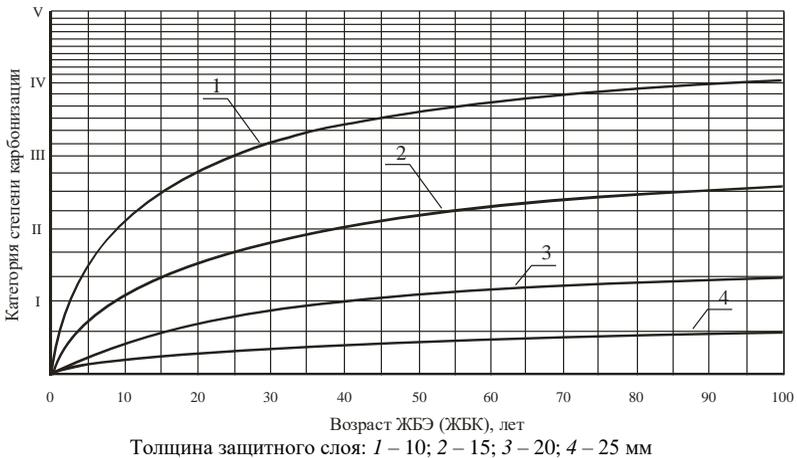


Рисунок 1 – Регрессионные зависимости наступления различных степеней карбонизации от толщины защитного слоя бетона класса по прочности $C^{16}/_{20}$ для условий открытой атмосферы, области ускоренной карбонизации

Полученные зависимости позволяют судить о скорости наступления той или иной степени карбонизации при толщинах защитного слоя 10–25 мм и использовать их для оценки скорости коррозионного повреждения стальной арматуры.

Список литературы

1 **Васильев, А. А.** Расчетно-экспериментальная модель карбонизации бетона : [монография] / А. А. Васильев. – Гомель : БелГУТ, 2016. – 263 с.

Получено 10.03.2018

УДК 624.01/04

АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЗДАНИЯХ

А. В. ВИТОВТОВА

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А. А. ВАСИЛЬЕВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время бетон является основным конструкционным материалом. Массовое производство и возведение бетонных и железобетонных кон-

струкций обуславливает возможность возникновения аварий. Технический анализ причин аварийности бетонных и железобетонных конструкций на территории стран СНГ показывает, что количество аварий не сокращается. Более того, в последнее время отмечается рост аварийности.

Цель работы заключается в систематизации и анализе данных об аварийности бетонных и железобетонных конструкций в зданиях различного назначения.

По результатам анализа динамику аварийности за 2011–2015 гг. бетонных и железобетонных конструкций в зданиях жилого, промышленного и общественного назначения можно увидеть на гистограмме (рисунок 1).

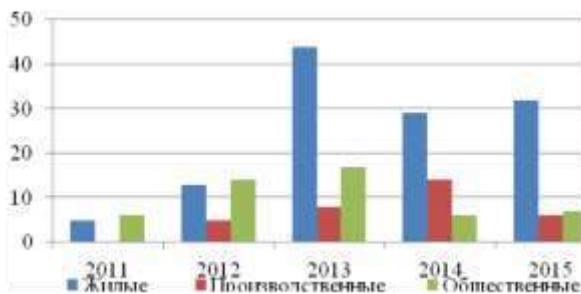


Рисунок 1 – Количество аварий бетонных и железобетонных конструкций за 2011–2015 гг.

Из гистограммы видно, что наиболее распространены обрушения бетонных и железобетонных элементов в зданиях жилищного фонда, что связано с несколькими факторами:

- нарушение требований к эксплуатации зданий;
- невозможность сокрытия факта аварии из-за необходимости расселения проживающих и возможных жертв.

Опыт расследования причин аварийности бетонных и железобетонных конструкций зданий показывает, что аварии являются следствием нарушения [1]:

- технологии изготовления и транспортировки конструкций и изделий;
- требований при производстве СМР;
- правил технической эксплуатации зданий и сооружений.

Однако тяжесть последствий аварий можно предвидеть, а также сократить их общее количество за счёт прекращения тиражирования однотипных причин аварий, неквалифицированного выполнения оценки и прогнозирования технического состояния элементов и конструкций, безграмотного ведения ремонтно-восстановительных работ, а также нарушений правил технической эксплуатации зданий.

Например, если ввести в действующие ТНПА сроки плановых обследований зданий и сооружений в зависимости от назначения и материала конструкций, то появится возможность выявить и устранить повреждения на ранних стадиях и предотвратить их дальнейшее развитие, а также проанализировать ошибки, допущенные при строительстве и эксплуатации.

Список литературы

1 Железобетон в XXI веке: Состояние и перспективы развития бетона и железобетона в России / Госстрой России; НИИЖБ. – М. : Готика, 2001. – 684 с.

Получено 10.03.2018

УДК 691.32

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИОННОЙ ЕМКОСТИ БЕТОНА

А. П. ЗАЯЦ

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А. А. ВАСИЛЬЕВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Основную долю конструкций зданий и сооружений, эксплуатируемых в настоящее время, составляют железобетонные конструкции различных типов.

В процессе эксплуатации под воздействием внешней среды, условий технологических процессов возникают различного рода повреждения железобетонных конструкций, т.е. происходят изменения свойств материалов и конструкций, снижающие их качество, и как следствие, долговечность зданий и сооружений в целом.

Для обеспечения безопасной эксплуатации зданий и сооружений необходимо изучение показателей состава бетонной смеси прямо или косвенно влияющих на долговечность и надежность конструкций. Один из таких показателей – реакционная емкость бетона.

В соответствии с [1]:

$$V_{CO_2} = 0,294\alpha Ц\alpha_k, \quad (1)$$

где V_{CO_2} – объем поглощенного углекислого газа, м³; Ц – количество цемента, кг; α – степень гидратации цемента, %; α_k – степень карбонизации, %.

Выполнив преобразования, проф. В. В. Бабицкий [1] получил уравнение для расчета массы связанного углекислого газа, кг. Относя V_{CO_2} к 1 м³ бетона, выполнили расчет реакционной емкости бетона, не учитывающей и учи-

тывающей развитие и изменение процессов карбонизации и гидратации цемента.

Результаты расчетов реакционной емкости бетона без учета степени карбонизации и гидратации и карбонизации и для степени гидратации цемента 70 %, степени карбонизации бетона – 100 % и для различного расхода цемента в бетоне – 200–500 кг/м³ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов реакционной емкости бетона с учетом различных значений степени карбонизации и гидратации для расхода цемента в бетоне 200–500 кг/м³

Значение расхода цемента в бетоне, кг/м ³	Значения реакционной емкости бетона без учета степени карбонизации и гидратации	Значения реакционной емкости бетона с учетом степени карбонизации и гидратации
200	28,8	41,16
250	36,0	51,45
300	43,2	61,74
350	50,4	72,03
400	57,6	82,32
450	64,8	92,61
500	72,0	102,9

Полученные результаты показывают, что существует необходимость учета развития и изменения процессов гидратации и карбонизации при расчёте реакционной емкости бетона. Учёт рассмотренных показателей позволит уточнить значения реакционной емкости бетона и глубины нейтрализации при карбонизации бетона для различных условий и позволит в дальнейшем снизить затраты и подобрать наиболее эффективный и экономичный состав для повышения показателей долговечности, надежности и предотвращения появления дефектов и повреждений изготавливаемых строительных конструкций.

Список литературы

1 Неразрушающие методы оценки и прогнозирование технического состояния железобетонных конструкций, эксплуатирующихся в воздушных средах : практическое пособие / Т. М. Пецольд [и др.] ; под ред. А. А. Васильева. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 146 с.

Получено 10.03.2018

УДК 539.3

ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕГРАДАЦИИ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ СОЛЕВОЙ КОРРОЗИИ

А. Ф. КАШАФДИНОВА

Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор *Р. А. КАЮМОВ*
Казанский государственный архитектурно-строительный университет,
Республика Татарстан

Долговечность – один из важнейших показателей качества строительных конструкций, который определяет их способность сохранять требуемые эксплуатационные качества в течение заданного срока службы в условиях внешних воздействий. Длительное время считалось, что долговечность железобетонных строительных конструкций с годами только увеличивается. Однако оказалось, что улучшение качества бетона происходит лишь при определенных влажностных и температурных условиях. В большинстве же случаев в процессе эксплуатации железобетонные конструкции подвергаются различным агрессивным воздействиям и разрушаются [1].

В данной работе представлены методики описания процесса диффузии солевого раствора в бетонной стенке, описания процесса кристаллизации соли в порах бетона, оценки влияния массы кристаллизовавшейся соли в порах материала на прочностные свойства материала и методика оценки несущей способности бетонных конструкций под действием солевой коррозии.

Приведён пример обработки результатов эксперимента по определению коэффициента диффузии жидкости в бетоне. Расчет проведен методом конечных разностей как по времени, так и по координате.

Приведены результаты экспериментов по определению прочности образцов, подвергшихся воздействию солевого раствора в течение трех и шести месяцев.

Предложено соотношение в виде дифференциального уравнения для определения скорости кристаллизации соли в порах бетона и его решение (1). Описывается способ идентификации параметров этого соотношения по результатам экспериментов по выдержке образцов в солевом растворе.

$$\frac{\partial M}{\partial t} = \frac{\alpha}{(1 + \gamma M)^\beta}, \quad \alpha = \alpha(C), \quad \beta = \beta(C), \quad \gamma = \gamma(C), \quad (1)$$

где M – масса соли, которая кристаллизовалась в образце, отнесённая к массе бетона до начала процесса кристаллизации; t – время, $\frac{\partial M}{\partial t}$ – скорость кристаллизации соли; α , β , γ – коэффициенты, которые могут быть найдены из эксперимента; C – содержание раствора соли в среде бетона.

Предложено соотношение, аппроксимирующее зависимость прочности бетона от удельной массы кристаллизовавшейся соли. Описана методика, позволяющая определить коэффициенты этой аппроксимирующей функции по результатам испытаний на прочность образцов, выдержанных разное время в солевом растворе, и приведен пример их расчета.

Список литературы

1 Мухаметзянова, А. Р. К вопросу об исследовании долговечности железобетонных элементов / А. Р. Мухаметзянова // Молодой ученый. – 2017. – № 20. – С. 48–52 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://moluch.ru/archive/154/43469/>. – Дата доступа : 04.03.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 624.01/.04

ОЦЕНКА СКОРОСТИ КРИТИЧЕСКОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ СТАЛЬНОЙ АРМАТУРЫ В КАРБОНИЗИРОВАННОМ БЕТОНЕ

В. И. КИРЮШИНА

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А. А. ВАСИЛЬЕВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Коррозия железобетонных элементов и конструкций является неизбежным негативным фактором в ходе эксплуатации зданий и сооружений.

Приняв, в соответствии с [1], что потеря 25 % площади поперечного сечения стальной арматуры является ее критическим повреждением, и коррозия развивается по всей поверхности стержня, получаем значения критической глубины коррозии для различных диаметров стальной арматуры (таблица 1).

Таблица 1 – Критическая глубина коррозии для различных диаметров стальной арматуры

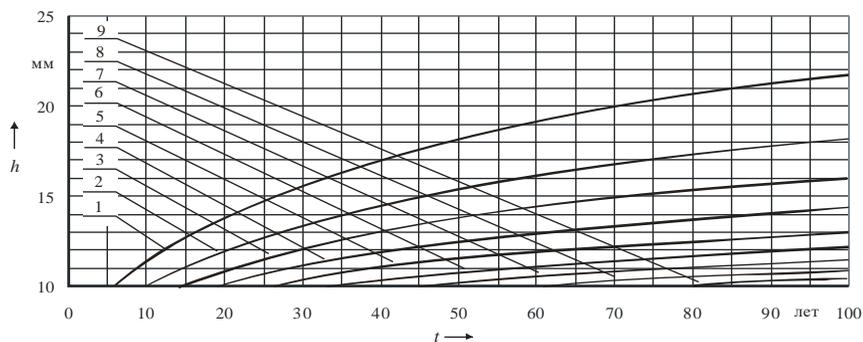
В миллиметрах

Диаметр стержня	Критическая глубина коррозии	Диаметр стержня	Критическая глубина коррозии
6	0,40	16	1,07
8	0,54	18	1,21
10	0,67	20	1,34
12	0,80	22	1,47
14	0,94	25	1,88

Используя регрессионные зависимости коррозионных повреждений стальной арматуры от толщины защитного слоя бетона, определен возраст достижения стальной арматурой различных диаметров критической глубины коррозии для фиксированных значений толщины защитного слоя.

По полученным результатам построены регрессионные зависимости времени критического повреждения стальной арматуры диаметров \varnothing 6–25 мм от толщины защитного слоя для бетонов классов по прочности $C^{12/15}$ – $C^{30/37}$ и различных эксплуатационных условий.

В качестве примера на рисунке 1 представлены регрессионные зависимости времени критического повреждения стальной арматуры диаметров \varnothing 6–22 мм от толщины защитного слоя для бетона класса по прочности $C^{16/20}$.



Диаметры стальной арматуры (\varnothing): 1 – 6; 2 – 8; 3 – 10; 4 – 12; 5 – 14; 6 – 16; 7 – 18; 8 – 20; 9 – 22 мм

Рисунок 1 – Регрессионные зависимости критических коррозионных повреждений стальной арматуры от толщины защитного слоя бетона класса по прочности $C^{16/20}$ для условий открытой атмосферы

Полученные зависимости позволяют оценивать скорость критического повреждения стальной арматуры от толщины защитного слоя.

Список литературы

1 ТКП 45-1.04-37–2008 (02250). Обследование строительных конструкций и сооружений. Порядок проведения. – Введ. 2008-11-12. – Минск, 2008. – 39 с.

Получено 10.03.2018

УДК 624.012.45.46

ДОЛГОВЕЧНОСТЬ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

А. П. ЛЁГКИЙ

Научный консультант – начальник цикла подполковник *К. В. МАХАЕВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В последние годы существует тенденция использования в производстве строительных материалов отходов промышленности (зол, золошлаковых смесей).

Использование отходов промышленности при изготовлении бетонных и железобетонных элементов влияет на их долговечность, поэтому необходимо решать вопросы долговечности этих элементов даже при эксплуатации в нормальных атмосферных условиях.

Повышение надежности и коррозионной стойкости железобетонных конструкций в агрессивных средах может быть решено созданием коррозионно-стойких строительных материалов нового поколения с использованием экономичных заводских технологий и новых видов арматурных сталей высокой надежности. Научные разработки для конструкций должны идти по следующим направлениям:

- исследование стойкости арматуры, стальных связей и железобетона на новых вяжущих, заполнителях с использованием отходов производства;
- разработка бетонных и железобетонных конструкций высокой долговечности, коррозионной стойкости и стойкости при биологической коррозии, изготавливаемых по экономичным технологиям с использованием отходов промышленности и сельского хозяйства;
- разработка расчетных методов прогноза долговечности подземных и надземных железобетонных конструкций, работающих при воздействии жидких и газозвдушных агрессивных сред;
- разработка и внедрение методов контроля параметров качества и долговечности строительной продукции на заводах-изготовителях и их сертификационная аттестация, что позволит сделать строительную продукцию конкурентоспособной.

В рамках международной организации CIB-RILEM разработана и действует система проектирования зданий и сооружений с учетом требуемой долговечности и условий эксплуатации.

Кроме того, в последние годы в строительство активно внедряются нетрадиционные материалы для бетона и железобетона (золы, шлаки, химические

добавки), новые виды арматурных сталей, существенно влияющих на долговечность конструкций. Уменьшение массы зданий, индустриальность монтажа, архитектурная выразительность закономерно дают дорогу новым видам конструкций. Но с уменьшением толщины полок и стенок строительные конструкции стали еще более уязвимы для коррозии.

Немаловажную роль в увеличении долговечности строительных конструкций играет культура производства и эксплуатации, повышение качества изделий при изготовлении. Долговечность зданий и сооружений без больших затрат можно достичь, если поставить проблему долговечности как основную при проектировании, расчете изготовления и эксплуатации строительных конструкций. Всё это позволит уменьшить затраты в строительной отрасли, а необоснованные затраты на коррозионные потери направить на развитие отраслевой строительной науки и ее оснащение современным оборудованием.

Список литературы

1 Проблемы долговечности бетонных и железобетонных конструкций в современном строительстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://bcetut.ru/construction/materials/55501904>. – Дата доступа : 8.03.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 624.012.4

ТЕРМИЧЕСКИЙ УДАР ПРИ ЗИМНЕМ СОДЕРЖАНИИ БЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Ю. А. ЛИСОВСКАЯ

Научный консультант – ст. преп. *Д. Ю. АЛЕКСАНДРОВ*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Цементобетонные покрытия подвержены разрушению и деформациям: вертикальное смещение плит, шелушение, выкрашивание, истираемость и др.

Наиболее неблагоприятным периодом для эксплуатации цементобетонных дорожных покрытий является период зимнего содержания. Низкая коррозионная стойкость к воздействию солей, попеременное замораживание-оттаивание, использование шипованной резины приводят к появлению различных микроразрушений поверхности дорожного бетона.

Использование технической соли при зимнем содержании цементобетонных покрытий приводит к возникновению явления “термического уда-

ра” [1]. Техническая соль снижает температуру замерзания воды и вызывает таяние льда при отрицательной температуре. Этот процесс сопровождается поглощением теплоты, т.е. снижением температуры поверхностного слоя бетона. Неравномерное интенсивное изменение температуры в поверхностном слое приведёт к преждевременному разрушению дорожного покрытия. Градиент температур может вызвать образование микротрещин, которые в процессе дальнейшей эксплуатации покрытия превратятся в выбоины.

Еще одним возможным дефектом зимнего содержания цементобетонных покрытий является образование неровностей дорожного полотна. Исследования, проведенные в МАДИ [2], свидетельствуют о том, что совместное применение при зимнем содержании противогололедных реагентов и шипованной резины приводит к образованию незначительной колеи глубиной до 12 мм, в первые несколько лет эксплуатации. Это частично объясняется тем, что под действием сил тяжести при уплотнении растворная часть поднимается вверх, а щебень опускается, в результате чего образуется слабый поверхностный слой, подверженный истиранию. Интенсификация истирания покрытия в зимний период обусловлена наличием на покрышках колес шипов противоскольжения. В некоторых странах на законодательном уровне запрещено использование шипованной резины в зимнее время. В Республике Беларусь данное ограничение отсутствует.

Цементобетонные покрытия не вырабатывают свой теоретический ресурс службы (до 50 лет). Для поддержания транспортно-эксплуатационных качеств таких покрытий чаще всего используется обработка кольматирующими составами [3]. Обработка производится несколько раз в год в зависимости от величины истирающей нагрузки [4].

Список литературы

- 1 **Пшембаев, М. К.** Процессы, протекающие на поверхности бетонных покрытий при их химической защите от зимней скользкости / М. К. Пшембаев, Я. Н. Ковалев, В. Н. Яглов // Наука и техника. – 2016. – № 4. – С. 265–270.
- 2 **Ушаков, В. В.** Исследование истираемости цементобетонных покрытий автомобильных дорог / В. В. Ушаков, Г. Г. Дьяков // Наука и техника в дорожной отрасли. – М. : ЗАО “Издательство “Дороги”. – № 1. – 2014. – С. 31–32.
- 3 **Поровая структура дорожного бетона / М. К. Пшембаев [и др.] // Наука и техника. – 2016. – № 4. – С. 298–307.**

Получено 10.03.2018

УДК 691.5

ДОЛГОВЕЧНЫЙ БЕТОН НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННОГО ГЕОПОЛИМЕРНОГО ВЯЖУЩЕГО

*Н. В. ЛОГВИНОВ**Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент А. А. ВАСИЛЬЕВ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Производство и применение строительных материалов на основе промышленных отходов эффективно, если выпускаемые материалы имеют достаточно высокую долговечность. Однако долговечность гео-полимерных материалов на основе магматических горных пород в настоящее время не исследована.

Авторами [1] были проведены исследования долговечности бетона, с применением геополимерного вяжущего на основе отсева дробления гранитного щебня. Расход измельченной до удельной поверхности $320 \text{ м}^2/\text{кг}$ горной породы составлял $316 \text{ кг}/\text{м}^3$, в состав бетона вводилось $105 \text{ кг}/\text{м}^3$ модифицирующей добавки – доменного гранулированного шлака, измельченного до удельной поверхности $350 \text{ м}^2/\text{кг}$. Активация твердения вяжущего осуществлялась раствором жидкого стекла с силикатным модулем 1,2. Расход активатора составлял $106 \text{ кг}/\text{м}^3$, а воды – $85 \text{ л}/\text{м}^3$. Содержание крупного заполнителя – гранитного щебня фр. 5–20 мм – составляло $1375 \text{ кг}/\text{м}^3$, мелкого – песка – $595 \text{ кг}/\text{м}^3$. Через 28 суток твердения в нормальных условиях образцы этого бетона были испытаны на морозостойкость.

Испытания геополимерного бетона на морозостойкость показали, что за 190 циклов замораживания-оттаивания практически не происходит потерь массы образцов (рисунок 1).

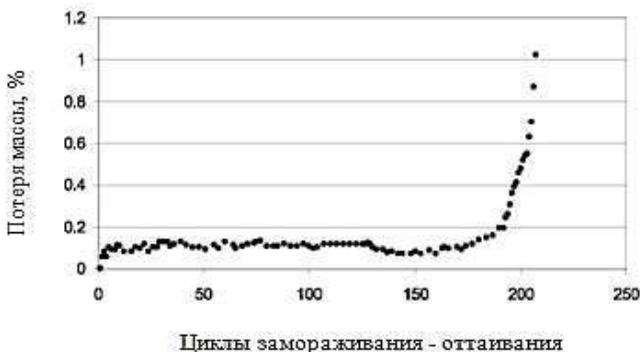


Рисунок 1 – Средние значения потерь массы основных образцов в процессе испытания на морозостойкость

Испытания были прекращены после выполнения 207 циклов. Затем была определена прочность основных образцов, которая составила 37,7 МПа, что на 4 % выше прочности контрольного состава. Морозостойкость геополимерного бетона соответствует марке F2 200 для дорожных бетонов и марке F1 600 для бетонов общестроительного назначения.

Бетоны, изготовленные с применением композиционного геополимерного вяжущего на основе измельченных отсеков гранитного щебня с добавкой шлака, характеризуются низким водопоглощением и достаточно высокой морозостойкостью. Установленные значения свойств исследованного бетона при их сравнении со свойствами портландцементного бетона позволяют прогнозировать долговечность геополимерного бетона, достаточную для производства и применения конструкций, используемых при различных видах строительства.

Список литературы

1 Исследование свойств бетона на основе композиционного геополимерного вяжущего, определяющих его долговечность / Н. А. Ерошкина [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 3. – С. 58–62.

Получено 10.03.2018

УДК 624.01/.04

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНОГО УВЛАЖНЕНИЯ НА СКОРОСТЬ КАРБОНИЗАЦИИ БЕТОНА

В. Н. ПРОХОРЕНКО

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А. А. ВАСИЛЬЕВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Карбонизацией называют процесс взаимодействия бетона с углекислым газом, в результате которого происходит образование карбоната кальция со снижением рН жидкой фазы бетона и утратой бетоном пассивирующего действия на стальную арматуру. Карбонизация зависит от множества факторов, таких как начальный состав бетона, концентрация углекислого газа, природно-климатические условия и воздействия.

В данном исследовании мы рассмотрим, как природное увлажнение бетона влияет на скорость карбонизации. В работе [1] представлена модель карбонизации, которая содержит коэффициент k_w , учитывающий влияние климатических параметров в результате увлажнения бетона в виде случайного процесса, зависящего от продолжительности дождей и вероятности ветра во время дождя.

Коэффициент k_w рассчитывается по формуле

$$k_w = \left(\frac{t_0}{t} \right)^w, \quad (1)$$

где t_0 – время определения начальных свойств бетона, лет ($t_0 = 1$ год); t – время эксплуатации, лет; w – параметр, определяемый по формуле

$$w = \frac{(p_{SR} T_{OW})^{0,446}}{2}, \quad (2)$$

p_{SR} – вероятность ветра во время дождя; T_{OW} – время увлажнения, определяемое по формуле

$$T_{OW} = \frac{z}{365}, \quad (3)$$

z – количество дней в году с осадками $h_{Nd} \geq 2,5$ мм.

В данном исследовании среднее количество дней с осадками $h_{Nd} \geq 2,5$ мм за год для областных центров Республики Беларусь определяется по данным Гидрометцентра. Вероятность ветра во время дождя p_{SR} определяется по таблице 3.2 СНБ 2.04.02–2000. Время эксплуатации принимается $t = 1$ год. Вышеперечисленные данные и результаты расчета коэффициента k_w приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчет коэффициента k_w

Город	z , дн.	T_{OW}	p_{SR}	w	k_w
Минск	71	0,193	0,95	0,235	0,547
Брест	61	0,168	0,94	0,220	0,569
Могилев	74	0,204	0,91	0,236	0,546
Витебск	65	0,178	0,93	0,224	0,562
Гродно	92	0,251	0,84	0,250	0,527
Гомель	82	0,224	0,91	0,246	0,532

Анализируя коэффициенты влияния природного увлажнения бетона k_w , полученные для областных центров Республики Беларусь, можно сделать вывод, что при прочих равных параметрах скорость карбонизации может отличаться до 7 %, а с увеличением срока эксплуатации это отличие будет нарастать.

Список литературы

1 **Gehlen, C.** Probabilistische Lebensdauerbemessung von tahlbetonbauwerken / C. Gehlen. – Berlin : Beuth Verlag, 2000. – 106 s. – (Schriftenreihe des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton; Heft 510).

Получено 10.03.2018

Секция 3
ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

УДК 691.32

ИССЛЕДОВАНИЕ, СОСТАВ, ПРИМЕНЕНИЕ
И ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КЕВЛАРОБЕТОНА

В. И. БАРАНОВ

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А. А. ВАСИЛЬЕВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Кевларобетон (еще его называют ультрабетон) – новейшее суперпрочное строительное изобретение. Представляет собой уникальную технологию по производству бетона в виде шариков, благодаря специальному гравитационному бетоносмесителю. Своеобразная форма окатышей делает бетон прочным, поскольку в процессе изготовления из строительной смеси выжимается воздух.

Технология кевларобетона несложна в применении. Изготовленным при ее помощи материалом можно с легкостью симитировать каменное покрытие и даже добиться мраморного узора на покрытии. Добавление красящего пигмента открывает перед потребителями широкую цветовую гамму и бесконечное число вариаций декорирования поверхностей. Такое покрытие имеет повышенную прочность и эстетическую привлекательность.

В наше время бетон с кевларом применяется в виде тротуарной плитки, заборов, бордюров, каминов, клумб, фасадного камня, памятников, облицовочных и подоконных плит, столешниц, ступенек [1].

Изделия на основе кевлара имеют ровную гляцевую поверхность с имитацией под натуральный камень, причем цвет и разводы идентичны натуральным. Цветовой пигмент добавляют уже непосредственно в бетоносмесителе. Это может быть сажа, железоокисные пигменты. Чтобы изготовить кевлар, потребуются следующие элементы: портландцемент (цемент без активных минеральных добавок), минеральные заполнители, добавки.

В качестве минеральных заполнителей может быть использован песок, гранитный щебень для бетона, отсеv кварца или базальта. На этих составляющих никак нельзя экономить, ведь это негативным образом скажется на

конечной продукции. Вещества, способствующие быстрому затвердеванию, и пластификаторы значительно облегчат процесс. Также используют железоксидные красители. Основу такой бетонной смеси составляют эллипсоидные окатыши диаметром в 2–5 см. Кевларобетон обладает повышенным уровнем влагоустойчивости и газонепроницаемостью, стойкостью к резким температурным колебаниям и способностью переносить морозы, а также минимальным уровнем износа.

Для изготовления кевларобетона требуется засыпать минеральные основы в бетоносмеситель. Затем засыпать портландцемент в процессе перемешивания. Вводим пластификатор (его должно быть не более 1 % от общей массы). Через 15 с после введения пластификатора проводится контроль массы. Оцениваем размеры шариков, внутренний состав. Далее вводится красочный пигмент (чаще всего белого цвета). Проводим разлив в пластиковые, стеклопластиковые и другие формы. Также рекомендуется накрывать полиэтиленовой пленкой, чтобы ограничить попадание воздуха. После пяти дней, можно применять данный бетон в строительстве.

Кевларобетон является и будет востребованным материалом в строительстве, так как сфера его применения очень широка по сравнению с другими видами бетона.

Список литературы

1 **Батраков, В. Г.** Модифицированные бетоны / В. Г. Батраков. – 2-е изд. – М., 1998. – 768 с.

Получено 10.03.2018

УДК 691.32.033.32

ВАКУУМНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО БЕТОНА

Е. В. ДАНЧЕНКО

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А. А. ВАСИЛЬЕВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

При вакуумной технологии для формирования монолитных конструкций используются подвижные бетонные смеси, которые после укладки в опалубку подвергаются обработке при помощи специального оборудования (вакуумтрубки разового использования, которые собирают из пористых и полых объемных элементов с контактной поверхностью в виде профильных впадин и выступов).

Формовали образцы 15×15×7 см методом вакуумирования и вибрационным способом. Продолжительность вакуумирования определяли по прекращению

извлечения воды из уплотняемой бетонной смеси. Все отформованные образцы твердели 28 суток в нормальных условиях.

По полученным данным обычно применяемый режим оказался самым малоэффективным в сравнении с вакуумированием с постепенно увеличивающейся величиной разрежения. В этом случае получено наибольшее повышение прочности бетона (рисунок 1).

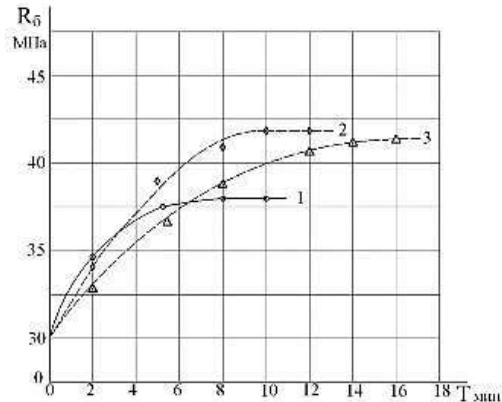


Рисунок 1 – Прочность бетонов при вакуумировании:
1 – постоянно максимальное разрежение; 2 – постепенно увеличивающееся разрежение; 3 – постоянно малое разрежение (0,4)

Большое практическое значение имеет при возведении конструкций из монолитного бетона рост прочности бетона во времени. Результаты исследований показывают, что при твердении бетонов в нормальных условиях вакуумбетон за сутки набирает такую же прочность, как виброуплотненный за трое суток, а в возрасте 28 суток прочность вакуумбетона на 25–30 % выше, чем у виброуплотненного (таблица 1).

Таблица 1 – Прочность бетонов в зависимости от условий и продолжительности твердения

Вид бетона	Прочность бетонов (МПа) при продолжительности твердения (сутки)					
	1	3	7	14	21	28
Нормальные условия твердения						
Вакуумированный	7	11	14	20	24	28
Виброуплотненный	2	6	9	15	18	20
Твердение при температуре 4 – 8 °С						
Вакуумированный	3	5	9	14	17	21
Виброуплотненный	1	3	6	8	12	13

Исходя из таблицы 1, вакуумирование предоставляет возможность получать проектную прочность бетона (20 МПа) в 28-суточном возрасте даже при твердении бетона при пониженных температурах (4–8°C).

Данные выводы обеспечивают значительную экономию энергоресурсов при работе в осенне-зимний период.

Список литературы

1 **Сторожук, Н. А.** Теоретические исследования по вакуумированию бетонных смесей / Н. А. Сторожук // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Д. : ПДАБА, 2012. – № 2–3. – С. 32–38.

Получено 10.03.2018

УДК 666.97

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ БЕТОН: ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

А. Д. КОРОЛЬЧУК

Научный консультант – начальник цикла подполковник *Э. П. КУЧИНСКИЙ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Недавно был создан новый вид потенциально устойчивого бетона, который может претендовать на звание самого экологически чистого вида строительного материала.

Бетон в традиционной форме изготавливается из цемента, смешанного с рядом крупных (гравий, известняк или гранит) и более мелких наполнителей (песок или пепел). К большому сожалению, бетон не является экологически чистым материалом. Для того чтобы получить цемент, уходит огромное количество энергии и воды, а разработка карьеров с песком влияет на разрушение и загрязнений окружающей среды. Бетон является колоссальным источником выбросов углерода в атмосферу. Разработчики утверждают, что на него приходится до 5 % общемирового выброса углерода, вследствие чего образуются парниковые газы.

Британские ученые компании Novacem заявили о разработке нового бетона, который при затвердевании впитывает в себя большое количество углекислого газа. Новая версия материала включает в себя сульфат магния, которая позволяет экономить тепловую энергию. Разработчики компании Novacem утверждают, что каждая тонна цемента новой версии поглощает до 0,6 т CO₂, а по старой, наоборот, выделяет около 0,4 т CO₂.

Разработка компании Novacem – это действительно прорыв в строительной отрасли. Спрос на данный строительный материал начал расти. Ар-

хитекторы, строители и дизайнеры настаивают на использовании нового вида бетона в своих проектах. Но ученые объявили, что данный материал еще не прошел испытательный период.

Британская цементная ассоциация отнеслась с определенной долей скептицизма к заявлению компании Novacem, утверждая, что очень трудно будет подобрать альтернативу традиционному цементу из-за нехватки геологических материалов. По оценкам ученых, насчитывается порядка 10 000 млрд тонн силиката магния, доступных по всему миру, и этого даже более чем достаточно для производства бетона и других необходимых побочных продуктов, в содержание которых входит магний.

Вывод. На компанию Novacem возлагают большие надежды, что даже инвестировали 1,5 миллиона фунтов в строительство завода в Великобритании и для дальнейших исследований нового вида бетона. Только после проведения целого комплекса экспериментов и тестов, отвечающих соответствующим требованиям, компания может получить лицензию на производство. На это может уйти еще несколько лет.

Ученые всего мира заинтересовались разработками экологически чистых материалов и утверждают, что у нового экологически чистого бетона есть огромный потенциал и большое будущее во всем мире. Так, например, испанские ученые разработали бетон с «живой» поверхностью, который может не просыхать долгие годы.

Список литературы

1 **Гришук, Т. В.** Строительные материалы и изделия : учеб. пособие / Т. В. Гришук. – Минск : Дизайн ПРО, 2004 – 312 с.

2 **Киреева, Ю.И.** Строительные материалы : учеб. пособие / Ю. И. Киреева. – Минск : Новое знание, 2005 – 400 с.

Получено 10.03.2018

УДК 691.32

РЕМОНТ, ЗАЩИТА И ВОССТАНОВЛЕНИЕ: СПОСОБЫ УПЛОТНЕНИЯ БЕТОННОЙ СМЕСИ

Д. Е. ЛУКАШЕВИЧ

Научный руководитель – канд. воен. наук *С. М. БОБРИЦКИЙ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Чтобы повысить прочность бетона нужно максимально уплотнить бетонную смесь. Для этого используют вибрирование и другие эффективные

методы ее уплотнения. Их называют методами механического обезвоживания. К ним относятся: прессование, центрифугирование и вакуумирование. У всех этих методов общий принцип: бетонную смесь замешивают на воде в количестве, достаточном для того, чтобы ее укладку можно было вести без всяких затруднений. А уже после укладки излишнюю для твердения воду тем или иным способом извлекают из бетонной смеси.

Самым простым методом обезвоживания является прессование. Его задача – выдавить из бетона излишек воды до того, как он будет уложен в дело. Для этого одну из стенок формы делают пористой, проницаемой для воды и непроницаемой для цемента. Пористая стенка должна обладать высокой прочностью. При высоком давлении на поверхность бетона вода отжимается сквозь поры стенки и бетон уплотняется. Этот процесс напоминает отжим белья в стиральной машине. Недостаток метода – его длительность.

А в чем заключается метод центрифугирования? По этому методу в бетонную смесь помещают цилиндрическую трубу, вращающуюся с большой скоростью. Центробежная сила отбрасывает заполнитель на стенку формы. Вода, как более легкая, попадает в центр формы, откуда и стекает. Бетон же располагается на внутренней стенке формы плотным слоем равномерной толщины с минимальным содержанием воды. Этот метод позволяет получать бетоны очень высокой прочности. При его помощи изготавливают бетонные трубы и столбы для линии электропередач.

Самым совершенным способом обезвоживания является вакуумирование. Из уложенного бетона извлекают избыток воды через проницаемую стенку опалубки. На внешней поверхности опалубки создают вакуум.

При изготовлении плоской горизонтальной плиты опалубку заполняют бетонной смесью с достаточным количеством воды для ее легкой укладки. На верхней свободной от опалубки поверхности свежеложенного бетона устанавливают вакуум-щит. Верхняя грань рамы герметично закрывается листовым металлом. Образованную таким образом полость присоединяют к вакуум-насосу. Для контроля разряжения к вакуум-проводке на некотором расстоянии от ввода у щита подключен манометр. При вакуумировании из бетонной смеси высасывается избыток воды. Смесь сжимается и уменьшается в объеме. В результате быстро растет механическая прочность бетона – приращение прочности бетона в результате вакуумирования соответствует 50–70 %.

Вывод. Бетонную смесь при ремонте, защите и восстановлении конструкций уплотняют с помощью различных способов и приспособлений для повышения ее однородности и устранения воздушных включений.

Список литературы

1 Дворкин, Л. И. Специальные бетоны / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – М. : Инфра-Инженерия, 2012. – 368 с.

Получено 10.03.2018

УДК 693.542

АНАЛИЗ ОГРАНИЧЕНИЙ В ПРИМЕНЕНИИ МЕТОДОВ ПОДБОРА СОСТАВА БЕТОНА

В. С. МАЙОРЧИК

Научный консультант – ассист. *Ю. И. ШАНДРАК*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Сравнивая качество заводского материала и изготовленного самостоятельно, предпочтение отдаётся первому. Первостепенную роль в производстве бетонной смеси играет именно процесс ее приготовления – технология и качество смешивания цемента, песка, заполнителя и воды в нужных пропорциях, степень однородности массы и особенно тщательное соблюдение рецептуры [1].

Цемент является основой смеси. Вода является одной из основных составляющих бетона. При ее помощи можно регулировать его концентрацию. Подбор состава бетона зависит от того, для каких целей идет приготовление смеси. Подобранный состав бетонной смеси должен обеспечить получение бетона проектной прочности.

Подбор состава бетона с применением полевого метода основан на том, что все пустоты будут заполнены цементом. Данная цементная смесь применяется по типу обычного клея. В таком случае прочность материала будет иметь показатели, равные прочности гравия. Этот способ можно использовать для получения бетонной смеси для конструкции небольшой влажности.

Подбор состава бетона может осуществляться с помощью таблиц, компьютерным способом. В основе расчета методом абсолютных объемов лежит предположение, что уплотненная бетонная смесь не содержит пустот, т.е. крупный заполнитель заполняет все отведенное ему пространство, пустоты между крупным заполнителем заполняет песок, а пустоты между песком заполняются цементным тестом. Как правило, расчет ведут на 1000 л.

Рассмотрев несколько способов подбора состава бетона и работу [2], можно сделать некоторые выводы. Полевой метод легок и его можно использовать для изготовления неотчетственных конструкций. Метод не учитывает раздвижки зерен заполнителя и изменения некоторых характеристик смеси. Компьютерный и табличный методы подбора состава бетона дают приблизительные результаты. В реальных условиях делают несколько разных по составу замесов и изготавливают образцы бетона, которые затем испытывают и только после этого бетону назначается номинальный класс прочности.

Но самая лучшая прочность будет при заливке бетона, который был доставлен из растворобетонных машин. Если это невозможно, то подбор состава бетона и его будущие испытания придется делать самостоятельно.

Однако опытным путем можно точно определить, сколько необходимо иметь крупного заполнителя, сколько понадобится песка. С этой целью готовятся два-три бетонных замеса. Причем должно быть одинаковое количество жидкости и цемента. Отношение песка к крупному заполнителю обязательно должно быть разным. Таким образом, получают состав бетонной смеси, которая будет иметь наилучшие параметры.

Список литературы

1 Производство бетона [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://koo.top/equipment_teh/742. – Дата доступа : 10.03.2018.

2 Особенности подбора состава бетона [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://tolkobeton.ru/beton/podbor-sostava-betona.html>. – Дата доступа : 10.03.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 625.7:625.8

БЕТОН В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Е. А. ПАНТЕЛЕЕВА

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Г. В. АХРАМЕНКО*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Самым применяемым материалом в строительстве является бетон. Список его разновидностей постоянно расширяется. Современные бетоны разрабатываются для решения специальных задач. В зависимости от своего состава бетоны могут быть использованы практически в любой сфере. В отдельную группу следует выделить дорожные бетоны.

На сегодняшний день большинство автомагистралей в мире имеют асфальтобетонное покрытие. Однако в последнее время цементобетон получает все более широкое применение в дорожном строительстве. В Германии, Австрии и Бельгии доля скоростных дорог с цементобетонным покрытием достигает 30–40 %. В остальных странах этот показатель на уровне 0–5 % [1].

Постоянный рост интенсивности движения требует применения новых решений при конструировании дорог с увеличенными прочностными характеристиками. В связи с этим возникла необходимость изучить эффек-

тивность применения цементобетонных оснований и покрытий при строительстве, реконструкции и модернизации магистральных и территориальных автомобильных дорог. Эффективность строительства таких конструкций выражается в высокой прочности цементобетона и общей жесткости дорожной одежды, стабильности деформативных свойств, при температурных воздействиях, а также высокого показателя ровности дорожного полотна и, как следствие всего этого, низких затрат на содержание дорог и более длительный срок эксплуатации.

Цементобетонные дороги долговечнее асфальтобетона в 5–6 раз, их срок службы может достигать 50 лет и более [1]. Они стойки к агрессивному воздействию среды, обеспечивают высокое сцепление с колесом и отсутствие пыли.

В последнее время в Европе получила распространение технология «мытого бетона», так называемого бетона с обнаженным заполнителем «waschbeton». Дороги, построенные по такой технологии, есть в Германии, Австрии, Голландии, Швейцарии, Польше. Экспериментальный участок «мытого» бетона был устроен на Минской кольцевой автомобильной дороге-2 с 28-го по 32-й километр, в районе деревни Петришки.

Текстурированные поверхности получают благодаря особой обработке поверхности бетона. Поверхность бетона после укладки обрабатывают специальным пленкообразующим веществом с замедлителем. А через несколько часов по полосе движется машина с вращающейся металлической щеткой, которая скребет чуть подсохшую поверхность бетона и делает ее шершавой, как асфальт. Шероховатость дает лучшее сцепление с дорогой. Например, у «мытого» бетона и асфальта сцепление одинаковое. Еще один показатель – шумность, которая на «мытом» бетоне ниже, чем на обычном бетоне, на 2 децибела. Даже такое незначительное снижение шума ощущается, т.к. раздражающее действие шума на человека пропорционально логарифму от него. Таким образом, данная технология дополняет преимущества цементобетонных покрытий еще и преимуществами асфальтобетонных покрытий, связанных с текстурой.

Список литературы

- 1 **Коровяко, В. Ф.** Предпосылки для развития строительства дорог с применением цементных бетонов / В. Ф. Коровяко // Технологии бетонов. – 2014. – № 3. – С. 25–29.

Получено 10.03.2018

Секция 4

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ БЕТОНЫ

УДК 691.32:624

САМОУПЛОТНЯЮЩИЕСЯ БЕТОНЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Н. И. АШУРКО

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *О. Е. ПАНТЮХОВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В данной работе рассматриваются актуальные вопросы использования самоуплотняющихся бетонов в строительстве.

Целью работы является подбор состава самоуплотняющихся бетонов с использованием различных составляющих, изучение его физико-механических свойств, сравнение с другими видами бетонов, поиск областей эффективного применения в строительстве самоуплотняющихся бетонов.

Самоуплотняющиеся бетоны (СУБ) – новая высокотехнологичная разновидность бетона. Самоуплотняющаяся бетонная смесь способна растекаться, полностью заполнять опалубочную полость и уплотняться под собственным весом. Отличие состава самоуплотняющейся бетонной смеси от состава обычной смеси в обязательном присутствии в смеси дисперсных наполнителей, пластифицирующих добавок, а также принципиально другим подходом к соотношению и granulometрии наполнителей. Проектирование состава СУБ имеет своей целью получение смеси с высокой подвижностью. Но если в пластическом состоянии СУБ сильно отличаются от обычных бетонных смесей по реологическим характеристикам, то в затвердевшем виде эти различия не существенны.

Основными преимуществами применения СУБ являются: высокая однородность бетона, уложенного в густоармированные конструкции и при сложных очертаниях опалубки; меньшие трудозатраты (как на стадии укладки смеси, так и при финишной обработке поверхностей); отсутствие необходимости в дорогом вибрационном оборудовании; ускорение темпов бетонных работ; снижение уровня шума на стройплощадке (это имеет большое значение при строительстве в городской среде, особенно в ночное время) [1].

Соответствующий выбор вяжущего, наполнителей, дисперсных наполнителей и пластифицирующих химических добавок позволяет получать СУБ различного

назначения и стоимости. Изучение физико-механических свойств самоуплотняющихся бетонов позволяет определить области их рационального применения.

Самоуплотняющиеся бетоны являются современными, весьма перспективным видом цементных бетонов, применение которых экономически обосновано для использования в сложных условиях (на высоте, при невозможности проведения виброуплотнения), уменьшения времени реконструкции либо строительства, производства бетонных изделий с максимально качественной поверхностью.

СУБ с разными свойствами можно использовать при возведении гидротехнических сооружений, для производства сборного железобетона, обустройства высокопрочных бесшовных монолитных полов, реставрации и усиления конструкций, при строительстве зданий и объектов со значительным содержанием арматуры в сечениях. Также он применим при изготовлении изделий с высокими требованиями к качеству поверхности, в мостостроительстве, торкретбетонировании и других областях.

Список литературы

1 Выбор суперпластификаторов для самоуплотняющихся бетонов / М. Н. Замчалин, М. О. Коровкин, Н. А. Ерошкина // Современные научные исследования и инновации. – 2015. – № 1. – Ч. 1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://web.snauka.ru/issues/2015/01/46335>. – Дата доступа : 20.02.2018.

2 Волков, Ю. С. Самоуплотняющиеся смеси – новое слово в технологии бетона / Ю. С. Волков // Технологии бетонов. – 2014. – № 9. – С. 30–35.

Получено 10.03.2018

УДК 691.32

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛИМЕРНОЙ ФИБРЫ В МЕЛКОЗЕРНИСТОМ БЕТОНЕ

В. О. БОНДАРЕНКО

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А. А. ВАСИЛЬЕВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Одним из перспективных способов повышения эксплуатационных характеристик бетонов считается введение в их рецептуру полимерной микрофибры. Использование этого материала позволяет повысить прочность при растяжении цементного камня, что обеспечивает более высокую прочность при растяжении и трещиностойкость, а также повышает другие характеристики бетона.

Несмотря на значительные преимущества применения в цементных материалах полимерной микрофибры, объемы ее применения еще невелики.

Это связано с достаточно высокой стоимостью фибры. Кроме того, эффективность применения фибры зависит от ее равномерного распределения в материале. Для решения этой технологической проблемы предлагаются различные способы совмещения микроармирующего волокна с цементными композитами.

Были проанализированы исследования [1] о влиянии микроармирующего полипропиленового волокна ВСМ П-6 на свойства мелкозернистого бетона с соотношением цемента и заполнителя 1:3 с водоцементным отношением 0,6.

Было установлено, что введение фибры приводит к снижению расплыва смеси на встряхивающем столике. При этом визуально отмечено заметное снижение водоотделения в смеси при увеличении дозировки фибры, а при уплотнении смеси на виброплощадке – снижение тиксотропного разжижения в сравнении с контрольным составом.

Для оценки влияния фибры на прочность при изгибе были проведены испытания, после которых образцы склеивали в местах излома с помощью эпоксидной смолы и через сутки испытывали повторно. При повторном испытании склеенных образцов был зафиксирован рост прочности при изгибе при расходе фибры до 1 %. Результаты определения прочности при изгибе показывают, что для получения положительного эффекта при использовании фибры необходимо уделить особое внимание технологии приготовления однородной смеси.

Увеличение расхода фибры снижает прочность при сжатии и увеличивает разбросы ее значений, особенно при повышенной дозировке добавки, что обусловлено неоднородностью структуры мелкозернистого бетона за счет наличия комков фибры и возросшего воздухововлечения, которое проявилось в снижении плотности образцов.

Проведение различного рода испытаний показало, что увеличение расхода фибры не только повышает ударную прочность, но и снижает разбросы ее показателей.

Анализ результатов проведенных исследований показал, что негативное влияние микроармирующей фибры на свойства мелкозернистого бетона можно снизить до минимума. Для этого необходимо применять способы ее введения в смесь, обеспечивающие высокую однородность распределения фибры в материале, и увеличить её расход.

Список литературы

1 **Коровкин, М. О.** Исследование эффективности полимерной фибры в мелкозернистом бетоне / М. О. Коровкин, Н. А. Ерошкина, А. Р. Янбукова // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2.

Получено 10.03.2018

УДК 691.32.001.73:033.51/.52

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО БЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРЕРАБОТАННЫХ ОТХОДОВ СТЕКЛА

К. С. ВАСИЛЕНКО

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А. А. ВАСИЛЬЕВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Актуальностью исследовательской работы является утилизация отходов стекла и применение стеклобоя для изготовления высокопрочного бетона.

Для получения модифицированного бетона с использованием переработанных отходов стекла, согласно [1], было испытано девять образцов (бетонные кубики) на 28 суток. Из них 3 образца без стекла (контрольный), три образца содержали 10 % стекла и три образца содержали 15 % стекла.

Технология бетонирования, а также обработка образцов согласно требованиям стандарта. Смешивается цемент, песок, щебень и стекло. Затем готовые смеси заливаются в кубические формы 10×10×10 см и для уплотнения смесей ставится на вибрационный стол на одну минуту. После уплотнения на вибрационном столе образцы нумеруются и оставляются на дальнейшее затвердевание (28 суток). Был использован цемент марки Портландцемент М 400, щебень с диаметром 5–20 мм, песчано-гравийная смесь с крупностью до 20 мм и тонкомолотое стекло.

Образцы были испытаны на лабораторном гидравлическом прессе ПСУ-125.

В ходе работы получили следующие результаты испытаний бетонных кубиков (рисунок 1).

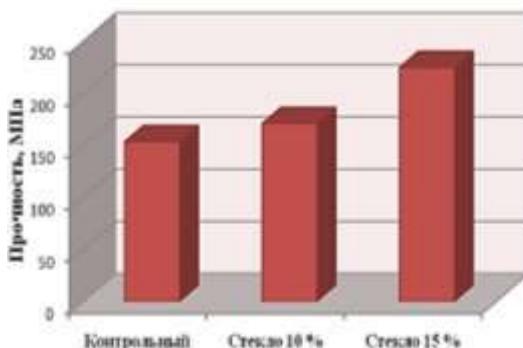


Рисунок 1 – Прочности образцов при испытании на 28-й день

При замене 10 % цемента с мелкодисперсным стеклом три образца из трех превышала прочность контрольных образцов. Средняя прочность образцов 171,9 кг/см².

Прочность бетона при замене 15 % цемента тонкомолотым стеклом была намного выше, чем контрольных образцов. Средняя прочность образцов 224,83 кг/см².

То есть, замена 15 % цемента мелкодисперсным стеклом повышает прочность бетонов на 10 %. Из проведенных исследований можно сделать вывод, что использование мелкодисперсного стекла для замены части цемента является приемлемым способом как для уменьшения использования цемента, так и для улучшения прочностных свойств бетонной смеси, что влечет удешевление себестоимости.

Список литературы

1 Берг, О. Я. Высокопрочный бетон / О. Я. Берг, Е. Н. Щербаков, Г. Н. Писанко. – М., 1971.

Получено 10.03.2018

УДК 691.32.004.12

ГЕОПОЛИМЕРНЫЙ БЕТОН. СОСТАВ, СВОЙСТВА, ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПРЕИМУЩЕСТВА

В. Г. ГОРОХОВ

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А. А. ВАСИЛЬЕВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время все большей популярностью пользуются стройматериалы, изготовленные с применением экологически чистых природных компонентов. Одним из таких стройматериалов является геополимерный бетон. Именно он считается сегодня одним из безопасных и экологически чистых строительных материалов.

В промышленном производстве состав геополимерного бетона включает: шлак, зольную пыль, жидкое стекло, воду, ряд второстепенных ингредиентов, которые формируют основные свойства готового стройматериала.

Промышленный способ изготовления природного бетона заключается в смешивании при низкой температуре всех необходимых его элементов в точных пропорциях. Это позволяет приобрести монолиту такие физиче-

ские свойства, как: антикоррозийная устойчивость; огнеупорность; устойчивость к сжатию и растяжению; низкая отзвучиваемость на различные кислоты и другие воздействия агрессивных сред; маленький уровень усадки; небольшой объем выделения газов, создающих парниковый эффект, с поверхности каменных пород; низкая паропроницаемость; легкость и податливость при применении механического воздействия. Помимо этого, природный вид бетона имеет маленький удельный вес по сравнению с обычным монолитом и высокую безопасность за счет низкого содержания токсичных веществ.

На основании исследований, проведенных ООО «Инновационный технопарк «Арх и Строй» в 2013 г. (Российская Федерация), были выявлены основные характеристики геополимерных бетонов (таблица 1).

Таблица 1 – Основные характеристики геополимерных бетонов

Характеристика	Значение
В зависимости от гарантированных значений прочности на сжатие установлены классы	C12/15; C16/20; C20/25; C25/30; C28/35; C32/40; C35/45; C40/45; C45/50; C50/60
Марка по морозостойкости	Не ниже F200
Истираемость	Не выше 0,2–1,2 г/см ²
Марка по водонепроницаемости	Не ниже W4
Коэффициент размягчения	0,9–1,0
Предельная сжимаемость	1–2 мм/м
Предельная растяжимость	0,15–0,3 мм/м

Таким образом, применение геополимерного бетона позволит частично, а в будущем и полностью отказаться от классического цементного бетона, тем самым сокращая отходы промышленности. В целом возможная экономическая и экологическая целесообразность применения геополимербетона служат хорошим стимулом для их исследования и полноценного промышленного внедрения.

Список литературы

1 Бетон плюс [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://rusbetonplus.ru/vidyi-i-harakteristiki/geopolimernyi-beton-sostav-izgotovlenie-i-osobnosti-primeneniia/>. – Дата доступа : 08.01.2018.

2 ТУ 5870-006-30993911–2014. Геополимерные бетоны. Технические условия (РФ).

Получено 10.03.2018

УДК 666.969.1.3

МОДИФИКАЦИЯ БЕТОНА НАНОЧАСТИЦАМИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ

*Е. И. ИСАЧЕНКО**Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент А. А. ВАСИЛЬЕВ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Наномодифицированный бетон обладает более высокими показателями прочности и степенью устойчивости на изгиб и сжатие по сравнению с традиционными бетонами.

Были проведены исследования прочности бетона от количества углеродных наночастиц [1]. Для обеспечения однородного распределения компонентов бетонной смеси, в том числе и нанодобавок, в испытании перемешивание осуществлялось в аппарате вихревого слоя. Во всех остальных сериях аппарат использовался для омагничивания только воды затвердения.

Результаты этих исследований (рисунки 1 и 2) показали, что даже при незначительных дозировках углеродных наночастиц их применение может обеспечить улучшение целого комплекса свойств бетонов [1]. Установлено, что максимальное значение прочности испытываемых образцов приходится на те из них, в которых количество введенной добавки составляет 1 % от массы замеса. Причем прочность наномодифицированных образцов превышает прочность контрольных образцов в 5,8 раза на сжатие и в 5,1 раза на изгиб. При дозировках, превышающих 1 %, отмечено снижение прочностных показателей как на изгиб, так и на сжатие.

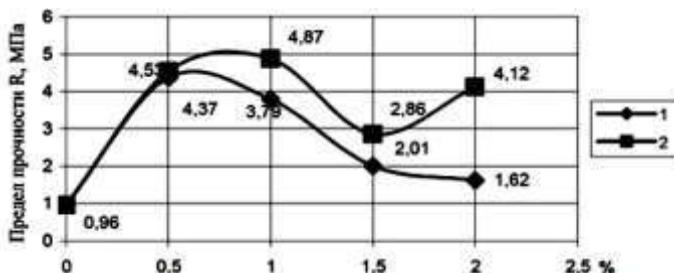


Рисунок 1 – Зависимость прочности на изгиб мелкозернистого бетона от содержания нанопроductов:

1 – композиции, приготовленные только на омагниченной воде;

2 – композиции, приготовленные в АВС

Из приведенных графиков видно, что образцы, которые приготовлены только с использованием омагниченной воды, имеют прочность меньше на

20–25 %. Это объясняется более качественным приготовлением смеси в Аппарате Вихревого Слоя (АВС).

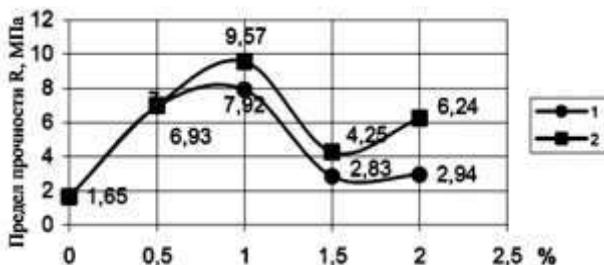


Рисунок 2 – Зависимость прочности на сжатие мелкозернистого бетона от содержания нанопроductов:

- 1 – композиции, приготовленные только на омагниченной воде;
2 – композиции, приготовленные в АВС

В результате экспериментальных исследований установлено, что нанодобавки оказывают существенное влияние на прочностные показатели бетонной смеси, процессы структурообразования бетона. Также есть основание полагать, что наномодифицированный бетон будет обладать лучшими показателями стойкости и долговечности.

Список литературы

1 **Баграков, В. Г.** Модифицированные бетоны. Теория и практика / В. Г. Баграков. – 2 е изд. – М. : Стройиздат, 1998. – 768 с.

Получено 10.03.2018

УДК 666.97:625.717.2

ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ДОБАВКИ ЛИНАМИКС П-120 ДЛЯ БЕТОНА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ИВПП

В. Л. КОВАЛЕВИЧ

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Г. В. АХРАМЕНКО*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Для строительства покрытия второй искусственной взлётно-посадочной полосы с объектами вспомогательного назначения на расчётный тип самолёта А-380 с оборудованием её системой точного захода на посадку III категории в Национальном аэропорту «Минск» используется тяжёлый бетон В_б 4,8 В40 F200. Для достижения требуемых характеристик бетона предлагается введение добавки ЛИНАМИКС П-120, которая представляет собой

пластификатор с эффектом замедления схватывания бетонной смеси, относится к классу льнопластифицирующих добавок и представляет собой смесь натриевых солей полиметиленафталинсульфокислот различной молекулярной массы с добавлением комплекса замедляющего схватывание на основе лигносульфонатов. Добавку ЛИНАМИКС П-120 рекомендуется применять при возведении массивных монолитных конструкций при необходимости снижения тепловыделения или замедления его интенсивности, а также при необходимости сокращения количества швов бетонирования.

Применение суперпластификатора ЛИНАМИКС П-120 позволяет [1]:

- увеличить подвижность бетонной смеси от П1 до П4 без снижения прочности в возрасте 3–28 суток и долговечности бетона (при неизменном содержании воды и цемента);

- увеличить сохраняемость подвижности бетонной смеси (до 2 часов и более) и срока начала её схватывания;

- увеличить прочностные характеристики бетона на 15 % и более (за счет сокращения расхода воды при неизменных расходе цемента и подвижности бетонной смеси);

- получить бетоны с высокой водонепроницаемостью (W8 и более) и морозостойкостью (F300 и более);

- снизить расход цемента в равноподвижных смесях на 15 %.

Пластификатор с эффектом замедления схватывания ЛИНАМИКС П-120 производится в сухой и жидкой форме: в виде водорастворимого порошка коричневого цвета или водного раствора темно-коричневого цвета, имеющего концентрацию не менее 32 %.

Добавка ЛИНАМИКС П-120 вводится в бетонные и растворные смеси в виде водного раствора рабочей концентрации в количестве 0,3–0,6 % сухого вещества от массы цемента. При дозировке добавки в 0,6 % может происходить снижение прочности в возрасте 3–7 суток, при обеспечении требуемой прочности в возрасте 28 суток.

Гарантийный срок хранения добавки ЛИНАМИКС П-120 составляет 1 год. Добавка в сухой форме хранится в заводской упаковке на закрытых складах любого типа, а в жидкой форме – в закрытых емкостях при температуре не менее плюс 10 °С.

При работе с добавкой необходимо применять средства индивидуальной защиты.

Применение добавки позволяет снизить затраты на основные компоненты цементобетона при условии соблюдения всех требований. Кроме того, данная добавка позволяет расширить возможности по применению бетона относительно климатических условий строительства.

Список литературы

1 Линамикс П-120 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hpkpenza.ru/p-120.htm>. – Дата доступа : 6.03.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 666.97

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ БЕТОНЫ В СОВРЕМЕННЫХ СООРУЖЕНИЯХ

*А. Г. ЛЮЛЬКО*Научный руководитель – доцент *Т. С. КОРОЛЕНКО**Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Обязательными компонентами современного высокофункционального бетона являются активные тонкодисперсные минеральные наполнители (например, микрокремнезем, метакаолин, зола-уноса или композиции из них) и высокоэффективные суперпластификаторы. Оптимальное сочетание указанных добавок-модификаторов, а при необходимости совмещение с ними в небольших количествах и других органических и минеральных материалов позволяет управлять реологическими свойствами бетонных смесей и модифицировать структуру цементного камня на микроуровне так, чтобы придать бетону свойства, обеспечивающие высокую эксплуатационную надежность конструкций [1].

Полученные свойства бетонов – это результат сложных коллоидно-химических и физических процессов, влияющих на фазовый состав, пористость и прочность цементного камня.

Для таких модифицированных бетонов характерны высокая и сверхвысокая прочность, низкая проницаемость и экзотермия, повышенная коррозионная стойкость и долговечность, улучшенные деформационные характеристики. Важно отметить, что указанные свойства достигаются с применением высокоподвижных и самоуплотняющихся смесей с пониженными расходами цемента.

Модификаторы серии «МБ» – это продукты разных типов: МБ-01, МБ-30С, МБ-50С, Эмбэлит, подразделяющиеся, в свою очередь, на марки [2]. Они представляют собой поликомпонентную порошкообразную композицию насыпной плотностью 0,8–1,0 т/м³, состоящую из ультра- и грубодисперсных неорганических материалов (микрокремнезем конденсированный, зола-уноса, расширяющая композиция) в сочетании с суперпластификатором и регулятором твердения. В зависимости от соотношения ингредиентов отличаются потребительские свойства материалов и их назначение: от обеспечения высокой и сверхвысокой прочности до придания бетону различных специальных свойств (низкой проницаемости и повышенной коррозионной стойкости, компенсации усадки или самонапряжения).

За последние 10 лет с использованием указанных модификаторов произведено свыше 2 млн м³ бетонов. Новые технологии успешно реализованы в конструкциях и сооружениях общественного, транспортного, спортивного, промышленного назначения.

Одним из значимых завершенных объектов можно назвать монолитное преднапряженное пролетное строение моста транспортной развязки в г. Казани. Был применен модифицированный бетон класса В40 F300 W16 с компенсированной усадкой из высокоподвижных смесей. Общий объем составил 3760 м³. Составы бетона и технология производства работ разработаны с участием специалистов НИИЖБ.

Список литературы

1 Каприелов, С. С. Новые модифицированные бетоны / С. С. Каприелов, А. В. Шейнфельд, Г. С. Кардунян. – М. : «Типография «Парадиз», 2010. – 258 с.

2 Шифрин, С. А. Использование органоминеральных модификаторов серии МБ для снижения температурных напряжений в бетонируемых массивных конструкциях / С. А. Шифрин, Г. С. Кардунян // Строительные материалы. – 2007. – № 9. – С. 9–11.

Получено 10.03.2018

УДК 666.97

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КИРПИЧНОГО БОЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Д. О. ПУНЦЕЛЬ, А. В. ПОДДУБСКИЙ

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Е. Е. КОРБУТ*
ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», г. Могилев

Ежегодно в нашей стране образуются миллионы тонн отходов от сноса зданий и сооружений. В связи с этим был принят Указ Президента Республики Беларусь от 22.06.2009 № 327 «О Государственной программе сбора (заготовки) и переработки вторичного сырья в Республике Беларусь на 2009–2015 годы», в котором говорится, что «В целях минимизации объема строительных отходов, вывозимых на полигоны для захоронения, необходимо организовать отдельный сбор строительных отходов и последующую их переработку с выходом к 2015 году на уровень переработки строительных отходов не менее 90 процентов от объема их образования» [1]. Актуальность данной проблемы просматривается и в настоящее время.

Кирпичный керамический бой и брак хоть и являются отходами строительного производства, однако пригодны к вторичному использованию. Но на сегодняшний день, кирпичный керамический бой и брак находят очень малое применение в строительстве, поэтому накапливаются на территории промышленных объектов или вывозятся в отвалы [2].

Актуальность применения кирпичного боя определяется по следующим причинам:

- стоимость боя их кирпича значительно меньше стоимости щебня и других заполнителей;
- изношенность и, как следствие, демонтаж старых кирпичных зданий и сооружений;
- при выполнении кладочных работ всегда остается бой из кирпича и щебень, а вывоз строительного мусора требует дополнительных затрат.

Низкая стоимость (значительно снижает стоимость бетона), достаточные прочностные характеристики, относительно высокая морозостойкость материала, достаточно высокие звуко- и теплоизоляционные свойства материала являются преимуществом использования кирпичного боя.

Практически полное отсутствие спроса на вторичный кирпич и услуг по переработке кирпичных и других отходов ухудшает экологическую ситуацию в Республике Беларусь. Использование в строительстве кирпичного лома может принести существенную экономию и улучшить экологическую обстановку.

В настоящее время основным конструкционным материалом для строительства является бетон и железобетон. В связи с этим увеличение и расширение возможности применения керамического кирпичного боя и брака при производстве различных бетонов – одна из актуальных задач [2].

Список литературы

1 Указ Президента Республики Беларусь от 22.06.2009 № 327 «О Государственной программе сбора (заготовки) и переработки вторичного сырья в Республике Беларусь на 2009–2015 годы».

2 **Хадисов, В.Х.** Легкие бетоны с использованием керамического кирпичного боя и производственного брака / В. Х. Хадисов, М. С. Сайдумов // Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах : материалы 3-й Междунар. науч.-практ. конф. (9–10 апреля 2013 г. Брянск) в 2-х томах. Т. 1 / Брян. гос. инж.-технол. акад. – Брянск, 2013. – С. 189–194.

Получено 10.03.2018

УДК 691.535; 666.973

АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТСЕВА ДРОБЛЕНИЯ БЕТОННОГО ЛОМА В КЛАДОЧНЫХ РАСТВОРАХ И ЛЕГКИХ БЕТОНАХ

Д. А. РАБЫКО, А. В. ПОДДУБСКИЙ

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Е. Е. КОРБУТ*
ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», г. Могилев

В результате планового сноса аварийных и устаревших зданий и сооружений, а также накопления бетонного лома из бракованных бетонных и железобетонных изделий на полигонах ЖБИ образуются большие объемы бетонного лома, что приводит к отрицательным воздействиям на экологию. Образовавшиеся отходы требуют максимальной переработки с дальнейшим их применением взамен природного сырья.

Это позволит значительно расширить сырьевую базу для производства строительных материалов.

Выпуск строительных материалов на местном сырье с использованием строительных отходов после сноса зданий предполагает существенно снизить ресурсоемкость и себестоимость строительных материалов. К таким материалам, в полной мере, можно отнести строительные растворы и легкие бетоны.

В соответствие с СТБ 1307–2002 Раствор строительный – искусственный камневидный материал, представляющий собой затвердевшую смесь вяжущего, мелкого заполнителя, необходимых добавок и воды [1].

Строительные растворы востребованы на всех стадиях возведения зданий и сооружений. Это и возведение стен, и отделочные работы, следовательно, их доля в процессе возведения зданий и сооружений не только не уменьшается, но и постоянно увеличивается.

Всемерное улучшение качества строительных растворов является одной из актуальных задач современной строительной отрасли. Весьма перспективным направлением решения данной проблемы технологической, экономической и экологической направленности является использование местного сырья и техногенных отходов для производства строительных растворов.

Во время измельчения бетонного лома получают разнокалиберные частицы, размеры которых варьируются от сантиметровых камешков до пылеобразных частиц. Для кладочного раствора необходимо использовать отдельно отобранные, одинаковые по размерам отсевные частицы, которые регламентируются в соответствии с СТБ 1307–2002.

Использование отсевов дробления бетонного лома (в дальнейшем как ОДБЛ) в строительных растворах имеет свою специфику, в виду их полиминеральности, полигенетичности и характера поверхности зерен. Применение ОДБЛ позволит не только снизить расход природных песков и снизить нагрузку на проектируемые месторождения, но и решить проблему текучих отходов и техногенных месторождений [2].

Таким образом, была поставлена задача по исследованию возможности получения кладочного раствора с добавкой тонкодисперсного отсева бетонного лома, полученного после сноса зданий в г. Могилеве.

Список литературы

1 СТБ 1307–2002. Смеси растворные и растворы строительные Технические условия. – Минск : РУП «Стройтехнорм», 2002. – 20 с.

2 Применение местных песков и техногенных отходов в строительных растворах / С.-А. Ю. Муртазаев [и др.] // Вестник ДГТУ. Технические науки. – 2011. – № 22. – С. 141–148.

Получено 10.03.2018

УДК 666.97.001.73

ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК

П. А. РУБЕЦ

Научные консультанты: ст. преп. *М. Н. ДОЛГАЧЕВА*,
ассист. *Т. С. ЯКИМЧИК*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Модифицированные бетоны отличаются от обычных наличием в их составе особых органо-минеральных добавок [1].

Органо-минеральные добавки состоят из тонкодисперсного минерального наполнителя микрокремнезема (МК) и суперпластификаторов (СП).

СП приготавливаются на основе меламино- и нафталино-формальдегидных смол.

Основное назначение СП – разжижение бетонной смеси до высокоподвижной и литой консистенции без снижения прочности бетона.

Определение подвижности бетонных смесей с добавлением СП показывает, что эффект пластификации возрастает с увеличением подвижности исходной смеси (рисунки 1).

МК состоит из частиц активно-го оксида кремния сферической формы и представляет собой побочный продукт производства ферросплавов.

МК проявляет в бетоне два основных эффекта: микронаполняющий и пуццолановый.

Микронаполняющий эффект – заполнение частицами МК в бетоне пустот между зернами цемента. Мельчайшие зерна МК исполняют роль центров кристаллизации.

Пуццолановый эффект проявляется во взаимодействии МК с гидроксидом кальция, выделяемого при гидратации цемента. Образование прочных и устойчивых низкоосновных гидросиликатов кальция приводит к улучшению свойств цементного камня. В бетонах происходит существенное увеличение объема гелевых пор и снижение объема капиллярных пор [1].

Комплексное воздействие МК и СП на цементную систему позволяет получать High Performance Concrete – бетоны высокой (55–80 МПа) и сверх-высокой прочности (выше 80 МПа), низкой проницаемости, повышенной коррозионной стойкости и долговечности.

Список литературы

- 1 Пластифицированные малоцементные бетоны с добавкой микрокремнезема / Ю. А. Минаков [и др.] // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–1.

Получено 10.03.2018

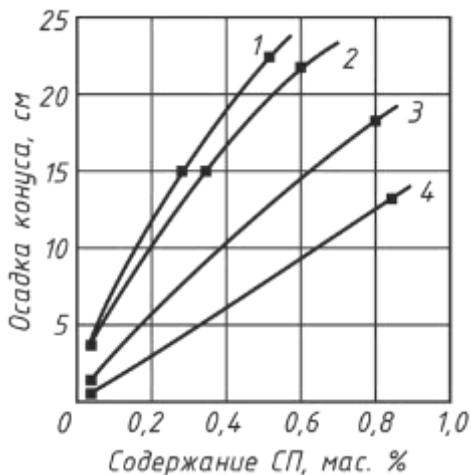


Рисунок 1 – Зависимость подвижности бетонных смесей от содержания суперпластификатора С-3:
 1, 2 – при подвижности бездобавочной смеси 4–6 см;
 3, 4 – то же, 0–2 см;
 3 – при расходе цемента 350 кг/м³;
 2, 4 – то же, 400 кг/м³

УДК 691.32.001.73

МОДИФИКАЦИЯ БЕТОНОВ РАСПЛАВЛЕННОЙ СЕРОЙ*К. Н. СЕЧКО*

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А. А. ВАСИЛЬЕВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Предпосылками для производства и применения в стройиндустрии серных бетонов являются обширная сырьевая база в виде технической серы, а также потребность народного хозяйства в новых долговечных, химически стойких материалах.

Для изучения эффективности предлагаемой технологии был проведен эксперимент (таблица 1). В нем сравнивались физические показатели серных и обычного бетонов.

Таблица 1 – Составы бетонов

Компоненты бетонной смеси	Виды бетонов		
	Портландцементный на тяжелых заполнителях (обычный), %	Модифицированный серой (состав № 1), %	Модифицированный серой (состав № 2), %
Щебень гранитный	56	56	56
Песок кварцевый	27	13,5	20,25
Портландцемент М600	11	11	11
Вода	6	6	6
Сера	–	13,5	6,75

Исследование Магилатовой А.А. (ВИСТех ВолгГАСУ, РФ) [1] производилось на бетонных кубах размером 10×10×10 см. По достижении образцами 28 суток они были высушены в печи (при $t = 70 \dots 80$ °С) до полной потери влаги. Затем кубы были погружены в воду и выдерживались в ней до полного влагонасыщения. После взвешивались. По результатам взвешивания была вычислена пористость образцов. Для обычного бетона средняя пористость составила 11,9 %, для серного бетона (состав № 1) – 9,5 %, для серного бетона (состав № 2) – 9,1 %. Уменьшение пористости у образцов, замешанных с добавлением серы, объясняется увеличением пластичности бетонной смеси. Для расплавления включений серы в цементном камне и заполнения серным расплавом пор и пустот опытные образцы были подвергнуты нагреву в печи до $t = 150$ °С и выдерживались при такой температуре в течение

90 минут. После прокаливания и последующего остывания при комнатной температуре кубы опять погружались в воду, где находились до их полного влагонасыщения. Затем образцы взвешивались. Средняя пористость кубов состава № 1 уменьшилась до 7,9 %, а состава № 2 – до 7,6 %.

Для определения прочностных свойств бетонов образцы были испытаны на сжатие. Получены следующие результаты по прочности: обычный бетон – 18,87 МПа, серный бетон (состав № 1) – 16,78 МПа, серный бетон (состав № 2) – 18,43 МПа.

Таким образом, замена части мелкого заполнителя (песка) порошкообразной серой в процессе замеса приводит к уменьшению пористости цементного камня. В то же время чрезмерное увеличение доли серы в бетонной смеси приводит к снижению механической прочности изделия.

Список литературы

1 Модификация бетонов расплавленной серой [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://science-bsea.narod.ru/2008/stroy_2008/magilatova_mod.htm. – Дата доступа : 19.02.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 691.3

СВЕРХПРОЧНЫЙ БЕТОН

М. М. СОРОКИН

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А. А. ВАСИЛЬЕВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Сверхпрочный бетон (UHSC) – особо уплотненный структурированный бетон с прочностью на сжатие более чем 150 МПа. Его производство возможно как с величиной зерен заполнителей лишь 0,5 мм, так и с максимальной размерностью 16 мм. В зависимости от состава и метода производства, достижимы следующие показатели: прочность на сжатие – 180–230 МПа, на растяжение – 15 МПа, при стальном армировании, предел прочности на растяжение может достигать 50 МПа [1].

UHSC фактически представляет собой безкапиллярную структуру. В соответствии с характеристиками подвижности смеси, бетон может быть произведен в диапазоне от полужесткой смеси до литой, самоуплотняющейся. Его характеристики будут зависеть от четырех факторов: низкого водоцементного соотношения (0,20 и 0,30); пропорции твердых заполнителей, с

заполнением минеральными добавками межзернового пространства; очень высокой упаковочной плотности заполнителей, объединенной с пониженным водосодержанием в твердеющем бетоне, минимальной пористостью в уплотненном; армировании бетона стальными или иными материалами.

UHSC – высокотехнологичный материал, который позволяет производить строительные работы на объектах с высокими статическими и динамическими нагрузками. Для оптимального производства сверхпрочного бетона должны быть сделаны соответствующие аналитические расчеты и проектные работы. Приспособив производство под использование данного бетона (с учетом длительности процесса формовки, и установив режим тепловлажностной обработки на отметке 900 °С), можно достичь весьма значительных прочностных показателей в первые же дни набора прочности. Для оптимального заполнения межзернового пространства цементным тестом, зерна, более чем 2 мм, должны иметь соответствующую форму и обладать прочностью, по крайней мере, 200 МПа. Это могут быть кварцевые компоненты, базальтовая или гранитная крошка. Прочностные характеристики бетона достигаются при помощи Портландцемента класса 42.5 или 52.5 согласно DIN EN 197. Предпочтителен цемент с низким содержанием С3А. Строго говоря, такой цемент соответствует цементу HS по стандарту DIN 1164. Водопотребность материалов должна быть минимальной.

Для достижения бетоном сверхпрочностных показателей используются агенты на основе поликарбоксилатов. Отметим, что эти агенты по-разному реагируют с различными типами цементов и несколько затормаживают процесс набора прочности. Адекватное количество, по крайней мере, 2,5 % от объема, равномерно распределенных армирующих волокон, служит для увеличения пределов прочности на растяжение и изгиб. Оптимальным с этой точки зрения видится ориентация волокон по оси напряженности. Для мелкозернистой структуры заполнителей хорошо использовать волокна длиной 6–9 мм и диаметром 0,15 мм. Для крупнозернистой структуры UHSC эффективны волокна длиной 20 мм. Приблизительно 0,3–0,6 % от общего объема полипропиленовых волокон предотвращают даже сверхплотную структуру UHSC от повреждений при кризисном внутреннем давлении во время пожара.

Список литературы

- 1 **Aitcin, P.** The pedestrian/bikeway bridge of Sherbrooke / P. Aitcin, P. Richard // In: Proc. 4th International symposium on utilize tion of high strength concrete. – Paris, 1996. – P. 1399–1403.

Получено 10.03.2018

УДК 691.3

МОДИФИЦИРОВАННЫЕ БЕТОНЫ В ПРАКТИКЕ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

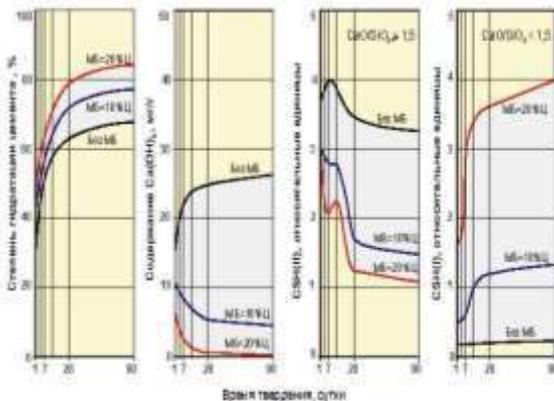
А. В. ЧИКУНОВ

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент А. А. ВАСИЛЬЕВ
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Бетоны, обладающие комплексом уникальных характеристик: высокой и сверхвысокой прочностью ($R = 80...120$ МПа), низкой проницаемостью (W_{16-20}), высокой коррозионной стойкостью, могут быть получены из сравнительно подвижных смесей ($OK = 8...16$ см) благодаря суперпластификатору (СП), микрокремнезему (МК) и комплексам на их основе. Достижение таких характеристик возможно при дозировках МК от 15 до 20 %, СП от 1,5 до 2,0 %, расходах портландцемента в пределах 500–550 кг/м³, водоцементном отношении 0,24–0,28 и использовании гранитного щебня.

Указанные характеристики являются результатом влияния трех факторов: изменения баланса кристаллогидратов в структуре цементного камня (рисунок 1), соотношения между капиллярными и гелевыми порами в пользу последних, а также упрочнения зоны контакта цементного камня с заполнителем, что связано с резким уменьшением содержания кристаллов портландита, обычно концентрирующихся в контактной зоне. В примерах с бетонами высокой морозостойкости в дополнение к вышеизложенным факторам оказывает влияние «мозаичная» гидрофобизация, вызванная полигидросилоксаном, и оптимальная условно-замкнутая пористость цементного камня, которая выражается в равномерном распределении дисперсных пор сферической формы, смягчающих напряжения в структуре от резких температурных перепадов.

Рисунок 1 – Степень гидратации и баланс гидратных новообразований в камне из портландцемента и МБ-01 (содержание C_3S в составе портландцемента 48 %; $V/(Ц + МБ) = 0,3$)



Особого внимания заслуживает полученный авторами [1] в экспериментальном порядке бетон, который показывает возможности технологии и применения новых композиций. Компонентами такого бетона являются: портландцемент, МК (25–30 % от массы цемента), мелкозернистый песок фракции около 0,3 мм (40–50 % от массы цемента) и СП (2,0–3,0 % от массы цемента) при водотвердом отношении (В/Ц+МК) в диапазоне 0,12–0,15. Прочность таких бетонов зависит от условий твердения. Термообработка при 90°C и атмосферном давлении позволяет достигнуть прочности на сжатие до 200 МПа.

Этот материал имеет минимальную пористость, которая не превышает 9 %, практически непроницаем для жидкостей и газов, обладает высокой морозостойкостью и поэтому по свойствам в ряде случаев превосходит сталь.

Список литературы

1 Модифицированные бетоны в практике современного строительства / В. Г. Баграков [и др.] // Промышленное и гражданское строительство. – 2002. – № 9. – С. 23–25.

Получено 10.03.2018

УДК 631.3

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОГО БЕТОНА

Я. В. ШЕРЕМЕТ

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А. А. ВАСИЛЬЕВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В последнее время большой интерес вызывают исследования фотокаталитических процессов и их применение в разных сферах строительства.

Основным источником загрязнений является автомобиль, и ученые нашли решение, как нейтрализовать часть токсичных веществ при помощи фотокаталитических реакций окисления и разложения. В качестве фотокатализатора в реакциях фотокаталитического окисления чаще всего используются различные полупроводники, например, диоксид титана TiO_2 , оксид вольфрама WO_3 , оксид железа $\alpha-Fe_2O_3$ и др. Но самым распространённым является диоксид титана, в связи с его дешевизной и высокой эффективностью. Он обеспечивает протекание реакции в широком диапазоне температур окружающей среды, не нуждается в дополнительных реагентах, является нетоксичным и негорючим [1].

Активность очистки воздуха диоксидом титана определяется по окислению NO и NO_2 в NO_3 . Этим веществам уделяется особое внимание, так как они являются основными компонентами выхлопных газов транспортных средств.

Для проведения испытаний автором [1] были изготовлены серии тестовых образцов. Исследовались образцы четырех составов (таблица 1).

Результаты исследований представлены на рисунке 1.

Таблица 1 – Составы тестовых образцов

В килограммах на метр кубический

Компонент	Состав 1	Состав 2	Состав 3	Состав 4
Портландцемент ЦЕМ I52-5 Н	479	479	479	479
Песок $M_k = 2,33$	1438	1438	1438	1438
Пластификатор SikaViscoCrete 125	3,5	3,5	3,5	3,5
Воздухововлекающая добавка VermodolAEA 2800	0,4	0,4	0,4	0,4
Вода	253	253	253	253
Оксид титана	0	57	96	135

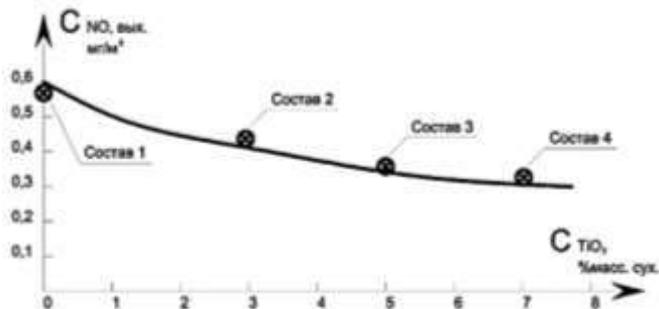


Рисунок 1 – Сопоставление экспериментальных и теоретических результатов влияния содержания оксида титана TiO_2 на концентрацию оксида азота на выходе из реактора

На основании данных, полученных при испытании тестовых образцов, содержащих различное количество диоксида титана TiO_2 , определен оптимальный расход фотокатализатора в составе фотокаталитического бетона. Он составляет 5 % по массе.

Список литературы

- 1 Савинов, Е. Н. Фотокаталитические методы очистки воды и воздуха / Е. Н. Савинов // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – Т. 6. – № 11. – С. 52–56.

Секция 5
РЕМОНТ, ЗАЩИТА И ВОССТАНОВЛЕНИЕ
БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

УДК 691.328:620.193

КОРРОЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЖЕЛЕЗОБЕТОНЕ

А. С. ЗАЙКОВА, К. Ю. ЯЦУК

Научный консультант – ассист. *Т. С. ЯКИМЧИК*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Считается, что железобетон очень прочен и долговечен. Это связано с образованием обладающего защитными свойствами пассивного слоя при взаимодействии поверхности арматуры и щелочной среды бетона. Но при этом, если бетон долго подвергается воздействию атмосферных осадков, содержащих соли и углекислый газ, происходит карбонизация, и среда в результате становится кислой [1].

Чтобы коррозия этого вида была приостановлена, требуется введение в бетон специальных ингибиторов. Они могут создать пленку на поверхности арматуры внутри бетона, что повышает общую прочность. Эта пленка не позволяет взаимодействовать металлу и бетону. Таким образом, электрохимической коррозии не происходит.

Используются для защиты железобетона и аноды. С их помощью создается электрический контакт между каркасом из арматуры и болванкой металла, по свойствам более активного. При электрохимической коррозии происходит разложение за счет ЭДС металла с отрицательными значениями. Пока не растворится металл, более реакционноспособный, железобетонный каркас будет защищен.

Разрушение бетона может быть остановлено введением гидравлических добавок. Они, чтобы воспрепятствовать вымыванию, связывают гидроксид кальция в соединение, которое менее подвержено растворению, гидросиликат кальция. Защита бетона от коррозии может заключаться в применении белитового цемента, так как этот материал гидроксида кальция выделяет минимум, содержит меньше трехкальциевого силиката.

Защита бетона от вод с различными добавками может быть произведена различными путями. Это могут быть технологические изменения, включаю-

щие в себя этапы приготовления бетона. Цемент для приготовления должен содержать активные минеральные добавки определенного типа и соответственный минеральный состав. Могут помочь и такие решения, где для защиты бетона от коррозии применяется дренаж, водоотводы и гидроизоляция.

Хорошим сопротивлением коррозии бетона является как можно большее уплотнение его при укладке и особое приготовление смесей. Для этого потребуется приготовить смеси с минимумом водоцементного отношения.

Защита бетона может быть разделена условно на два типа. Первичной защитой считается добавление разного рода веществ еще при создании, а вторичной – нанесение защитных покрытий на готовые бетонные конструкции. Эта защита включает в себя уплотняющие пропитки и лакокрасочные покрытия. Очень популярно нанесение красок на бетонные стены.

Чтобы сделать защиту еще более надежной, применяются биоцидные препараты, которые уменьшают биологическое воздействие на бетон, и листовые защитные материалы.

Такие препараты проникают в структуру бетона очень глубоко, защищая его и внутри, а не только снаружи. Обычно внутри бетона препараты создают кристаллическую структуру, которая не пропускает влагу внутрь. Таким образом, влажность бетона остается на уровне, при котором процесс коррозии не начинается.

Список литературы

1 Коррозия бетона и железобетона [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://ostroymaterialah.ru>. – Дата доступа : 22.02.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 691.32.004.4

ЗАЩИТА БЕТОНА ОТ РАЗРУШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТОЙ АТМОСФЕРЫ

П. В. ЗАЙЦЕВА, М. И. ЦЫКУНЕНКО

Научный консультант – ассист. *Т. С. ЯКИМЧИК*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

На то, как прочны и долговечны будут бетонные конструкции, может влиять качество и степень гидроизоляции перед началом строительства. Исключить попадание в структуру материала веществ, которые будут воздействовать разрушительно, способны лишь хорошо подобранные системы гидроизоляции [1].

Для защиты бетона в условиях открытой атмосферы используются материалы, исключаящие воздействие влаги, коррозии, а также увеличивающие прочность. Это под силу гидрофобизирующим веществам, которые наносятся методом пропитывания.

Развитие коррозии происходит за счёт пористости бетона. Важно ограничить конструкцию от контакта с влагой и устранить воздействие осадков. Защита бетона от воды методом гидрофобизирования является лучшим вариантом предотвращения коррозии.

Защита бетона от влаги осуществляется по определённому алгоритму. На первом его этапе готовый сухой слой необходимо защитить листом рубероида или водонепроницаемым строительным материалом. С помощью битумной эмульсии обрабатываются швы между листами. Сверху наносится водоотталкивающее покрытие, краска или лак.

Анкерный лист для защиты бетона решает множество проблем. Он создает барьер на пути повреждений материала абразивными частицами и химическими веществами. Форма анкеров формируется методом экструзии при производстве, что гарантирует высокую прочность крепления. Слой выступает инфильтратом, исключает коррозию бетона и защищает материал от различных механических повреждений, которые могут быть вызваны влажностью, вибрацией грунта, а также воздействием корней растений.

Если вы задумались над вопросом о том, чем для защиты покрыть бетон, эксплуатируемый в условиях открытой атмосферы, то в качестве примера можете рассмотреть состав марки ВВМ-М. Вещество наносится воздушным распылением, а для пропитки поверхности используются кисти и валики.

Для того чтобы добиться лучшего эффекта, можно прибегнуть к использованию нескольких технологий. Для этого применяется первичная защита, при которой затворение цементного раствора сопровождается добавлением химических модификаторов и присадок. Вторичная защита заключается в нанесении мастик, пропиток, растворов и биоцидов.

При больших очагах коррозии проводится очистка здания от них. Защита поверхности бетонных сооружений от влаги обеспечивается за счет использования сеалантов, в составе которых имеются полимерцементные композиты. Эти компоненты могут буквально просачиваться на несколько сантиметров вглубь, в результате структура поверхности бетона изменяется – получается аналог мембраны, которая может пропускать воду только в одном направлении: изнутри наружу.

Список литературы

1 Бадьин, Г. М. Современные технологии строительства и реконструкции зданий / Г. М. Бадьин, С. А. Сычев. – М. : БХВ-Петербург, 2013. – 288 с.

Получено 10.03.2018

УДК 528.48:69

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Ю. П. КАРПОВИЧ

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Е. К. АТРОШКО*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В процессе своей эксплуатации каждое сооружение подвергается воздействию природных и функциональных факторов. Под действием ветровой и снеговой нагрузки, температурных изменений, вибраций при работе оборудования и неравномерной осадки фундаментов в конструкциях зданий появляются деформации. При значительных перегрузках, а также неправильном армировании и монтаже несущих конструкций в теле здания появляются трещины и разломы, что может привести к разрушению сооружения [1].

Для своевременного предупреждения таких случаев и детального изучения причин нарушения эксплуатационных качеств сооружений проводят систематические наблюдения за перемещениями и деформациями конструкций. Наиболее точными при таких наблюдениях являются геодезические методы измерений, позволяющие определить перемещения точек конструкций в пространстве.

Среди факторов, вызывающих износ и разрушение зданий, весьма существенными являются вертикальные прогибы ригелей и панелей перекрытий. Измерение этих деформаций осуществляется с помощью нивелира методом геометрического нивелирования. Для каждого ригеля выполняется нивелировка по оси пролета в трех точках, из которых две точки берут на опорах, а третью в середине. Нивелирную рейку приставляют нулем вверх к нижней части ригеля. Чем выше находится точка, тем отсчет по рейке будет большим. По результатам нивелирования вычисляют отметки этих точек, используя метод горизонта нивелира. Полученным отметкам определяют вертикальный прогиб ригеля как разность между высотой точки в середине ригеля и средней арифметической высотой точек на его опорах. Если это значение разделить на длину пролета ригеля, то получим относительную величину вертикального прогиба, которая не должна превышать допустимого значения 1:300, то есть при длине 6 метров вертикальный прогиб не должен быть более 200 мм.

Плиты перекрытий нивелируют аналогично ригелям только в девяти точках: вдоль рабочего пролета о три точки в каждом сечении. В результате

можно определить по полученным высотам как продольный, так и поперечный вертикальные прогибы нивелируемой плиты.

Деформации конструкций могут возникать также от неравномерности оседания фундаментов колонн каркасных зданий. Для определения величины осадок периодически нивелируют фундаменты колонн по циклам в среднем через каждые шесть месяцев. В каждом цикле вычисляют высоты осадочных марок фундаментов и величины осадок каждой марки между циклами. По этим данным определяют неравномерность оседания фундаментов колонн для каждого межосевого интервала (d), которые не должны превышать величины $0,002d$.

Таким образом, геодезические измерения при эксплуатации зданий и сооружений позволяют организовать мероприятия по контролю параметров эксплуатационной пригодности этих сооружений, а также осуществить контроль при их ремонте и реконструкции.

Список литературы

1 Атрошко, Е. К. Геодезия в промышленном и гражданском строительстве / Е. К. Атрошко, М. М. Иванова, В. Б. Марендич. – Гомель, 2009. – С. 58–63.

Получено 10.03.2018

УДК 528.48:69

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСАДКИ И КРЕНА СООРУЖЕНИЙ БАШЕННОГО ТИПА

А. В. КОТОВИЧ

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Е. К. АТРОШКО*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

К сооружениям башенного типа относятся такие инженерные сооружения, как дымовые трубы, домины, корпуса атомных реакторов силосные башни элеваторов и другие подобные объекты. Основной особенностью таких сооружений является то, что ввиду своей конструктивной жесткости они под действием силы тяжести оседают как одно пространственное целое равномерно или, при неравномерной осадке, наклоняются относительно вертикального положения. Такой вид деформации называется креном, или наклоном сооружений. С целью выявления недопустимых величин деформации и своевременного принятия мер по их устранению выполняют соответствующие геодезические наблюдения [1].

Для определения осадки сооружения в его характерных местах закрепляют осадочные марки. Периодически, с помощью нивелира, определяют высоты этих марок относительно исходного репера, расположенного в стороне от сооружения и принимаемого за неподвижный. Осадку (δ) марки сооружения определяют по формуле

$$\delta = H_{\text{посл}} - H_{\text{пред}},$$

где $H_{\text{посл}}$ и $H_{\text{пред}}$ – высота точки сооружения на текущий момент времени и в предыдущем цикле.

Средняя осадка сооружения определяется как среднее арифметическое из осадок всех марок на сооружении. Неравномерность осадки можно определить по разности осадок двух точек на сооружении, т. е.

$$\Delta\delta = \delta_2 - \delta_1.$$

Разность осадок двух точек, расположенных на противоположных краях сооружения, называют наклоном. Наклон сооружения можно определить с помощью оптического теодолита или электронного тахеометра. При определении наклона сооружения башенного типа оптическим теодолитом трубу теодолита наводят последовательно на левую и правую наружные грани верха сооружения и снимают отсчеты по горизонтальному кругу. По этим отсчетам вычисляют среднее арифметическое и устанавливают его на лимбе теодолита, определяя таким образом положение оси симметрии верха сооружения. Затем вертикально проектируют эту ось на низ сооружения и отмечают его положение внизу. Аналогично с помощью теодолита определяют средний отсчет на левую и правую грани низа сооружения и отмечают среднее положение второй меткой. Измерив рулеткой расстояние между двумя меткам, определяющими положение оси в верхней и нижней частях сооружения получают линейную величину наклона с первой стоянки теодолита. Затем теодолит представляют на другую стоянку, расположенную под углом 90° к направлению с первой стоянки, определяют аналогично уклонение верха сооружения со второй стоянки.

Общую линейную величину наклона сооружения вычисляют по теореме Пифагора.

Аналогичные измерения можно произвести с помощью электронного тахеометра, применяя встроенное программное обеспечение.

Список литературы

1 **Атрошко, Е. К.** Геодезия в промышленном и гражданском строительстве / Е. К. Атрошко, М. М. Иванова, В. Б. Марендич. – Гомель, 2009. – С. 64–71.

Получено 10.03.2018

УДК 528.4

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АРОЧНЫХ ПЛОТИН

П. О. МАЗЫНСКИЙ

Научный консультант – ст. преп. *Н. С. СЫРОВА*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

При строительстве арочных плотин за главную линию берут ось её симметрии. Круговая кривая, которая проходит примерно посередине верхней части плотины, представляет собой горизонтальную площадку и является разбивочной осью. Для того чтобы разбить блоки, задаются направления от главной оси с центра кривой [1].

Современные высоконапорные арочные плотины имеют в плане и в вертикальных сечениях отличительную форму, которая описывается сложными кривыми. В таких плотинах блоки меняют свое плановое положение в каждом ярусе.

При строительстве высоконапорных плотин разбивочная основа производится в три этапа: основная (каркасная) триангуляция, разбивочная триангуляция около строящихся сооружений и туннельная полигонометрия. В начале строительства создается основная разбивочная сеть триангуляции высокой точности с минимальным количеством пунктов и базисными сторонами, расположенными на высоких местах и на значительном удалении от бортов ущелья. За начальные точки берут удалённые от ущелья и устойчивые пункты сети. На стороне треугольника триангуляции, с точностью около 2 секунд, определяют астрономические азимуты. Главную ось плотины принимают за ось абсцисс. Пункты на втором этапе триангуляции опираются на основную сеть. Располагаются они недалеко от строящихся сооружений в нижней и верхней части реки и находятся на разной высоте склонов. На третьем этапе производится туннельная полигонометрия, опорная сеть для строительства гидротехнических и транспортных туннелей.

Подготовка котлована под подошву плотины в глубокой речной долине проводится сверху вниз, с высокого горизонта. Контур плотины выносят в натуру. По вынесенному контуру делается разработка и зачистка до следующего яруса, примерно через 10 м по высоте. На образовавшейся высоте определяют опорную точку, от которой по координатам (полярным) разбивают контур плотины на данной высоте. На дне глубокой речной долины контур плотины выносят в натуру от пунктов разбивочной основы, имеющих на верховой и низовой перемычках.

Для арочной плотины в проекте всех блоков задают точку с графическими координатами (примерно в центре). По расчетным координатам вершин блока находят полярные координаты этих вершин и направления (азимуты). В натуре теодолит устанавливают в некоторой точке блока и обратной засечкой определяют ее координаты. Полярные или прямоугольные элементы результатов с поправками, по которым находят на блоке положение точки. Для полного контроля проверяют направления с точки на пункты разбивочной сети, после чего выполняют разбивку и закрепление вершин блока.

В итоге определяют положение блоков на всех секциях и ярусах. Положение точки на блоке определяется прямой засечкой с двух пунктов разбивочной сети. Для полного контроля в полученной точке измеряют направления на пункты данной сети. Затем сравнивают их с проектными значениями и по полярным координатам разбивают вершины блока.

Список литературы

1 Левчук, Г. П. Прикладная геодезия. Геодезические работы при изысканиях и строительстве инженерных сооружений : учеб. для вузов / Г. П. Левчук, В. Е. Новак, Н. Н. Лебедев ; под ред. Г. П. Левчука. – М. : Недра, 1983. – 400 с.

Получено 10.03.2018

УДК 528.4

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ БЕТОНИРОВАНИИ ВЗЛЕТНО-ПОСАДОЧНОЙ ПОЛОСЫ АЭРОДРОМА

И. А. МАСЛОВСКАЯ

Научный консультант – ст. преп. *Н. С. СЫРОВА*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время на аэродромах искусственные взлетно-посадочные полосы (ИВПП) и рулежные дорожки (РД) устраиваются из цементобетонного покрытия в виде корыта, укладываемого на искусственное основание (песчаную или щебеночную подушку). Искусственное основание устраивается в выемке на поверхности земляного полотна, разбивка которого осуществляется по продольной оси через 20 м [1].

Разбивая пикетные и плюсовые точки по продольной оси ИВПП, на сторожках указываются рабочие отметки, которые соответствуют проектному положению дна корыта.

Выравнивание дна выемки достигается выносом на местность проектных плоскостей. Этого можно добиться, направив на копирную струну, установленную по требуемому уклону, наклонный луч нивелира или опорный световой луч лазерного визира нивелира.

В современном строительстве планировка земляного корыта по копирной струне осуществляется с использованием спутниковой 3D ГНСС – системы автоматического геодезического управления работой отвала автогрейдера. Регулирование отвала автогрейдера по всем направлениям осуществляется за счет совместной обработки данных, получаемых с ГНСС-антенны и данных с различных датчиков поперечного и продольного наклона машины. Эта система сохраняет положение отвала на установленном уровне, самостоятельно выводит его на проектную отметку и сравнивает текущую и заданную позицию, независимо от скорости автогрейдера.

Искусственное основание тщательно укатывается и проектные высоты по оси ряда должны находиться в пределах $\pm 1-2$ см, а поперечные уклоны не должны превышать $\pm 0,001-0,002$.

Устройство бетонных полос осуществляется рядами по 7–7,5 м по обе стороны от ИВПП комплектом бетоноукладочных машин с использованием арматурной сетки. В комплект входят: распределитель бетона, бетоноукладчик, который обрабатывает бетонную смесь и формирует профиль по проектной высоте, отделочные машины.

Разбивка рядов плит проводится по закрепленной продольной оси полосы и для этого используются рельсоходные бетоноукладочные машины. Рельсы укладываются параллельно оси на расстоянии ширины плиты при помощи теодолита. Высотное расположение рельсов контролируется нивелиром. На завершающем этапе производится контрольное нивелирование плит.

При устройстве полосы из готовых железобетонных плит, производится разбивка угловых точек плиты по ширине и высоте, а стыки уложенных плит контролируются повторным нивелированием.

Лотки водосточных коллекторов бетонируются по высотным маякам, установленным на проектные высоты нивелиром.

После окончания бетонирования выполняется исполнительное нивелирование бетонной поверхности ИВПП и РД по проектным поперечным профилям.

Список литературы

1 Левчук, Г. П. Прикладная геодезия. Геодезические работы при изысканиях и строительстве инженерных сооружений : учеб. для вузов / Г. П. Левчук, В. Е. Новак, Н. Н. Лебедев ; под ред. Г. П. Левчука. – М. : Недра, 1983. – 400 с.

Получено 10.03.2018

УДК 624.012.45/46

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЖБК НА ПРИМЕРЕ ОСТАНКИНСКОЙ ТЕЛЕБАШНИ

К. О. ПЛЕССКАЯ, К. А. КУРЧЕВА

Научный консультант – ассист. *Т. С. ЯКИМЧИК*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Останкинская телебашня выполнена из высокопрочного преднапряженного бетона, общая масса башни с фундаментом 51400 тонн. Главный конструктор – Николай Никитин. Опорой сооружения стал фундамент шириной 9,5 метра, высотой 3 метра и диаметром 74 метра, заложенный на глубину 4,65 метра, а также тонкостенная коническая оболочка, десятью железобетонными ногами стоящая на банкетках фундамента. Диаметр основания оболочки – 60,6 метра, к высоте 63 метра он уменьшался до 18 метров. До высоты 385 метров телебашня построена из предварительно напряженного бетона [1].

Вес Останкинской башни распределен между основанием и стволом в строгой пропорции один к трем с центром тяжести на высоте 110 метров. Во время строительства в центре основания на самостоятельном фундаменте возвели железобетонный стакан высотой 63 метра. Два фундамента для двух независимых друг от друга конструкций – телебашни и стакана – позволяют передавать на грунт различное давление при их неравномерной осадке.

Конструкция башни не подвела в ночь на 21 июня 1998 года, когда сила ураганного ветра достигала 26 м/с. Секрет заключается в уникальной конструкции. Кроме обычной арматуры, которая применяется в железобетоне, в стволе башни были натянуты 149 стальных канатов. Они сжимали башню с такой огромной силой, что никакие внешние факторы – дожди, ураганы, крупный град – не были способны изогнуть эту конструкцию и гарантировали от появления трещин в бетоне.

Во время пожара 27 августа 2000 года от высокой температуры лопнули 120 из 149 канатов, обеспечивающих преднапряжение бетонной конструкции башни, но, вопреки обоснованным опасениям, башня устояла. Также были повреждены инженерные системы: электроснабжения, вентиляции, кондиционирования, тепло- и водоснабжения, связи и сигнализации [2].

Специалисты, знающие Останкинскую башню, утверждали, что трещины в бетонных конструкциях были всегда – они появились еще при постройке. Но после пожара, когда от высокой температуры лопнули почти все специальные канаты, стягивавшие тело башни, трещины начали увеличиваться. Именно из-за опасности развития трещин восстановление Останкинской башни началось буквально на второй день после пожара. Впоследствии все стальные канаты были восстановлены. Было введено новейшее оборудование, позволяющее су-

щественно снизить потребление электроэнергии и уменьшить тепловыделение. За малейшими колебаниями Останкинской башни следят компьютеры.

Список литературы

1 Два фундамента и железобетонный стакан внутри: как строили Останкинскую телебашню [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.mos.ru/news/item/32052073/>. – Дата доступа: 01.03.2018.

2 Останкинская телебашня [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://moscow.org/moscow_encyclopedia/218_ost-ankankaya_tower.htm. – Дата доступа : 01.03.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 69-691.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СРЕДСТВ КОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА: ИНГИБИТОРЫ И ГИДРОФОБИЗАТОРЫ

В. А. РАФАЛОВИЧ

Научный консультант – ассист. *Ю. И. ШАНДРАК*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Ингибиторы – это химические соединения, направленные на замедление или предотвращение коррозионных процессов на поверхности металла в железобетонных конструкциях [1].

Из существующих ингибиторов коррозии арматуры в бетоне наиболее известны соединения окислительного типа на основе нитритов. Этот ингибитор, химически адсорбируясь на поверхности металла, сильно сдвигает его в положительную сторону, переводя сталь в пассивное состояние [2].

Гидрофобизаторы – это вещества, защищающие железобетон от воздействия воды и влаги за счёт обеспечения их водонепроницаемости.

Единственным предназначением этих составов является создание на поверхности защитного паропроницаемого водоотталкивающего слоя. Очень часто гидрофобная жидкость применяется в качестве бактерицидного средства, гарантирующего сохранность деревянных конструкций и их защиту от процессов гниения.

Гидрофобизация позволяет образовывать тончайшую пленку на поверхности материала, которая препятствует проникновению влаги вглубь конструкции. Бетон, эксплуатационные свойства которого усилены при помощи гидрофобных добавок (или пропиток), получил название – гидрофобный [3].

Результаты исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительный анализ ингибиторов и гидрофобизаторов

Сравнительные свойства	Ингибиторы	Гидрофобизаторы
Расход	5000 мл на 1 м ³	300 мл на 1 м ²
Срок действия	2–15 лет	10 лет
Средняя цена	5 р.	30 р.
Прочность на сжатие	Увеличивается	Увеличивается
Защита от плесени и грибка	Нет	Да
Воздействие на железобетон при отрицательных температурах	Возможность затвердевания при отрицательных температурах	Увеличивает морозостойкость
Способ применения	Добавляется в процессе изготовления железобетона	Наносится на уже готовую поверхность железобетона

В результате проведенного анализа можно сделать вывод, что гидрофобизаторы являются более эффективным средством, так как их можно применять на уже готовую поверхность железобетона.

Список литературы

- 1 **Голшани, М.** Структура бетона с добавками ингибиторов коррозии стали и его защитные свойства по отношению к стальной арматуре : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Голшани Масуд. – Минск : Белорус. нац. техн. ун-т, – 2012.
- 2 Квантово-химический анализ действия ингибиторов коррозии металлов // LAP Lambert Academic Publishing. – 2013.
- 3 **Алентьев, А. А.** Кремнийорганические гидрофобизаторы / А. А. Алентьев. – Киев : Изд-во технич. л-ры, 1962. – 109 с.

Получено 10.03.2018

УДК 691.328.1

ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ БЕТОНА ДОБАВКАМИ ПРОНИКАЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ

Ю. В. ХИМЕНКОВА

Научный консультант – ассист. *Ю. И. ШАНДРАК*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Гидроизоляция проникающего действия предназначена для предотвращения просачивания воды через бетонные конструкции.

Первым делом гидроизоляционная смесь смешивается с водой и покрывает влажную поверхность бетонного основания. Гидроизоляционный эффект происходит за счет того, что поры бетона постепенно заполняются раствором гидроизоляции.

Проникновение гидроизоляции в бетон достигает 30–40 см. Наличие микропор, капилляров и микротрещин, заполненных кристаллами, повышает водонепроницаемость бетона в несколько раз. В завершении этого процесса получается бетонное основание в виде уплотненного водоустойчивого покрытия [1].

Добавки проникающего действия добавляются не только в бетонный раствор, но и наносятся на бетон уже после его застывания. В таком случае происходит кольматация – проникновение компонентов добавки в бетон и заполнение его пор. В зависимости от пропорций составляющих добавок они могут давать разный эффект.

Проникающая гидроизоляция – самый технологичный метод защиты бетона от пагубного воздействия воды и агрессивных средств.

Благодаря проникающим свойствам, которые действуют по всей площади и толщине, бетонную конструкцию можно обрабатывать с любой стороны. Её не нужно просушивать, так как добавку можно наносить на влажный бетон. Проникающая гидроизоляция выдерживает обратное давление воды. Поэтому при обработке фундамента нет необходимости его откапывать, достаточно обработать изнутри.

Достоинством материалов проникающего действия является их способность защиты внутренней части конструкции от внешнего воздействия влаги, повышение водоотталкивающих характеристик бетонных конструкций и изделий.

Однако у проникающей гидроизоляции есть недостатки: бетонные конструкции, которые имеют или подвергаются образованию поверхностных трещин, не будут защищены от воздействия влаги; не подходит для проведения гидроизоляции пористых бетонных оснований; не наносится на блоки фундаментного назначения.

Использование гидроизоляции проникающего действия положительно сказывается на морозостойкости бетона, обеспечивает защиту от воздействия ветра, механических ударов, атмосферных осадков.

Кристаллические соединения характеризуются наличием мельчайших пор, через которые не проходит вода, но в то же время бетон не теряет характеристики воздухо- или паропроницаемости. Таким образом, бетонное покрытие “дышит”, но не пропускает влагу.

Проникающая гидроизоляция не подвержена механическому износу. Поэтому служба гидроизоляции равна сроку службы бетона, а за счет гидроизоляции бетона этот срок возрастает.

Список литературы

1 Скажи воде: «АКВАТРОН». Гидроизоляционные материалы проникающего действия. «ЛИТУРЕН» и «ИСТРОПОЛ» до строителей дошел. Торговая марка «ИСТРОС» – гидроизоляционные материалы // Строительство и городское хозяйство. – 2002. – № 56. – С. 94.

Получено 10.03.2018

Секция 6
РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ
БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

УДК 624.131

ВЛИЯНИЕ АНИЗОТРОПИИ НА ПРОЧНОСТНЫЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТА ПРИ ИСПЫТАНИИ
В ПРИБОРЕ ОДНОПЛОСКОСТНОГО СРЕЗА

В. В. АРТЕМЁНОК

Научные руководители – канд. техн. наук, доцент *А. П. КРЕМНЁВ*,
ассист. *Н. Н. ВИШНЯКОВ*

Полоцкий государственный университет, Республика Беларусь

Задача: при испытании образцов во взаимно перпендикулярных направлениях показать различия свойств среды, определив расчётные прочностные характеристики исследуемого грунта и разницу между полученными значениями.

Образцы для испытания отбирались в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Размер образцов составлял 71,4 мм – диаметр, 35 мм – высота. Испытания проводились по консолидировано-дренированной схеме по ГОСТ 12248. Общий вид образцов представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Образцы после испытания

В результате испытаний срез нескольких образцов параллельной слоистости при сдвиге произошёл по песчаной прослойке, вследствие чего сопротивление сдвигу оказалось значительно ниже, чем для образцов, в которых срез произошёл не по прослойке.

Выполнив статистическую обработку результатов по ГОСТ 20522, были определены расчётные значения угла внутреннего трения и удельного сцепления образцов, испытываемых во взаимно перпендикулярных направлениях [1]. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Прочностные характеристики грунта

Прочностные характеристики грунта	Сдвиг при горизонтальном расположении слоистости	Сдвиг при вертикальном расположении слоистости
Удельное сцепление грунта c_0 , кПа	19,12	21,77
Угол внутреннего трения φ , %	7,91	10,98

Полученные значения удельного сцепления угла внутреннего трения при сдвиге при вертикальном расположении слоистости на 12 и 28 % соответственно больше, чем при сдвиге при горизонтальном расположении слоистости, что необходимо учитывать при расчёте фундамента.

Список литературы

1 Расчёт фундаментов распорных сооружений с учётом анизотропии прочностных свойств [Электронный ресурс] / В. В. Артеменок [и др.] // Электронный сборник трудов молодых специалистов / Полоцкий государственный университет. Сер. Прикладные науки. Строительство. – Вып. 19 (89). – С. 175–176. – Электронный оптический диск. – 1 диск.

Получено 10.03.2018

УДК 539.1

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ АНАЛИЗА СЕЙСМОСТОЙКОСТИ СООРУЖЕНИЙ НЕЛИНЕЙНЫМИ МЕТОДАМИ

М. В. БРОДНИЦКАЯ

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *О. В. КОЗУНОВА*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Основная задача проектирования зданий и сооружений в сейсмических районах – предотвращение обрушения системы в целом при редком (сильном) землетрясении уровня МРЗ.

Линейно-спектральный метод не может учесть возможность развития в несущих и ненесущих элементах конструкций неупругих деформаций и локальных хрупких разрушений. Таким образом, при расчете на МРЗ необходимо применение нелинейных методов.

Более простым методом, позволяющим учесть нелинейную работу конструкций, является нелинейный статический метод (НСМ).

В качестве расчетной схемы принята жесткая стальная рама. Перекрытие принято абсолютно жестким. Диаграмма деформирования колонн принята упругопластической с упрочнением. Основная частота собственных колебаний. Расчет нелинейным динамическим методом (НДМ) производился в программном комплексе LS-DYNA на две различные акселерограммы: Бухарестского землетрясения и Спитакского землетрясения.

Далее приведены графики зависимости поперечной силы в основании от перемещения верха конструкции для нелинейного статического и нелинейного динамического методов (рисунок 1, а, б).

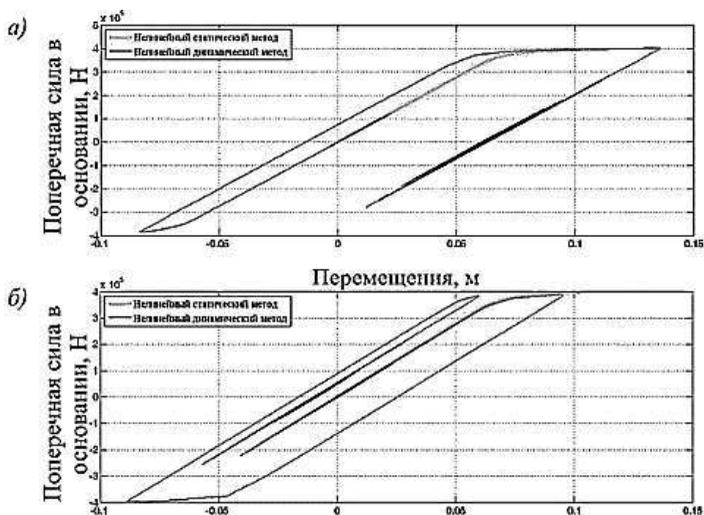


Рисунок 1 – Зависимость поперечной силы в основании от перемещения верха конструкции:

а – Бухарестское землетрясение; б – Спитакское землетрясение

Методика нелинейного статического метода, апробирована [1] и установлено, что Бухарестское землетрясение содержит узкий спектр частот, сосредоточенный на частоте, близкой к основной частоте колебаний конструкции; Спитакское землетрясение содержит несколько доминантных частот, близких к основной частоте.

Проведенное динамическое исследование [2] показывает значимость высших форм колебаний и необходимость анализа их влияния на реакцию системы

Список литературы

- 1 Джинчвелашвили, Г. А. Нелинейный статический метод анализа сейсмостойкости зданий и сооружений / Г. А. Джинчвелашвили, С. В. Булушев, А. В. Колесников // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2016. – № 5. – С. 39–47.
- 2 Джинчвелашвили, Г. А. Нелинейные динамические методы расчета зданий и сооружений с заданной обеспеченностью сейсмостойкости : автореф. дис. ... д-ра техн. наук / Г. А. Джинчвелашвили. – М. : МГСУ, 2015. – 46 с.

Получено 10.03.2018

УДК 539.1

СЕЙСМОИЗОЛЯЦИЯ ЗДАНИЯ С ДИНАМИЧЕСКИМ ГАСИТЕЛЕМ КОЛЕБАНИЙ

М. В. БРОДНИЦКАЯ

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *О. В. КОЗУНОВА*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Опыт строительства зданий в сейсмоопасных районах показывает, что повышение сейсмостойкости зданий достигается за счет повышения прочности их конструкций и уменьшения значения сейсмических сил, действующих на здание при устройстве сейсмоизоляции [1].

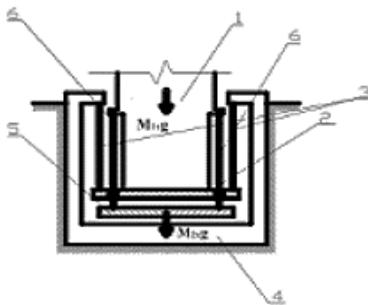


Рисунок 1 – Конструктивная схема системы маятникового типа

На рисунке 1 показана конструктивная схема сейсмоизоляции здания маятникового типа с динамическим гасителем колебаний. Здание 1 располагается на плите 2, подвешенной на жестких тягах 3 к стакану внешнего фундамента 4. Гаситель колебаний в виде плиты 5 подвешен на жестких тягах 6 к основному зданию.

На рисунке 2 приведены графики колебаний здания при резонансе при отсутствии гасителя.

На рисунке 3 приведены результаты расчета при наличии гасителя и значении параметра $m = 0,5$.

Из анализа графиков следует, что амплитуда колебаний здания при использовании гасителя по сравнению с резонансом уменьшается в ~ 3 раза, а колебания передаются на гаситель.

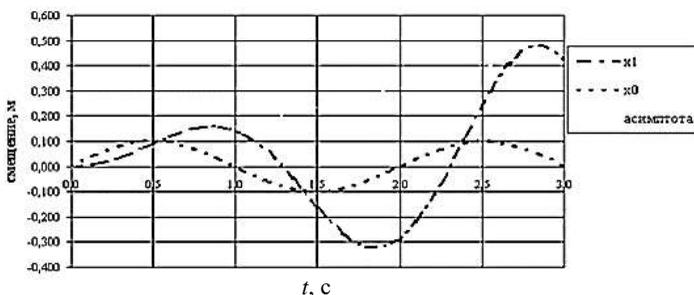


Рисунок 2 – Колебания здания при резонансе без гасителя

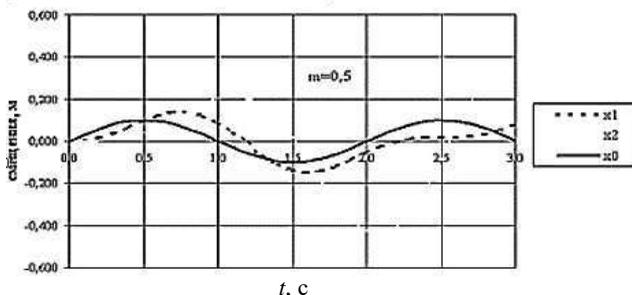


Рисунок 3 – Колебания системы с гасителем

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

– повышение сейсмостойкости зданий и сооружений можно обеспечить как усилением конструкции, так и применением мер сейсмоизоляции.

– в качестве варианта сейсмоизоляции предложено решение с подвеской здания на жестких тягах с использованием механического гасителя колебаний, что позволяет существенно снизить амплитуду колебаний зданий даже в случае резонанса.

Список литературы

1 Сейсмостойкое строительство зданий / под ред. И. Л. Корчинского. – М. : Высш. шк., 1971. – 32 с.

2 **Пеньковский, Г. Ф.** К расчету сейсмостойкого здания на жесткой подвеске / Г. Ф. Пеньковский, В. В. Севастьянов // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – № 1. – 2012. – С. 58–61.

3 Справочник по динамике сооружений / под ред. Б. Г. Коренева, И. М. Рабиновича. – М. : Стройиздат, 1972. – 511 с.

Получено 10.03.2018

УДК 624.012.45/46.001.24:727.8 (476)

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ БИБЛИОТЕКИ

И. Д. БУТЫРИН

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Е. Г. КАЛАШНИК*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Ещё в 1989 году был проведён всесоюзный конкурс на лучший проект библиотеки. Его победителями стали Виктор Краморенко и Михаил Виноградов с моделью “белорусского алмаза” – ромбокубооктаэдра из 18 квадратов и 8 треугольников на подставке-подиуме-стилобат. До момента утверждения и начала реализации проекта прошло 13 лет. Деньги на строительство переводили банки и крупные организации – Белтелеком, Атлант, Белгосстрах, президент Ирака – Садам Хусейн – перечислил \$500 000 на строительство. Строительство началось в 2002 году.

В первое время возникали вопросы вокруг сроков строительства, так как по нормативным документам требовалось 72–74 месяца, а по требованиям президента необходимо было успеть за 36 месяцев. В результате строители начали вплотную заниматься фундаментом на выбранной площадке, не дожидаясь ответа от геологов, исследовавших грунт [1].

Первоначально геологи исследовали грунт только до глубины 30 м, не учтя огромный вес здания – 270 000 т. Позже приняли решение пробурить 11 скважин, глубиной 80 м.

В результате обнаружилось, что на глубине 38 м залегают прослойки торфа. Строительство на таком грунте могло привести к неравномерной усадке и оползанию здания. Профессор БНТУ – Тимофей Пецольд и его коллеги из Полоцкого университета провели научные исследования и разработали нестандартную методику по усилению грунтов и возведения фундамента. Было выведено 18 расчетных вариантов. В результате грунты на этой глубине затампониروвали ломовой глиной.

В качестве фундамента решено было залить двухметровую монолитную плиту, армированную так густо, что могли возникнуть трудности с заполнением опалубки бетоном. Поэтому применили белорусскую разработку самоуплотняющегося бетона, который укладывается без вибрации. Закончив фундамент, перешли к возведению 50-метрового опорного кольца, служившего поддержкой для “алмаза” здания. Опорное кольцо имеет 18 стыков, на каждом из которых установлено 260 высокопрочных, специальных болтов. После возникла сложность в создании формы расходящегося конуса для

хранилища книг – “алмаза знаний” библиотеки. Она заключалась в том, что крайние ряды колонн и стен было не на что опереть в течение того времени, когда бетон монолита набирает свою прочность. Поэтому опалубку подпирали снизу металлическими конструкциями, опирающимися на опорное кольцо с помощью песочных домкратов, и ждали, пока бетон и имеющаяся в нем арматура не станут работать совместно. Строители придерживались технологии с темпами возведения двух этажей в месяц. Когда строительство близилось к завершению, обустроили президентский центр и Овальный зал для саммитов.

Два года хранилище библиотеки стояло на временных подпорках и настало время раскруживать здание. После снятия металлических опорных конструкций измерили усадку здания, которая составила 1,5 см, что было допустимо согласно расчётам учёных.

Список литературы

1 Национальная библиотека Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.belarus.by/ru/about-belarus/architecture/national-library>. – Дата доступа : 25.02.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 539.3

ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ПО ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕСТАЦИОНАРНОЙ НАГРУЗКИ ДЛЯ МОДЕЛИ БАЛКИ ТИМОШЕНКО, ПРИМЕНЯЕМАЯ В СТРОИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКЕ

Я. А. ВАХТЕРОВА

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент *Г. В. ФЕДОТЕНКОВ*
ФГБОУВО «Московский авиационный институт (национальный
исследовательский университет)», Российская Федерация

В прямоугольной декартовой системе координат рассматривается однородная изотропная балка конечной длины, исследование поперечных колебаний которой производится на основе уточненной теории, соответствующей модели балки Тимошенко [1]. В качестве граничных условий используются условия шарнирного опирания. Начальные условия нулевые. В начальный момент времени к балке прикладывается распределенная нагрузка, зависящая от координаты и времени. На правом конце балки установле-

ны датчики, которые, в ходе соответствующего эксперимента, снимают показания прогиба балки в определенных точках.

Задачи этого класса относятся к некорректно поставленным – малым возмущениям исходных данных, в принципе, могут соответствовать большие возмущения решения. Отметим, что исходные данные для задач такого рода, как правило, искажены, поскольку они отыскиваются экспериментально. Поэтому необходимо использовать специальные методы решения, которые будут иметь приемлемую точность и для случая «зашумленности» исходных данных, выражающейся в их искажении вследствие случайной погрешности измерений и вычислительных преобразований.

Следует отметить несомненную актуальность этого типа задач для строительства жилых и общественных зданий, поскольку значительная часть конструкций выполнена из балочных элементов, работающих в условиях нестационарных нагрузок.

В основу методики решения прямой задачи положен принцип суперпозиции, при котором перемещения и контактные напряжения связаны посредством интегральных операторов по пространственной переменной и времени. При этом ядрами последних являются так называемые функции влияния. Эти функции представляют собой фундаментальные решения систем дифференциальных уравнений движения исследуемой балки. Их построение представляет собой отдельную задачу. Функции влияния находятся с помощью преобразования Лапласа по времени и разложений в ряды Фурье по системе собственных функций.

Решение обратной задачи сводится к решению системы интегральных уравнений Вольтера 1-го рода, которая некорректна по Ж. Адамару. Для ее решения используется регуляризация А. Н. Тихонова, суть которого заключается в минимизации функционала.

Для решения системы разрешающих уравнений разработан и реализован на ЭВМ численно-аналитический алгоритм, основанный на методе средних прямоугольников. Выполнена проверка полученных результатов. Приведены примеры расчетов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 18-58-00008, 16-08-00260).

Список литературы

1 Волны в сплошных средах / А. Г. Горшков [и др.] . – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 472 с.

Получено 10.03.2018

УДК 528.4

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*М. А. КРАСНОВ*Научный консультант – ст. преп. *Н. С. СЫРОВА**Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Необходимость наблюдения за деформациями главным образом обусловлена тем, что на поверхности земли, в зоне строительства подземных сооружений, могут располагаться здания, подвергаемые, как следствие, деформациям (осадке). Выработка грунтов при подземном строительстве вызывает осадки поверхности земли вместе с расположенными на ней сооружениями, а возникающее при этом горное давление приводит к деформациям обделки подземных сооружений.

Осадки могут распространяться на расстояние, равное примерно полуторной глубине заложения строящегося подземного сооружения. Величина их распространения зависит еще и от ряда геологических факторов, которые необходимо учитывать при геодезическом обосновании.

Геодезическое обоснование производится в подземном сооружении и на дневной поверхности и делится на плановое и высотное.

Прежде чем приступить к строительным работам, в стены зданий закладывают деформационные марки с расстоянием 20–25 м друг от друга на всех углах, это при условии, что здание большое; если же небольшое, то марки закрепляют просто вблизи углов. Если здания имеют мраморную или гранитовую облицовку, то в качестве марок могут служить отметки точек на облицовке, на которые можно поставить нивелирную рейку. Мониторинг осадок включает в себя периодическое определение высот марок и реперов высотной основы, что делается с помощью нивелирования III класса с узловыми точками и замкнутыми ходами. Длина визирного луча в этом случае не должна превышать 50 м, максимальное расстояние между узловыми точками – 400 м, предельное количество станций в висячих ходах – 3, допустимая невязка в замкнутых ходах определяется по формуле

$$f_h = 2,5\sqrt{n}, \quad (1)$$

где n – число станций [1].

Считается, что полученные при повторах нивелирования III класса расхождения в отметках марок и реперов более 5 мм – говорят о присутствии осадок.

Повторы нивелирования следует осуществлять до тех пор, пока не будет установлено, что осадок нет. Продолжительность должна составлять не менее 3 месяцев после окончания работ. Промежуток времени между повторами зависит от скорости осадки; во всех случаях не более 45 дней. В зонах, где отмечены сильные осадки, реперы нивелируют каждые 10 дней или ежедневно. Затем, по итогам наблюдений составляют графики в масштабе 1:500, которые характеризуют размеры осадок и области их распространения.

Таким образом, чтобы отслеживать состояние подземных сооружений и их влияние на расположенные в этой зоне наземные объекты, необходимо осуществлять комплекс работ, включающий в себя, помимо прочего, размещение геодезических знаков и периодическое нивелирование.

Список литературы

1 **Марфенко, С. В.** Геодезические работы при строительстве тоннелей и подземных сооружений : учеб.-метод. пособие / С. В. Марфенко. – М. : МИИГАИК, 2004. – 90 с.

Получено 10.03.2018

УДК 539.3

ВЛИЯНИЕ ГИБКОСТИ СТЕРЖНЕЙ ФЕРМЫ НА ВИД ЕЕ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ

А. Д. КУЛИК

Научный консультант – канд. техн. наук, ст. преп. *К. В. ДМИТРИЕВА*
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Как известно, в строительной механике расчетная схема фермы представляет собой геометрически неизменяемую систему, составленную из прямолинейных стержней, соединенных по концам идеальными шарнирами, воспринимающую узловые нагрузки [1].

В реальных сооружениях стержни ферм могут быть соединены жестко, как например, в монолитных железобетонных фермах, либо в большей или меньшей степени податливо, как в сборных железобетонных фермах [1]. Для ферм с достаточно гибкими стержнями напряжения изгиба малы по сравнению с напряжениями растяжения-сжатия. В таких системах можно учитывать только продольные силы N . В железобетонных фермах с массивными стержнями, даже при узловой нагрузке, пренебрегать изгибающими моментами недопустимо [1]. В качестве расчетных схем для таких конструкций должна приниматься рамная система с жесткими узлами, которая представляет собой статически неопределимую систему.

В настоящей работе исследуются условия, при которых можно за расчетную схему фермы принять шарнирно-стержневую систему, а в каких случаях необходимо производить расчет по «рамной» расчетной схеме. Для критерия оценки гибкости стержня фермы примем отношение изгибной жесткости стержня к его жесткости на растяжение-сжатие EI/EA . Для тестового примера была выбрана полигональная ферма с раскосной решеткой.

В таблице 1 приведены показатели напряженно-деформированного состояния (НДС) такой фермы при различных соотношениях EI/EA . Все расчеты произведены при помощи ПК Лира 9.6.

Таблица 1 – Показатели НДС

Вид схемы	$\frac{EI}{EA}$, M^2	$\frac{N_{max}}{N_{min}}$, кН	$\frac{M_{max}}{M_{min}}$, кН	$\frac{Q_{max}}{Q_{min}}$, кН	W_{max} , мм
«Рамная схема»	0,2	$\frac{34,74}{-35,79}$	$\frac{8,5}{-7,98}$	$\frac{7,03}{-7,03}$	0,854
	0,1	$\frac{36,98}{-38,04}$	$\frac{5,86}{-5,60}$	$\frac{5,24}{-5,24}$	0,940
	0,01	$\frac{39,60}{-40,14}$	$\frac{1,16}{-1,05}$	$\frac{1,07}{-1,07}$	1,060
	0,005	$\frac{39,79}{-40,23}$	$\frac{0,61}{-0,56}$	$\frac{0,57}{-0,57}$	1,070
	0,001	$\frac{39,96}{-40,3}$	$\frac{0,13}{-0,12}$	$\frac{0,12}{-0,12}$	1,080
	0,0005	$\frac{39,98}{-40,3}$	$\frac{0,065}{-0,06}$	$\frac{0,06}{-0,06}$	1,080
Шарнирно- стержневая система	0	$\frac{40}{-40,31}$	0	0	1,080

Полученные результаты показали, что при соотношении $EI/EA < 0,005$ усилия и деформации в железобетонной ферме можно определять, принимая в качестве ее расчетной схемы шарнирно-стержневую систему.

Список литературы

1 Яровая, А. В. Строительная механика. Статика стержневых систем : учеб. пособие / А. В. Яровая. – Гомель : БелГУТ, 2013.

Получено 10.03.2018

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ НЕЛИНЕЙНОГО РАСЧЕТА ФУНДАМЕНТНОЙ БАЛКИ С ТРЕЩИНАМИ НА ОСНОВАНИИ ВИНКЛЕРА

С. В. КУМАШОВ

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *О. В. КОЗУНОВА*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

При проектировании фундаментов, как правило, предполагается, что они будут работать с трещинами. В этом случае необходимо учитывать нелинейные свойства железобетона через переменную кривизну элемента балки.

До образования трещин железобетонные конструкции могут быть рассчитаны как линейно-упругие. Авторами монографии [1] предлагается метод расчета через приведение железобетонного элемента с трещинами эквивалентному ему по жесткости сплошному элементу.

Нелинейный расчет фундаментной балки с трещинами предполагается выполнять как для нелинейно-упругой балки, свободно опирающейся на линейно-упругое однородное основание. Граничные условия задачи: прогибы балки равны осадкам основания, трением на контакте упругих тел пренебрегаем, справедливы статические условия на границе балки [2].

Дифференциальное уравнение изгиба балки записывается в виде:

$$B \frac{d^4 w}{dx^4} + 2 \frac{dB}{dx} \cdot \frac{d^3 w}{dx^3} + \frac{d^2 B}{dx^2} \cdot \frac{d^2 w}{dx^2} = q - p, \quad (1)$$

Дифференциальное уравнение является нелинейным, так как входящая в него жесткость B является функцией не только координаты x , но и неявной функцией кривизны.

Предположим, что жесткость фундаментной балки переменна и определяется через зависимость «момент – кривизна»

$$B = B_0 - B_1 \left(\frac{d^2 w}{dx^2} \right)^2, \quad (2)$$

где B_0 – начальная жесткость балки, Н·м²; B_1 – эмпирический коэффициент при переменной кривизне, Н·м⁴.

Подставим (1) в (2) с учетом обобщения задачи нелинейного расчета по контактному взаимодействию балки с трещинами с упругим основанием и получим

$$B_0 \frac{d^4 w}{dx^4} + 3B_1 \frac{d^2 w}{dx^2} \left[2 \left(\frac{d^3 w}{dx^3} \right)^2 + \frac{d^2 w}{dx^2} \cdot \frac{d^4 w}{dx^4} \right] = C_{base} - P_{eq}(L_p)w, \quad (3)$$

где C_{base} – коэффициент постели, зависит от модели упругого основания, вида грунта, размера штампа, Н; P_{eq} – эквивалент распределенной нагрузки, Н/м; L_p – зависимость изменения нагрузки.

Так, для основания Винклера и равномерно распределенной нагрузки в нелинейный расчет (3) принимается: $C_{base} = 100$ Нм, $P_{eq} = 500$ кН/м, $L_p = 1$.

Результаты расчета подтверждают, что фундаментная балка в данных условиях работает как штамп, т. е. не изгибается, что будет уточнено для другого контактного взаимодействия, приближенного к реальным условиям.

Список литературы

1 **Соломин, В. И.** Методы расчета и оптимальное проектирование железобетонных фундаментных конструкций / В. И. Соломин, С. Б. Шматков. – М. : Стройиздат, 1986. – 206 с.

2 **Козунова, О. В.** Постановка задачи и алгоритм нелинейного расчета балки с трещинами, как эквивалентного элемента / О. В. Козунова, А. А. Васильев, С. В. Кумашов // Механика. Исследования и инновации. Вып. 10. – Гомель : БелГУТ, 2017. – С. 94–99.

Получено 10.03.2018

УДК 625.8

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАБОТУ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОДОРОГ

И. В. МОРОЗОВ

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор *С. Д. СЕМЕНИУК*
ГУВПО «Белорусско-Российский университет», г. Могилев

В процессе эксплуатации автомобильная дорога регулярно подвергается воздействию многократно повторяющихся нагрузок от проезжающего транспорта, а также влиянию погодно-климатических факторов (отрицательная температура, снег, дождь) и грунтово-гидрологических факторов, что со временем приводит к возникновению в слоях дорожной одежды и основании различных напряжений и деформаций.

Основание влияет на конечные эксплуатационные характеристики дорожного покрытия, такие, как гладкость, прочность и период безотказной эксплуатации. Поэтому, в данной работе будет кратко рассмотрен процесс, при котором ослабление основания дорожной одежды приводит к разрушению целого участка покрытия.

В зарубежной литературе рекомендуется избегать применения «сырых» материалов, в частности, простого щебня, который заменяют легкими бетонами для достижения большей гладкости и долговечности [1]. Это связано с тем, что покрытие с малейшими перепадами высоты работает в условиях повышенных нагрузений. Работу покрытия при этом можно показать следующим образом: под колесом образуется участок, в пределах которого покрытие подвергается воздействию касательных и нормальных напряжений. Как следствие, монолитная плита с глубокой трещиной начинает разрушаться так же, как сборные плиты в местах их стыковки. Как итог, происходит образование и дальнейшее расширение трещины, которая, при достаточной глубине, способствует попаданию влаги и нарушению работы в основании. При этом, число трещин начинает расти по зависимости, на некоторых участках похожей на экспоненциальную [2].

Таким образом, выбор материала основания, наряду с гладкостью и прочностью самого покрытия, оказывает решающее влияние на дальнейшую работу дорожной одежды (рисунок 1).

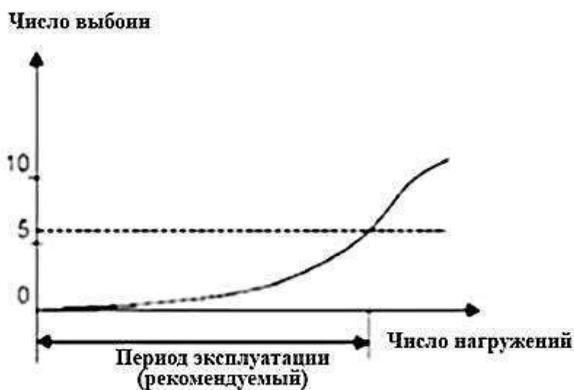


Рисунок 1 – Зависимость числа выбоин от количества циклов нагружения

Список литературы

1 **Tayabji, S. D.** Preliminary Evaluation of LTPP Continuously Reinforced Concrete (CRC) Pavement Test Sections / S. D. Tayabji, O. Selezneva, Y. J. Jiang // Report FHWA-RD-99-086, FHWA. – Washington: D.C., 1999.

2 American Association of State Highway and Transportation Officials : Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide ; Interim Edition: A Manual of Practice / AASHTO. – Washington : D.C., 2008.

Получено 10.03.2018

УДК 681.112:621.086.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНОГО ПРОЦЕССА ДЕФОРМИРОВАНИЯ СПИРАЛЬНОЙ ЗАВОДНОЙ ПРУЖИНЫ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Н. О. САФРОНОВ

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор *С. С. ГАВРЮШИН*
Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана,
Российская Федерация

В прошлом активно использовались пружинные двигатели, обладающие достаточно пологой упругой характеристикой, в которых было важно обеспечить постоянство передаваемого пружиной момента. Однако существующие методики [1], [2] расчета подобных пружин имеют существенные ограничения и не позволяют рассчитывать ряд задач, возникших в последнее время. Речь идет о задачах синтеза спиральных пружин с заданной упругой характеристикой, расчетах, связанных с установкой спиральной пружины в барабан.

Предложена методика численного анализа полного цикла работы спиральной заводной пружины [3], включающего: установку пружины в барабан (рисунок 1, а, б, в), приведение пружины в полностью спущенное состояние (рисунок 1, г), приведение в тугое взведенное состояние (рисунок 1, д, е). Синтезирована заданная рабочая характеристика пружины (рисунок 2).

Нелинейный процесс деформации спиральной пружины моделировался методом конечных элементов (МКЭ) в программном комплексе ANSYS.

Для решения проблемы определения места самоконтакта витков пружины авторами был разработан специальный алгоритм формирования контактных пар, позволяющего не проводить дополнительных расчетов для определения места возможного контакта.

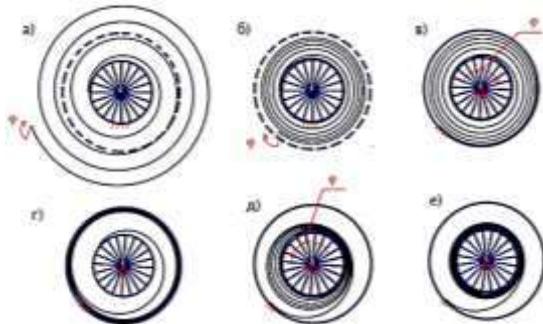


Рисунок 1 – Полный цикл работы спиральной пружины

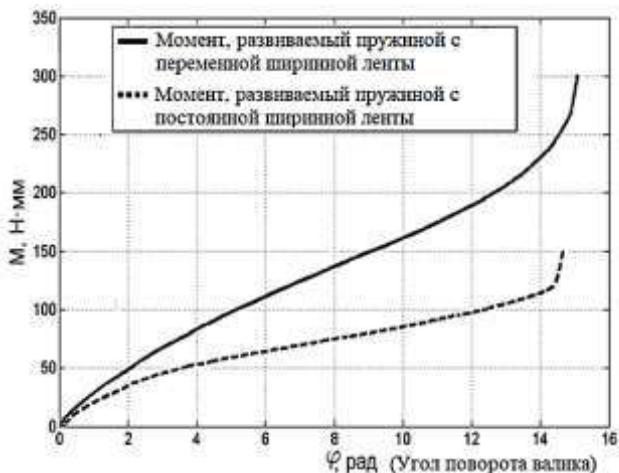


Рисунок 2 – График упругой характеристики спиральной пружины

Список литературы

- 1 Андреева, Л. Е. Упругие элементы приборов : учеб. пособие / Л. Е. Андреева. – М. : Машиностроение, 1982. – 456 с.
- 2 Анурьев, В. А. Справочник конструктора-машиностроителя / В. А. Анурьев. – М. : Машиностроение, 2011. – 913 с.
- 3 Гаврюшин, С. С. Моделирование полного цикла работы спиральной заводной пружины методом конечных элементов в программном комплексе ANSYS / С. С. Гаврюшин, Н. О. Сафронов // Механика и математическое моделирование в технике : сб. науч. тр. – М., 2017. – С. 215–219.

Получено 10.03.2018

УДК 624.072

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ ПРИ РЕШЕНИИ КРАЕВОЙ ЗАДАЧИ НЕЛИНЕЙНОЙ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

К. А. СИРОШ

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *О. В. КОЗУНОВА*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Введение. Рассматривается закладная деталь опорного узла консоли железобетонной колонны в условиях плоского напряженного состояния

с учетом физической нелинейности материала. Расчет данного элемента строительной конструкции в нелинейной постановке ведется вариационно-разностным методом [1].

В рассматриваемой краевой задаче нелинейной теории упругости исследуется принцип Сен-Венана [2], как один из базовых принципов в граничных условиях задачи теории упругости на сосредоточенную силу. Из практики строительства известно, что элементы опорных узлов, как правило, рассчитываются именно на сосредоточенную нагрузку, которая в реальности передается через площадь контакта взаимодействия элементов (сварка, клей и др.).

Постановка задачи. Закладная деталь опорного узла моделируется металлической пластинкой размерами $l \times h$ с упругими параметрами E_0 , μ_0 под действием сосредоточенных сил R в условии плоского напряженного состояния в нелинейно-упругой деформации.

Задача нелинейной теории упругости сначала решается в линейной постановке (первом приближении) относительно перемещений i -х узловых точек упругой пластины. Затем в центре каждой ячейки вычисляются напряжения, касательный или секущий модуль деформации, и задача решается во втором и последующих приближениях. Итерационный процесс заканчивается, как только разница между последующим и предыдущим приближением исследуемой функции будет соответствовать требуемой точности решения задачи.

В результате анализа эпюр напряжений от растяжения σ_x (вблизи середины пластинки) замечено существенное увеличение расхождения в значениях напряжений: линейный расчет – 15,4 %, нелинейный расчет (вторая, третья итерации) – 26,44 %, почти в два раза.

Закономерные эпюры σ_x у края пластинки с большими значениями напряжений в точке приложения сосредоточенной силы (линейный расчет – 194,75 МПа; нелинейный расчет, третья итерация – 196,14 МПа), что полностью соответствует принципу Сен-Венана в части наличия для второй системы сил нулевой равнодействующей этих сил.

Заключение. Результаты подтверждают, что при нелинейном расчете принцип Сен-Венана соблюдается, причем более выражено, чем в линейных расчетах. Хотелось бы отметить, что принцип Сен-Венана был предложен автором для линейно-деформируемых систем [3]. Наличие различий в параметрах напряженно-деформированного состояния в середине пластины и на краю свидетельствует о правильной формулировке граничных условий, и их учет приводит к корректному результату решения задачи.

Список литературы

1 **Барашков, В. Н.** Алгоритм реализации задач теории упругости и пластичности вариационно-разностным методом. Ч. 1 / В. Н. Барашков // Известия Томского политехнического университета. – Томск, 2003. – № 3, Т. 306. – С. 23–28.

2 **Сен-Венан, Б.** Мемуар о кручении призм. Мемуар об изгибе призм / Б. Сен-Венан. – М. : ФМ, – 1961. – 519 с.

3 **Джанилидзе, Г. Ю.** Принцип Сен-Венана и его использование в теории пластин и оболочек. Расчет пространственных конструкций / Г. Ю. Джанилидзе. – М. : Машиностроение, 1950. – С. 329–342.

Получено 10.03.2018

УДК 539.3

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА ТРЕУГОЛЬНЫХ ШАРНИРНО-ОПЕРТЫХ ПЛАСТИНОК НА ДЕЙСТВИЕ СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

П. Д. СКАЧЕК

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор *С. В. БОСАКОВ*
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

Рассматривается треугольная пластинка с шарнирно-опертыми гранями (рисунок 1). Для расчета используется техническая теория изгиба пластин [1].

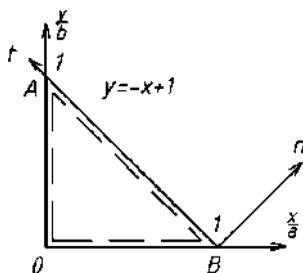


Рисунок 1 – Геометрическая схема пластины

Расчет производится тремя методами: вариационный метод Ритца; метод конечных элементов; решение Навье.

При выполнении расчета первым методом функция прогибов $W(x,y)$ ищется в виде [2]

$$W(x, y) = \sum_{m=1}^{\infty} A_m \left[\sin\left(\frac{m\pi x}{a}\right) \sin\left(\frac{(m+1)\pi y}{b}\right) + \sin\left(\frac{(m+1)\pi x}{a}\right) \sin\left(\frac{m\pi y}{b}\right) \right], \quad (1)$$

где a, b – катеты пластинки, A_m – неизвестные коэффициенты.

Особенность этого метода – получение замкнутого решения в форме быстро сходящегося ряда при определении коэффициентов A_m из-за ортогональности координатных функций (1) в треугольной области [2].

При решении вторым методом выполнялось моделирование пластинки в соответствующем программном комплексе.

Для использования решения Навье [1, 2] в расчете приведенной пластины необходимо одновременное выполнение нескольких условий: треугольник АОВ – равнобедренный, прикладываемая нагрузка должна быть антисимметричной относительно гипотенузы АВ. При этом функция прогибов берется как для прямоугольной плиты [3].

Результатом является составление сравнительной таблицы (таблица 1) расчета пластинки со следующими параметрами: $a = 2$ м, $b = 2$ м, $E = 31 \times 10^6$ кПа, $\mu = 0,2$, толщина плиты $\delta = 80$ мм, равномерно распределенная по площади пластины нагрузка $q = 6$ кН/м².

Таблица 1 – Сравнительная таблица результатов расчета

Параметр	Метод Ритца	МКЭ	Решение Навье	Погрешность МКЭ, %	Погрешность решения Навье, %
Прогиб 10^{-6} , м	39,9	46	39,2	15,29	1,75
Изгиб. моменты M_x, M_y , кН	0,445	0,459	0,406	3,15	8,76
Крутящий момент M_{xy} , кН	0,236	0,358	0,264	51,69	11,86
Поперечные силы Q_x, Q_y , кН/м	1,85	2,36	1,52	27,57	17,84

Список литературы

- 1 Александров, А. В. Основы теории упругости и пластичности / А. В. Александров, В. Д. Потапов. – М. : Высш. шк., 1990. – 400 с.
- 2 Hrivnak, J. Two-dimensional symmetric and antisymmetric generalizations of sine functions / J. Hrivnak, L. Motlochova, J. Patera // J. of Math. Phys. – No. 51. – 2010. – P. 1–13.
- 3 Кончковский, З. Плиты. Статические расчеты : пер. с польск. / З. Кончковский. – М. : Стройиздат, 1984. – 480 с.

УДК 624.012.45/46:004.422.8

КОНСТРУИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ИЗ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ AUTODESK REVIT

К. С. СТРАХАНОВИЧ, А. Е. ДАВИДОВИЧ

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Е. Г. КАЛАШНИК*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Программный комплекс Autodesk Revit содержит в себе множество полезных функций, существенно облегчающих работу по созданию зданий и сооружений из бетона и железобетона, позволяя воплотить различные архитектурные решения и рассчитать требуемое количество материалов.

Конструирование в Autodesk Revit дает возможность подбирать конструкцию стен из бетона и железобетона, проектировать армирование бетонных конструкций (рисунок 1), а также создавать нетиповые конструкции, используя семейства изоляционных и отделочных материалов [1].

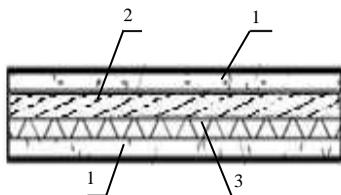
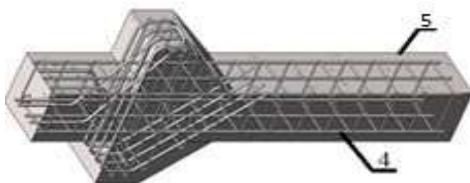


Рисунок 1 – Разрез стены из железобетона:

- 1 – гипсокартон, 2 – железобетон,
- 3 – изоляция;
- 4 – армирующие стержни;
- 5 – бетон



Важной функцией Revit являются спецификации, которые можно создавать на любые конструктивные элементы проекта. Для железобетонных конструкций может производиться подсчет объемов бетона и создание ведомостей арматурных и закладных изделий как на отдельные элементы конструкций, так и на весь проектируемый комплекс (рисунок 2) [2].

Спецификация арматурных и закладных изделий									
Поз.	Обозначение	Наименование				Коп., шт	Масса од., кг	Примечание	
		A	B	C	D				E
1	ГОСТ 5781-82			d12 A-II	LoBц		36.6	0.888	м.п.
2	ГОСТ 5781-82			d10 A-II	LoBц		210.8	0.617	м.п.
3	ГОСТ 5781-82			d10 A-II	L= 1274		12	0.786	
4	ГОСТ 5781-82			d10 A-II	LoBц		198.4	0.617	м.п.
5	ГОСТ 5781-82			d10 A-II	LoBц		249.8	0.617	м.п.
6	ГОСТ 5781-82			d8 A-I	L= 261		63	0.058	
7	ГОСТ 5781-82			d12 A-II	L= 957		37	0.850	
8	ГОСТ 5781-82			d10 A-II	L= 1807		12	0.621	
9	ГОСТ 5781-82			d8 A-I	L= 773		7	0.172	

Рисунок 2 – Скриншот спецификации арматурных и закладных изделий

Благодаря совмещению функций проектирования и конструирования программный комплекс Autodesk Revit позволяет координировать действия различных специалистов работающих над проектом. Это позволяет в значительной мере сократить срок проектирования на всех его этапах, максимально сократить количество ошибок и необходимость пересчета, обеспечивает слаженную и быструю работу команды специалистов разных профилей.

Список литературы

- 1 Архитект дизайн [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.architect-design.ru>. – Дата доступа : 21.02.2018.
- 2 Архитект дизайн [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://forums.autodesk.com>. – Дата доступа : 21.02.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 539.4.015.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ БЕТОНА КАК НЕОДНОРОДНОГО МАТЕРИАЛА

А. Ю. ШУБЕРТ

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор *А. О. ШИМАНОВСКИЙ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В результате экспериментальных исследований [1] установлено, что структура бетона представляет собой заполнитель с транзитной зоной, вокруг которого размещена однородная растворная матрица, как показано на рисунке 1.

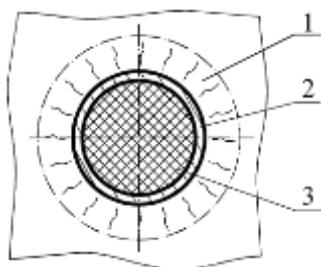


Рисунок 1 – Схема контактной зоны между элементом заполнителя и растворной матрицей:

1 – разрыхленный слой матрицы;
2 – граничный слой; 3 – заполнитель

растворной матрице. На верхнюю поверхность куба действовала сжимающая распределенная нагрузка, для остальных граней запрещались перемещения по нормали. В результате расчетов, при которых считалось, что наполнитель и матрица являются упругими материалами, получены картины распределения напряжений. Например, касательные напряжения на поверхности зерна заполнителя (рисунок 2) оказались близки результатам, полученным ранее в работе [2]. Таким образом, разработанная конечно-элементная модель позволяет оценить прочность материала, обусловленную его неоднородностью.

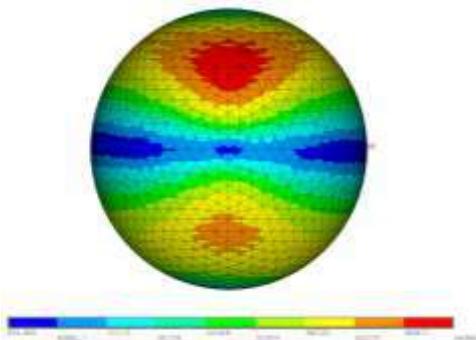


Рисунок 2 – Касательные напряжения на поверхности заполнителя, Па

Список литературы

1 **Bernard, O.** Multiscale micromechanics-hydration model for the early-age elastic properties of cement-based materials / O. Bernard, F. J. Ulm, E. A. Lemarchand // *Cement and Concrete Research*. – 2003. – Vol. 33. – No. 8. – P. 1293–1309.

2 Компьютерное моделирование взаимодействия матрицы композита с зернами заполнителя / А. О. Шимановский [и др.] // *Актуальные вопросы машиноведения*. – 2012. – Т. 1. – С. 421–423.

Получено 10.03.2018

Секция 7
АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ
БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

УДК 27. 01/.05 721

**АСПЕКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АРХИТЕКТУРНОГО
ОБЪЕКТА СО СРЕДОЙ ИСТОРИЧЕСКОГО ГОРОДА**

А. А. БАГАЕВА, К. А. ЦАРЕВА, К. А. АНДРЕЕВА
Научные руководители: канд. техн. наук, профессор *Л. В. ЗАКРЕВСКАЯ*,
канд. физ. наук, доцент *Е. Е. БИРЮКОВА*
Владимирский государственный университет
имени А. Г. и Н. Г. Столетовых (ВлГУ), Российская Федерация

Актуальность выбранной темы исследования обусловлена влиянием выразительных аспектов архитектурного объекта на окружающую городскую среду [1]. В рамках настоящей работы рассмотрена проблема взаимосвязей исторического архитектурного объекта со средой исторического города.

В данном исследовании подробно рассмотрено важнейшее качество городской среды – взаимосвязь составляющих ее элементов [2]. Соответственно, эта взаимосвязь может взаимодействовать со средой в том случае, если есть элементы, которые объединяют всё в единое целое. Такими объединяющими элементами могут быть малые архитектурные формы.

Малые архитектурные формы должны отвечать высоким требованиям норм современного архитектурного проектирования и художественного оформления, а также выполняться из материалов, имеющих высокие эксплуатационные свойства, таких как железобетон [3].

Исходя из всего вышеизложенного, помочь в решении проблем взаимосвязей может инновационный строительный материал. Таким материалом является хризотилмагнезит, разработанный и предложенный кафедрой «Строительное производство» Владимирского государственного университета (рисунк 1).



Рисунок 1 – Хризотилмагнезит

С помощью него можно создавать необычные пластичные литые формы, которые станут незаменимым украшением любой городской среды (рисунок 2).



Рисунок 2 – Изделия из хризотилмагнезита

Список литературы

1 **Алексеев, Ю. В.** Градостроительное планирование достопримечательных мест Т. 1 / Ю. В. Алексеев, Г. Ю. Сомов, Э. А. Шевченко. – М. : АСВ, 2012. – 224 с.

2 Дизайн как способ сохранения среды малого исторического города [Электронный ресурс] // Электронный научно-практический журнал «Современные научные исследования и инновации». – Режим доступа : <http://web.snauka.ru/issues/2015/03/50782>. – Дата доступа : 06.03.2018.

3 Роль городского дизайна и малых архитектурных форм в развитии туристической индустрии // Stud.Wiki [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://stud.wiki/construction/>. – Дата доступа : 06.03.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 666.185.41

СУПЕРГРАФИКА – КАК НЕЙРОЭСТЕТИЧЕСКИЙ ФАКТОР ГОРОДСКОГО ДИЗАЙНА

А. П. БОНДАРЕНКО

Научный консультант – ст. преп. *А. А. КАРАМЫШЕВ*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Термин "суперграфика" в 70-х годах XX века ввел американский архитектор Чарльз Мур. Основной признак суперграфики – активность взаимодействия с формой, обусловленная самостоятельностью цветографики относительно объемно-пространственной формы. Суперграфика во многом способствует обновлению старой застройки, небогатой на цвет и изысканность

форм. Это становится все более актуальным, когда эстетические виды целых жилых районов уходят далеко не на первый план. А ведь есть примеры оформления фасадов домов, которые заслуживают уважения своим внешним видом и его влиянием на окружающий мир, в частности на людей, что является первостепенным в вопросах отделки и внешнего оформления зданий.

О том, насколько важно иметь эстетически и психологически правильно оформленные здания, говорят статистика опросов граждан и исследования в области психологии и нейроэстетики. Влияние картинки, которую видит перед собой рядовой человек, будь то художественная картина или фасад здания, было замечено еще в далекие времена и подтверждается современными науками.

Несмотря на то, что цвет может воздействовать на человека по-разному (в зависимости от социальной и национальной принадлежности, а также от собственных ассоциаций), все же он вызывает общие ассоциации, успокаивает или же, наоборот – возбуждает человеческую психику. Определенный оттенок может вызывать изменения в самочувствии, корректировать психологическое состояние человека.

Одним из способов придания зданию индивидуального вида является спрей-арт или граффити. Следует отметить, что в нашем регионе граффити уже имеет неплохую базу для его большего участия в оформлении внешнего вида зданий. Так, например, до 2006 года в Беларуси проводился международный фестиваль граффити (в частности в Минске и в Гомеле), который впоследствии перекочевал в Россию.

Обойдя город, можно встретить множество «холстов» для граффити, от высоких каменных ограждений до пустых монотонных стен зданий.

Вопрос стоит лишь в том, как эффективно использовать знания в области нейроэстетики и суперграфики, удешевить, популяризировать процесс создания индивидуального облика здания или же целого района по всем канонам нейроэстетики и суперграфики.

Отдельное внимание следует уделить рекламе. Это огромная и мощная индустрия, которая все больше и больше попадает на глаза. В районах (на улицах, проспектах, переулках), где как-то выдерживается определенный стиль, идет непрерывная борьба доминирующего стиля и всевозможных рекламных вывесок, надписей и т. д. Это происходит из-за того, что целостность стиля отдельного здания не интересует ни арендаторов, ни съемщиков, которые и выступают основным источником рекламы.

Список литературы

1 **Crick, F.** Consciousness and neuroscience / F. Crick, C. Koch // *Cerebral Cortex*. – 1998. – Vol. 8 (2). – P. 97–107.

2 **Ramachandran, V. S.** Sharpening up «the science of art» / V. S. Ramachandran // *Journal of Consciousness Studies*. – 2001. – Vol. 8 (1). – P. 9–29.

Получено 10.03.2018

УДК 691.328:624.012.4

ПРИМЕНЕНИЕ БЕТОНА В АРХИТЕКТУРЕ И РАЗВИТИЕ ЕГО ТЕХНОЛОГИЙ

П. С. ВАСИЛЬКОВ

Научный консультант – ст. преп. *С. М. ХУРСА*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

На сегодняшний день бетон является наиболее востребованным конструктивным материалом во всех строительных сферах. Данная работа посвящена истории его возникновения, применению и инновационным разработкам. Модернизация бетона подарила миру такой материал, как железобетон, без которого невозможно представить современное строительство.

«Бетон – наилучший из материалов, изобретенных человечеством» – эти слова принадлежат знаменитому итальянскому архитектору П. Л. Нерви [1]. Строительные материалы постоянно окружают нас в повседневной жизни и буквально создают мир вокруг нас: мосты, тоннели, дороги, плотины – все они изготовлены из этого удивительного материала. Применение материала, подобного бетону, всегда диктовалось потребностью иметь прочный и дешевый материал, поэтому он стал использоваться гораздо раньше металлов. Бетон – искусственный каменный строительный материал, смесь известкового раствора с каменистыми веществами, приобретающая за определенное время твердость камня [2].

Государственный комитет по науке и технологиям Республики Беларусь опубликовал данные по ситуации в отрасли производства товарного бетона. Так, по данным ведомства, объем реализованного товарного бетона (раствора, готового для заливки) за период с января по декабрь 2017 года составил чуть меньше 11 миллионов м³ (точнее – 10,661 м³). По сравнению с аналогичным периодом прошлого года рост составил 7 %.

Статистика по регионам такова: в Минском регионе бетона было произведено на 28,8 % больше, чем в прошлом году, в Гомельском – на 26,1 %, в Могилевском – на 8,0 %, Витебском – 7,1 %. Однако в целом по объему произведенного бетона лидирует МинскЖелезобетон, за ним – ГомельЖелезобетон, третью позицию занимает МогилевМонолитБетон.

Еще одна новинка – «прозрачный бетон». Такой материал несет в себе не только конструктивные качества, но и декоративные. Светопроводящие бетонные конструкции представляют собой абсолютно твердый и прочный массив, пронизанный тончайшими стеклянными волокнами. Несмотря на полупрозрачность и кажущуюся легкость, Litracon (Light Trace Concrete)

имеет конструкционные характеристики (водостойкость, прочность, тепло и отличную шумоизоляцию), не уступающие характеристикам обычного бетона. Более того, армирующее действие стекловолокна даже улучшает некоторые показатели.

Железобетон и бетон стали по-настоящему легендарным строительным материалом, благодаря которому возможно возведение уникальных объектов. В наше время разрабатывается множество строительных материалов на основе традиционного бетона. Ученые беспрерывно пытаются усовершенствовать и разнообразить привычные нам материалы. Создаются бетоны с повышенной коррозионной стойкостью, бетоны на стеклогранулах, что повышает плотность материала.

Список литературы

1 Суздальцева, А. Я. Бетон в архитектуре XX в. / А. Я. Суздальцева. – М. : Книга по Требованию, 2012. – 208 с.

2 Костиков, Л. М. История создания железобетона / Л. М. Костиков // Материалы по истории строительной техники. – Вып. 2. – М. : Стройиздат, 1962. – С. 67–119.

Получено 10.03.2018

УДК 693.54

ИССЛЕДОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВЫПОЛНЕНИЯ ЧАШ БАССЕЙНОВ ИЗ БЕТОНА, ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

Р. В. ГАРАЙ

Научный консультант – ст. преп. *О. Н. КОНОВАЛОВА*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Самой распространенной считается бетонная чаша бассейна, именно такая конструкция оптимально выполняет все требования по прочности, нагрузке, герметичности и другим параметрам даже при неблагоприятных условиях.

К достоинствам монолитного железобетона отнесем возможность заливки опалубки любой формы, то есть, можно соорудить бассейн любой желаемой конфигурации, с устройством широкого выбора аксессуаров и аттракционов. Отделка чаши может быть как мозаичная, так и пленочная с разными вариантами фриз, рисунков и оттенков. Отметим, что другие чаши не позволят принять такого решения.

Но всё имеет свои недостатки. В последнее десятилетие приобретают широкое распространение бассейны из композитных материалов.

В первую очередь это обусловлено тем, что строительство бетонных бассейнов имеет большие сроки постройки: может занимать несколько месяцев против 10 дней на установку композитного.

Во-вторых, стоимость композитного бассейна не изменится при установке, тогда как строительство бетонной чаши, в процессе может превысить смету.

И это лишь два из многих факторов, влияющих на постепенную потерю популярности бетонных бассейнов.

Список литературы

1 Чаши бассейнов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://basseinozero.com.ua/kontakty/2-novosti/68-beton-chasha.html>. – Дата доступа : 20.02.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 624.012.45/.46:004.422.8

АРХИТЕКТУРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ИЗ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ AUTODESK REVIT

А. С. ЛОБАНОВА, Ю. А. АВЧИННИКОВА

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *Е. Г. КАЛАШНИК*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Программный комплекс Autodesk Revit реализует принцип информационного моделирования строительных объектов (BIM). В процессе проектирования создается модель, из которой информация может извлекаться в различных видах: планы, фасады, разрезы, узлы, 3D изображения, таблицы, ведомости, спецификации и т. д. [1].

Проектирование зданий из сборного железобетона – это моделирование с использованием заранее созданных элементов (семейств), таких как фундаменты, колонны, балки, плиты и пр. На этапе архитектурного проектирования создается концептуальная модель здания. При этом могут использоваться семейства, не имеющие детальной конструкторской проработки. По мере разработки архитектурного проекта производятся расчетные и конструкторские работы по проектированию отдельных конструкций и узлов здания. Замена архитектурных семейств на детализированные семейства железобетонных конструкций производится после утверждения

архитектурного проекта. Такая методика позволяет существенно ускорить и качественно координировать совместную работу архитекторов и проектировщиков.

В настоящее время многие производители железобетона интенсивно внедряют BIM технологии, разрабатывают детализированные семейства для выпускаемой продукции. Это облегчает и ускоряет процесс проектирования, при применении серийной железобетонной продукции, так как отпадает необходимость создания индивидуальных моделей. Именно возможность применения серийной железобетонной продукции делает использование BIM технологии наиболее перспективным в данной области строительных конструкций.

Имея готовые семейства, проектировщик может управлять детализацией вида конструкций, планировать монтаж и выявлять потенциальные проблемы задолго до непосредственного изготовления конструкций. Благодаря принципу информационного моделирования Autodesk Revit даёт возможность извлекать из 3D модели здания систематизированную информацию о количестве и типе конструктивных элементов, использованных при проектировании, что позволяет автоматизировать процесс составления сметной документации.

Таким образом, проектирование в Autodesk Revit многофункционально и не сводится только к получению 3D макета, позволяя изучить проект с различных сторон, используя виды, разрезы, ведомости, извлеченные из модели (рисунок 1).



Рисунок 1 – 3D вид и разрез модели здания

Список литературы

1 BIM&Architecture [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://severniki.wordpress.com/>. – Дата доступа : 21.02.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 691.32

ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОНА. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В XXI В.

М. Л. МАЛОЙЧИК

Научный консультант – ст. преп. *О. Н. КОНОВАЛОВА*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Появление железобетона напрямую связано с возникновением потребности в строительстве заводов, мостов, фабрик, портов и других сооружений.

Железобетон был открыт в середине XIX в. в Европе и Америке случайным образом, и открытие впоследствии было подкреплено рядом теорий и гипотез, подтверждённых проведёнными опытами [1].

Первые опыты использования железобетона были провальными и зачастую приводили к катастрофическим последствиям (примером служит крушение мостика в Базеле 1900 г.). Большой толчок к использованию железобетона дал также пожар в Балтиморе 1904 г., когда было разрушено более 300 зданий, выполненный по большей части из железных конструкций. С этого момента большинство несущих элементов зданий начали выполняться из железобетона [2].

В 1904 г. в г. Николаеве по проекту инженеров Н. Пятницкого и А. Барышникова был построен первый в мире морской маяк из монолитного железобетона высотой 36 м, со стенами толщиной 10 см вверху и до 20 см внизу. Примерно в то же время были осуществлены безбалочные междуэтажные перекрытия склада молочных продуктов в Москве. Приоритет создания этих конструкций принадлежит русскому инженеру, впоследствии выдающемуся ученому, профессору А. Ф. Лолейту.

В гидротехническом строительстве впервые железобетон был применен при строительстве Волховской ГЭС (1921–1926 гг.), крупнейшей по тому времени. Плотина сооружалась на железобетонных кессонах, транспортируемых к месту установки на плаву. Главное здание станции железобетонное каркасное, с железобетонными аркадами, поддерживающими путь 130-тонного мостового крана.

Всё это способствовало раскрытию возможностей железобетона в строительстве и появлению его в других странах, в том числе и в Беларуси.

Несмотря на то, что в начале 90-х страна и испытывала затруднения в экономике, что не могло не сказаться на жилищном строительстве, однако удобное географическое положение, квалифицированные кадры и хорошо организованная работа предприятий смогли исправить эту проблему.

Накопленный опыт и мощная строительная индустрия являются прочным фундаментом, обеспечивающим дальнейший прогресс железобетонных конструкций в нашей стране. В будущем планируется решить вопрос экономии средств при производстве железобетона с помощью замены материалов на более лёгкие, но такие же прочные, как сталь. Изучение вопроса делает упор на стекловолокне и эпоксидной смоле, при помощи которых экономия в строительстве возможна до 30 %.

Практика показывает, что в XXI веке роль железобетона в строительстве будет только укрепляться, данный материал будет по-прежнему занимать лидирующие позиции на мировом рынке.

Список литературы

1 Суздальцева, А. Я. Бетон в архитектуре XX в. / А. Я. Суздальцева. – М. : Книга по Требованию, 2012. – 208 с.

2 Костиков, Л. М. История создания железобетона / Л. М. Костиков // Материалы по истории строительной техники. – Вып. 2. – М. : Стройиздат, 1962. – С. 67–119.

Получено 10.03.2018

УДК 691.32

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ БЕТОНОВ ДЛЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

С. А. ПИЛИПЕНКО

Научный консультант – ассист. *Ю. И. ШАНДРАК*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В последнее время всё чаще поднимается вопрос об энергоэффективности зданий и материалов, применяемых при их строительстве, что напрямую влияет на эксплуатационные характеристики готового дома. В работе были рассмотрены такие материалы, как керамзитобетон, ячеистый бетон и полистиролбетон. Проанализировав расход бетона на создание 1 м² конструкции с сопротивлением теплопередаче равным 3,2 Вт/м² °С [1], были получены результаты, приведённые на рисунке 1.



Рисунок 1 – Определение наиболее эффективного материала

На основании проведённого анализа установлено, что наиболее эффективным является полистиролбетон.

Список литературы

1 ТКП 45-2.04-43–2006. Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования. – Введ. 01.04.2013. – Минск : М-во архит. и стр-ва, 2001. – 32 с.

Получено 10.03.2018

УДК 692.626

МОНОЛИТНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ЛЕСТНИЦЫ

Н. П. РЯЖЧЕНКО

Научный консультант – ст. преп. *О. Н. КОНОВАЛОВА*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Монолитная лестница – это сочетание бетона и арматуры, которые в паре дают долговечное изделие. Данный вид ступеней – самый практичный, долговечный и надежный вид лестниц. Бетонная конструкция может нести нагрузку до 5 тонн, служить до 150 лет, при этом лестницы из бетона не вибрируют в процессе эксплуатации.

Устанавливаются лестницы в процессе строительства, еще до выполнения внутренней отделки. Комплекс действий включает в себя сборку опалубки, монтаж арматуры и, наконец, заливку бетоном.

Выбор того или иного вида лестницы зависит от таких факторов, как размер здания, величина и высота помещения, его планировка, расположение проема в междуэтажном перекрытии [1].

Железобетонные монолитные лестницы отделяются различными способами.

Конструкция с центральным косоуром (по центру балка, а на ней лежат ступеньки) существенно увеличивает несущую способность лестницы.

Железобетонный каркас для лестницы (косоур) изготавливается индивидуально под каждый проект, исходя из высоты проема, высоты проступи, наличия поворотных площадок, желаемой конфигурации и т. д. Лестница на центральном косоуре имеет ряд существенных преимуществ:

- выдерживает высокие нагрузки;
- срок службы ограничен лишь износом железобетона;
- разнообразие отделки;
- можно воплотить любое дизайнерское решение.

Боковой косоур или смещенный косоур (балка идет по правому или левому краю, а сверху на ней лежат ступеньки) может применяться совместно с

центральный косоуром. Ограничения существуют в связи с шириной марша и необходимостью соблюдения условия жёсткости.

Гладко подшитые (означает, что конструкция лестницы не имеет видимых просветов, низ лестницы гладкий) – это любые лестницы с гладкой поверхностью нижней плоскости марша. Они могут быть в виде винта, прямых маршей с площадками, эллипса, ломаной формы.

Монолитные железобетонные гладко подшитые лестницы устраивают на ранних этапах строительства для безопасной ходьбы строителей между этажами, удобства подъема строительных материалов и инструментов.

Ограждения на гладко подшитые лестницы используются любые, всех видов и вариантов, как традиционные деревянные и металлические, так и конструкции из архитектурного стекла, триплекса, поликарбоната, нержавеющей стали.

Консольные (ступеньки примыкают к одной или двум сторонам к стене, погружаясь словно в саму стену и опираясь на неё) лестницы являются самонесущими, без тетив или косоуров, с отсутствием массивных стоек, направляющих. Конструктивно лестница вписывается не в каждую планировочную структуру здания, а через опорную капитальную стену. Существует ограничение ширины ступеней – 90 см. Однако в интерьер консольные марши вписываются легко благодаря практичности, экономии полезной площади, прочности, креативности.

Список литературы

1 Виды лестниц – лестницы и перила. Проектируем и строим – Галина Алексеевна Серикова [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://rutlib6.com/book/22148/p/4>. – Дата доступа: 25.02.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 72.01./05.721

АРХИТЕКТУРНОЕ ПРОСТРАНСТВО ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕТСКОГО ОТДЫХА КАК НАУЧНАЯ ПРОБЛЕМА

Ю. А. СЫСОЕВА, К. А. ЦАРЕВА, А. Д. ЗАЙЦЕВА

Научные руководители: канд. техн. наук, профессор *Л. В. ЗАКРЕВСКАЯ*
канд. физ. наук, доцент *Е. Е. БИРЮКОВА*

*Владимирский государственный университет
имени А. Г. и Н. Г. Столетовых (ВлГУ), Российская Федерация*

В настоящее время люди мало уделяют внимания детским площадкам. В итоге новое подрастающее поколение живет в искусственно созданных

условиях и не видит всей красоты окружающего мира. Чтобы дети безопасно и познавательно проводили время, необходимо соединить ландшафтный дизайн [1] и детское игровое пространство. Как это сделать? Какую пользу детям приносит данное общение с природой на детской площадке [2]? Все это будет подробно рассмотрено.

При создании игровой зоны немаловажным является комплексный подход, в котором концепция площадки создается на основе природы, животного мира и детской фантазии. Формы создаются из разнообразных комбинаций искусственных и природных материалов с учетом безопасности детей. При формировании данной среды необходимо также учитывать с помощью чего [3] дети изучают окружающий мир, и использовать на практике данные знания. Будут рассмотрены реальные примеры таких детских площадок, как детская площадка «Дракоша» [4]. Основная концепция – мир драконов, где форма естественно взаимосвязана с ландшафтом (рисунок 1).



Рисунок 1 – Детская площадка «Дракоша».

Таким образом, именно от архитекторов и строителей зависит, насколько познавательна и безопасна будет детская площадка.

Список литературы

1 Бергунов, А. Л. Архитектурно-ландшафтная организация крупного города. – Л. : Стройиздат 1982. – 135 с.

2 Новосёлова, С. Л. Развивающая предметная среда: Методические рекомендации по проектированию вариативных дизайн-проектов развивающей предметной среды в детских садах и учебно-воспитательных комплексах. – М. : Центр инноваций в педагогике, 2001. – 64 с.

3 Шокурова, Н. Ю. Развитие тактильных ощущений у детей // Инновационные педагогические технологий : материалы III Междунар. науч. конф. – Казань : Бук, 2015. – С. 84–86 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://moluch.ru/conf/ped/archive/183/8776/>. – Дата доступа : 09.03.2018.

4 Сайт «Памфлет» – представляет проекты международных и местных новаторов в области ландшафтной архитектуры [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://lepamphlet.com/2015/12/13/renovation-dun-parc-pour-enfant-asodermalm-quartier-a-stockholm-suede/>. – Дата доступа : 06.03.18.

Получено 10.03.2018

УДК 728

АРХИТЕКТУРА И ПРИРОДНОЕ ОКРУЖЕНИЕ – ТОЧКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Ю. А. СЫСОЕВА, А. Д. ЗАЙЦЕВА, К. А. ЦАРЕВА

Научные руководители: канд. техн. наук, профессор *Л. В. ЗАКРЕВСКАЯ*

канд. физ. наук, доцент *Е. Е. БИРЮКОВА*

Владимирский государственный университет

имени А. Г. и Н. Г. Столетовых (ВлГУ), Российская Федерация

Работа посвящена взаимодействию архитектуры и природного окружения. По мысли Райта [1] архитектура – это проявление любви к красоте, целостности, истине, цели. Архитектор старался показать людям красоту, приобщить к искусству. Она в той или иной степени должна повторять формы природного окружения. Как этого добиться? Можно воспользоваться естественными материалами, а это дерево, камень. Деревянный дом, он настоящий, естественный, как будто живет вместе с природой в отличие от металлических форм. Они выглядят холодными и искусственными. Также есть материалы, окрашенные краской, которые будут выглядеть искусственно и вызывать дисбаланс. Конечным критерием является не просто некая абстрактная чудотворность во взаимодействии искусственных форм с природой, а восприятие это зрителем. Оно закладывается в нас с рождения, благодаря предметам, окружающим нас. Макет человеческого восприятия архитектурной формы является очень гибким и многогранным. Следствием этого является многообразие вариантов. Ведь человек воспринимает форму на эстетическом уровне.

Рассмотрим сооружение с «дерновой крышей» (рисунок 1). Растущая травяная культура, посаженная на кровле, взаимодействует с природным окружением. Благодаря неопрятному виду травы, сооружение выглядит

естественно. Его архитектурный облик гармонирует с природой, но главным остается восприятие зрителем, вследствие чего и видны моменты взаимодействия. Мост (рисунок 2) волнообразной формы. Сооружение опирается на мощные колонны, что выглядит неестественно и грубо. Но за счет архитектурной формы отлично вписывается в природную среду, окруженную холмами и водой.



Рисунок 1 – Дом с «дерновой крышей»



Рисунок 2 – Мост

Исходя из вышесказанного, делаем вывод, что люди смотрят на архитектуру по-разному [2]. Одним она приятна, вызывает восторг, а другим наоборот. Поэтому, какая бы не была естественная, многогранная, гармоничная архитектура, она будет поддаваться обсуждению. Причиной этому являются умственные способности человека, возрастные взгляды на жизнь, воспитание и характер. Как сказано выше, о том, что восприятие закладывается с рождения, отталкиваясь от этого, делаем вывод, что единомышленники, как и противоположности, будут всегда. Как практика показывает, что восприятие человеком информации из окружающего мира всегда находится на пересечении различных отраслей и источников знания.

Список литературы

1 Frank Lloyd Wright : the Complete 1925 „Wendingen” series / by Frank Lloyd Wright [et al.]. – Dover Publications Inc., 1992. – ISBN10:0486272540.

2 **Бычков, В. В.** Эстетика : учеб. / В. В. Бычков. – М. : КНОРУС, 2012. – 528 с.

Получено 10.03.2018

УДК 693.5

**АРХИТЕКТУРНЫЕ ИЗЫСКИ ИЗ БЕТОНА, ПРИМЕНЯЕМЫЕ
ПРИ ДЕКОРИРОВАНИИ ФАСАДОВ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ***А. В. ТЕЙТЕЛЬ*Научный консультант – ст. преп. *О. Н. КОНОВАЛОВА**Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

При выборе материалов для отделки фасадов необходимо учитывать несколько важных факторов: здание должно гармонировать с окружающей средой, выглядеть эстетично и фасадный материал должен стать для дома защитой, оберегая несущие конструкции от негативных воздействий. В отделке и дизайне зданий сегодня активно используются фасадные панели из бетона. Они производятся из цемента, песка, целлюлозных волокон и красителей. Материал имеет интересный внешний вид и приятную шероховатую поверхность. Панели бывают разных форм и расцветок, существуют многочисленные варианты и конфигурации бетонных панелей: под дерево, с покрытием под металл, с узорами и т. д. Такие панели обладают такими техническими характеристиками, как пожаростойкость, прочность, долговечность. К недостаткам можно отнести слабую устойчивость к перепадам температур, большой вес.

Современной разновидностью традиционного бетона является архитектурный бетон. От обычного он отличается тем, что вместо фракционного наполнителя, в его составе присутствует фибра. Фибра в бетоне является армирующим компонентом, позволяющим при малой толщине и весе получать прочные и долговечные фасадные панели [1].

Список литературы

1 **Совалов, И. Г.** Бетонные и железобетонные работы / И. Г. Совалов. – М. : Книга по Требованию, 2012. – 336 с.

Получено 10.03.2018

УДК 693.5

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ОЛИМПИЙСКИХ
ОБЪЕКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА***Д. В. ТУРЧЕНКО*Научный консультант – ст. преп. *О. Н. КОНОВАЛОВА**Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В рамках олимпийского строительства применение бетона и железобетона позволило ввести три пусковых комплекса автодороги Джубга – Сочи, новый

аэропорт, вторую очередь ТЭЦ, первый пусковой комплекс железнодорожного грузового двора и пр. Кроме того, возведены более ста олимпийских объектов; из них одиннадцать спортивных объектов для ледовых соревнований построены в Имеретинской низменности, в так называемом «прибрежном районе», остальные – в Красной поляне – «горной» зоне.

Уникальны не только строительные объемы, но и архитектура и технологические особенности.

Безусловно, поставленные Олимпстроем задачи невозможно было решить без внедрения новых технологий как в строительстве в целом, так и в использовании достижений в области производства железобетонных конструкций.

Кардинально изменился сам подход к технологии возведения монолитно-каркасного строительства. По сути – производственный процесс изготовления железобетонных изделий осуществляется на строительной площадке. Благодаря специальной, как правило, разборной алюминиевой опалубке монтаж стен и перекрытий осуществляется в режиме непрерывной заливки бетона. Конструкции зданий становятся монолитными; геометрические размеры – высокоточными.

Инновации коснулись не только способа заливки бетона, но и самого бетона, как строительного материала. При строительстве олимпийских объектов использовали технологии предварительного напряжения железобетона в процессе строительства. Обжатие бетона значительно повышает в 2–3 раза трещиностойкость. Прогрессивность этого метода: расширяется область применения преднапряженного бетона в сооружениях, в которых пролеты и нагрузки не позволяют использовать стандартный бетон или требуют значительного усиления конструкции. Еще одним преимуществом является экономия строительной стали в среднем на 50 %. Кроме предварительного натяжения арматуры на олимпийских объектах строители использовали поликарбоксилаты. Эти добавки улучшают качество бетона за счет самоуплотняющихся свойств раствора, кроме того, до 40 % и меньше требуется воды для затворения. В группе поликарбоксилатных добавок имеются ускорители или замедлители набора прочности; пользуются также определенной популярностью модификаторы бетона на базе микрокремнезема. Но только этим строительная химия не ограничивается. Широко используются эпоксидные клеи и растворы для приклеивания лент и тканей из углеволокна для усиления конструкций и гидроизоляции швов.

Все запланированные олимпийские объекты построены по так называемой системе «зеленых» стандартов, обязывающей строить без вреда для уникальной экологии. Поэтому практически любое строительство, связанное с вмешательством в природу, будь то вырубка деревьев или изменение рельефа местности, просчитывается на компьютере для оценки и минимизации вреда окружающей среде.

Список литературы

1 **Белявский, Л. А.** Бетонные дороги / Л. А. Белявский. – Л. : Гострансиздат, 2007. – 240 с.

2 **Авренюк, А.** Восстановление бетонных и железобетонных конструкций / А. Авренюк. – М. : Lambert Academic Publishing, 2011. – 184 с.

Получено 10.03.2018

УДК 72.01

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ В СОВРЕМЕННОМ АРХИТЕКТУРНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Е. Г. ХОМЕНКО, В. О. ФАЛЕЦКАЯ

Научный консультант – ст. преп. *А. П. ФЕЩЕНКО*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В прошлом природные формы нередко служили объектом для подражания архитекторов, которые интуитивно заимствовали те или иные черты природных объектов для своих сооружений. Сооружения, спроектированные на основе такого подхода, могут быть построены грамотно и надежно, не только радуя глаз окружающих, но и соответствуя всем необходимым требованиям, предъявляемым к зданиям и сооружениям с точки зрения их прочности, жесткости и устойчивости.

Изумительный пример постройки в форме цветка – это знаменитый Храм Лотоса, который расположен на окраине Нью-Дели в Индии. Завоевавший множество архитектурных наград, он по праву может считаться жемчужиной Индии.

Другой интересный пример – вилла «Casa Folha» на побережье города Ангра-дус-Рейс в Бразилии, спроектированный архитекторами бюро Marcines+Patalano Arquitetura. Математически смоделировать такие формы можно по-разному. Например, путем комбинации нескольких одинаковых элементов аэрогидродинамической поверхности с непрерывным каркасом плоских кривых – ватерлиний в форме обобщенных аньезиан. Это поверхность 6-го порядка с аньезианой, эллипсом, параболой в трех главных координатных сечениях и имеющая одну плоскость симметрии YOZ [1], [2].

Белорусская архитектурная компания Varabyeu Partners разработала проект необычного архитектурного сооружения, которое расположится в центральном парке Дубаи – Zabeel Park. Это будет здание New Moon в виде белого полумесяца – символа мусульманской веры. В здании расположатся обсерватория, конференц-зал, кафе, детская библиотека и стол взаимопомощи. Архитектурное решение New Moon позволяет регулировать уровень освещенности и температуры воздуха на разных его уровнях, защищает ин-

терьер от прямых солнечных лучей и обеспечивает свободную циркуляцию воздушных потоков. Форма этого здания может быть описана аналитической поверхностью под названием «Рожок». Это циклическая поверхность с образующими окружностями переменного радиуса в плоскостях пучка с винтовой линией центров постоянного шага.

Выполняются формы сложной конфигурации из бетона и железобетона. Бетонные монолитные покрытия изготавливают на месте. Меняя компоненты бетонной массы можно получить разнообразную цветовую палитру по заданному рисунку. Одной из разновидностей бетонных монолитных покрытий являются цветные бетонные перегородчатые покрытия, выполненные в технике террацо. В Беларуси успешно внедряется декоративный бетон – материал, позволяющий покрывать поверхность любой формы и конфигурации, имеющий широкую цветовую палитру, обилие рисунков и фактур.

Список литературы

1 **Кривошапко, С. Н.** Энциклопедия аналитических поверхностей / С. Н. Кривошапко, В. Н. Иванов. – М. : Кн. дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 560 с.

2 **Иванов, В. Н.** Архитектурные композиции на основе поверхностей Кунса / В. Н. Иванов // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. – 2007. – № 4. – С. 5–10.

Получено 10.03.2018

УДК 72.01/.05. 721

НОВЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ СОЦИАЛЬНОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

К. А. ЦАРЕВА

Научные руководители: канд. техн. наук, профессор *Л. В. ЗАКРЕВСКАЯ*
канд. физ. наук, доцент *Е. Е. БИРЮКОВА*
Владимирский государственный университет
имени А. Г. и Н. Г. Столетовых (ВлГУ), Российская Федерация

Данная работа посвящена актуальной на сегодняшний день проблеме влияния архитектурной среды на эмоционально-психологическое состояние человека, на его поведение и оценку средств выразительности архитектурной среды в плане ее воздействия на снижение социальной напряженности.

Целью работы является исследование и анализ взаимодействия человека и архитектурной среды, и решение проблем, связанных с формированием комфортной архитектурной среды.

Для отдыха в первую очередь предназначены скверы, парки, дворы, и другие открытые места. Поэтому главной задачей для архитектора является создать такое пространство и обеспечить экологичность городской среды, снизить поступление загрязнений в окружающую среду и достичь равновесия между городами и природой, так как дисбаланс является одной из причин социальной напряженности. А для того, чтобы снизить социальную напряженность, необходимо перейти от неэстетизированного пространства к эстетизированному.

Например, в скверах, парках и дворах нужно предусмотреть занятие для всех. В общественных зонах должны быть предусмотрены отдельные зоны для детских площадок. Взрослые люди тоже не должны скучать. Для этого можно устанавливать столы для настольного тенниса или других настольных игр, спортивные снаряды, обустраивать фонтаны, создавать зоны беспроводного интернета [1]. Также необходимо задумываться и о молодежи. В скверах и парках необходимо предусматривать отдельные зоны для скейтпарков, велопарков, чтобы они не мешали прохожим гулять и наслаждаться отдыхом и тишиной (рисунки 1, 2).



Рисунок 1 – Пример организации общественной зоны



Рисунок 2 – Благоустройство детской игровой площадки

При выполнении малых архитектурных форм в качестве надежного и долговечного строительного материала используют бетон и железобетон.

Таким образом, снижение социальной напряженности при помощи архитектурной среды достигается путем введения малых архитектурных форм, которые нацелены на создание комфортной среды для человека. За счет этого, среда становится выразительной.

Исходя из вышеизложенного, можем сделать вывод о том, что рационально выстроенная городская среда позволяет снизить градус социальной напряженности и решить ряд социально-демографических проблем.

Список литературы

1 Царева, К. А. Разработка жилого дома средней этажности, подземной парковки и благоустройство квартала, ограниченного улицами пр-т Строителей, Тракторная, Гастелло, Горького : курсовой проект.

Получено 10.03.2018

Секция 8
ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ
БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

УДК 691.332:656.072

**БИЗНЕС-ПЛАН ПРОИЗВОДСТВА БЕТОНА:
АНАЛИЗ РЫНКА, СПЕЦИФИКА И ЛОГИСТИКА**

Е. И. АЛАМПИЕВА, Е. И. БОРЗЫХ

Научный консультант – ст. преп. *Е. В. БУГАЕВА*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Бизнес-план производства бетона и бетонных изделий – актуальное направление вложения инвестиций. Современные строительные технологии постоянно повышают долю монолитного строительства и использования сборных железобетонных конструкций, а также растет потребление различных строительных блоков на основе бетона.

Бизнес-план позволяет оценить целесообразность подобной деятельности, а также «за» и «против» производства товарного бетона и бетонных изделий [1].

Анализ рынка. В настоящее время технология строительства почти не обходится без бетонных работ и использования железобетонных изделий. Учитывая данный фактор и общий рост строительного рынка в Беларуси, производство товарного бетона и изделий из него можно назвать перспективным направлением развития бизнеса.

Специфика и логистика. Бизнес-план по производству бетона должен учитывать особенности данного сегмента рынка, а именно:

- бетон зависим от транспорта и его достаточно трудно перевозить;
- так как бетонный раствор невозможно хранить, его производство сильно зависит от активности строительного рынка;
- компания-производитель должна иметь эффективную службу доставки и логистики;
- для перевозки товарного бетона используется специальная техника, без которой осуществлять поставку на объект будет невозможно;
- в целях сокращения зависимости от сезонных работ, необходимо совместить производство бетона и изделий из него;

– необходимо рассмотреть сотрудничество с производителями сопутствующих товаров и услуг.

Конкуренция и ценовая политика. Конкуренция в сегменте товарного бетона своеобразна: продукция различных заводов не имеет существенных различий, так как товар строго регламентирован и стандартизирован.

Спрос зависит от степени доступности завода и соответствия возможностей службы доставки запросам клиента, а также от сложившихся отношений с застройщиками и подрядчиками [1].

Финансово-техническая и юридическая сторона. Производство бетонного раствора включает три основных этапа: хранение и подготовка сырьевых компонентов, дозирование компонентов, смешивание компонентов.

Кроме дозаторов и смесителей, понадобятся такие устройства, как подъемники, погрузчики, силос для цемента, шнек, пульт управления и другая аппаратура, цены на которую достаточно высоки, но достаточно быстро окупаются при правильном экономическом планировании.

Бизнес-план завода по производству товарного бетона или бетонных изделий можно уверенно назвать перспективным направлением развития коммерческой деятельности при условии наличия рынка сбыта в непосредственной близости.

Список литературы

1 Бизнес-план производства бетона [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://masterabetona.ru/stati/128-biznes-plan-proizvodstva-betona>. – Дата доступа: 04.03.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 666.97.002.2

ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ БЕТОННЫХ ЗАВОДОВ РОССИИ

Д. В. БАРАБОЛКИН, А. М. ГАВРИЛОВЕЦ

Научный консультант – ст. преп. *Е. В. БУГАЕВА*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Эволюция использования бетонной смеси в строительстве продвигалась от завоза ее в кузове самосвала до современных бетоносмесителей, которые большими партиями поставляют прямо с завода готовую продукцию. Однако доставка бетона все равно связана с определенными проблемами, в частности, потере времени на ожидание при доставке на удаленные от завода объекты, да еще и возможная порча бетона в связи со сложностями доставки. Но прогресс не стоит на месте и до стройплощадок тоже техника дошла, когда на них появились мобильные (передвижные) бетонные заводы.

Современное интенсивное строительство жилых комплексов и различных производственных и коммерческих зданий требует немалого количества раствора, соответствующего всем необходимым требованиям данного строительства. Бетонный завод предлагает бетон различных марок и высокого качества прямо на строительной площадке, что исключает задержку в дороге, и, как результат, потерю качества раствора. А поскольку установить такой мини-завод можно на любую платформу, то всегда есть возможность добраться в самые труднодоступные места. Ведь его можно установить даже на баржи, не говоря уже о прицепах и железнодорожных платформах [1]. То есть специалисты компании способны обеспечить этим строительным материалом любой уголок территории тогда, когда требуется заказчику, что улучшает качество строительства, ведь рабочие будут работать со свежим бетоном. К тому же данную установку можно легко перемещать с объекта на объект.

Бетонные заводы относятся к категории весьма востребованной на территории России строительной техники. Ежегодно сотни строительных компаний и частных предпринимателей приобретают бетонные заводы производства Златоустовского завода бетоносмесительного оборудования (ЗЗБО), других отечественных и зарубежных производителей, но спрос на них по-прежнему высок. Основная деятельность ЗЗБО: проектирование и производство бетонных заводов летнего и зимнего исполнения с подачей материалов скипом или лентой (установки стационарные или мобильные, производительностью от 15 до 144 м³ бетона в час); производство материалов, комплекующих для бетонных заводов [2].

Инвестиционная привлекательность бетонного завода очевидна: при инвестициях в год эксплуатации (входит цена бетонного завода, перевозка завода до места установки, подготовка фундамента, монтаж завода, пусконаладка, спецодежда, инструмент, обслуживание завода) 3571000 руб. (рос.), чистая прибыль с 1 куба бетона – 595,00 руб., чистая прибыль за смену – 89250,00 руб., чистая прибыль с бетонного завода за год – 22312500 руб., период возврата инвестиций в бетонный завод – 40 смен. При расчетном количестве смен в год – 250. Что свидетельствует о высокой инвестиционной привлекательности бетонного завода.

Список литературы

1 Востребованность мобильных бетонных заводов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://tv-express.ru/vostrebov-mobil-beton-zavodov.dhtm>. – Дата доступа : 10.03.2018.

2 Бетонные заводы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://zzbo.ru/ozavode>. – Дата доступа : 10.03.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 338.45:004.087

ВНЕДРЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА В СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

А. С. ГОРБУЛИНСКАЯ

Научный консультант – ст. преп. *Е. В. БОЙКАЧЕВА*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Документооборот – движение документов в организации с момента их создания или получения до завершения исполнения или отправления; комплекс работ с документами: приём, регистрация, рассылка, контроль исполнения, хранение и др. Понятие системы электронного документооборота (СЭД) – это создание, управление доступом и распространение электронных документов в компьютерных сетях, а также контроль над потоками документов в организации.

Многие руководители задаются вопросом, зачем нужна СЭД им лично. Большинство видит в ней лишь инструмент службы делопроизводства, технологию, не влияющую на административные процессы. Однако она значительно облегчает взаимодействие разных иерархических уровней организационной структуры, позволяя оперативно обмениваться актуальной информацией и принимать решения на ее основе.

Внедрение новых программных решений позволяет систематизировать и полностью автоматизировать документооборот в строительстве, который представляет собой регистрацию входящих и исходящих документов и их дальнейшее хранение.

Необходимо учитывать, что внедрения стандартных программ по документообороту для строительных компаний недостаточно, так как набор действий, связанных с документами строительных предприятий, гораздо шире, нежели в любых других организациях. Безусловно, представители строительных компаний осознают, что для учёта документооборота в строительстве простых программных комплексов недостаточно, но, тем не менее, начиная поиски подходящего программного решения, первое, что им приходит в голову – искать программу по документообороту.

Внедрение системы электронного документооборота целесообразно почти на каждом предприятии, поскольку позволяет существенно повысить исполнительскую дисциплину и существенно сократить сроки обработки документов, снижать затраты что, повышает производительность труда и эффективность управления.

Строительные организации предъявляют к документообороту очень высокие требования. Эта отрасль глубоко регулируется государством и, соот-

ветственно, требует быстрой подготовки, строго регламентированного согласования и утверждения документов. Формы документов часто меняются государством и жестко контролируются.

При этом объемы средств, в том числе инвестиционных, связанных с каждым строительным объектом, очень велики; пропорционально велики и риски при нарушении сроков оформления и согласования документов, их оформления в полном соответствии с требованиями госорганов, с одной стороны, и инвесторов – с другой.

Список литературы

1 Кузьмин, М. Электронный документооборот / М. Кузьмин // Секретарское дело. – № 3. – 2015. – С. 28–34.

2 Оскерко, Т. Внедрение электронного документооборота в строительных организациях / Т. Оскерко // Секретарское дело. – № 7. – 2016. – С. 67–70.

3 Паневчик, В. Уничтожение электронных документов / В. Паневчик // Секретарское дело. – № 2. – 2015. – С. 54–58.

Получено 10.03.2018

УДК 691.32

ПЕРЕРАБОТКА БЕТОНА КАК ОСНОВНОЙ ФАКТОР СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ ПРЕДПРИЯТИЯ

А. Ю. ГРИБ

Научный консультант – ст. преп. С. М. ХУРСА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Изготовление бетонных и железобетонных изделий и конструкций включает следующие технологические этапы: входной контроль качества всех используемых материалов; расчет состава бетонной смеси и его лабораторную проверку; приготовление заданной бетонной смеси; транспортировку ее к месту изготовления конструкции; укладку в форму и уплотнение; твердение бетона; раскрытие формы; отправку готового изделия на строительную площадку или склад готовой продукции.

Бетонную смесь получают на централизованных бетоносмесительных узлах (заводах) в виде пластичного материала, обладающего связанностью и однородностью, или из сухой смеси компонентов.

Приготовление бетонной смеси включает подготовку материалов, их дозирование и перемешивание. Большинство операций по подготовке заполнителей: дробление, удаление загрязняющих примесей, разделение по

фракциям и другие подобные операции осуществляют на предприятиях по производству нерудных материалов [1].

Основным направлением в повышении эффективности работы предприятия является снижение расходов, связанных с утилизацией бетона. В настоящее время основным способом ликвидации бетонных изделий является захоронение на полигонах, что составляет приблизительно 1,5–3 руб. за кубометр и разрушительно воздействует на окружающую среду. Решением является переработка бетона.

По сведениям из иностранных источников энергозатраты при добыче природного щебня в восемь раз выше, чем при получении щебня из бетона, а себестоимость бетона, приготавливаемого на вторичном щебне, снижается на 25 %. Вторичный щебень по качеству не уступает первичному щебню, повторно включается в оборот и может использоваться для насыпки временных дорог, засыпки котлованов и болот, на стройплощадках, а также для устройства оснований под фундаменты и временных площадок для работы тяжелой строительной техники.

Также можно производить рециклинг строительных отходов сразу на месте стройки, что дает возможность экономить, в том числе и на покупке строительных материалов.

Переработанные материалы стоят дешевле новых. После утилизации вторичный щебень для нового строительства уже находится на месте стройки, что также позволяет экономить.

При переработке строительных отходов на мобильной дробильной установке, которая находится на месте образования строительных отходов, мы получаем:

- низкую стоимость утилизации отходов по сравнению с захоронением на полигонах;
- возможность переработки отходов на месте их образования;
- дешевый щебень.

Таким образом, в современном мире основным способом снижения расходов предприятия на ликвидацию отходов является переработка, что значительно снижает его издержки и не вредит состоянию окружающей среды.

Список литературы

1 Киреева, Ю. И. Строительные материалы : учеб.-метод. комплекс для студ. строит. спец. дневной формы обучения. В 2 ч. Ч. 1 / Ю. И. Киреева, О. В. Лазаренко. – Новополоцк : ПГУ, 2004. – 376 с.

Получено 10.03.2018

УДК 338.45

НОВЫЕ РУБЕЖИ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

В. С. ГРИЦКЕВИЧ

Научный консультант – ст. преп. *А. В. КРАВЧЕНКО*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В условиях глобализации трансформация белорусской экономики в принципиально новую, цифровую экономику становится важнейшим вопросом развития. На сегодняшний день требуется сквозная модернизация техники и технологий, широкое внедрение инноваций в области робототехники, электроники и мехатроники, создание в ряде ведущих отраслей полностью автоматизированных производств.

За последнее десятилетие в НАН Беларуси создано более трех десятков новых производств, исследователями ежегодно разрабатывается свыше тысячи новшеств, и тем не менее вопрос о том, чтобы не допустить технологического отставания от мировых лидеров в условиях глобализации, по-прежнему актуален [1].

Сегодня мир вступил в новую эпоху, в которой большая часть знаний создается в высокотехнологичных наукоемких отраслях, и в этих условиях ещё большую значимость приобретают задачи коммерциализации результатов научно-технической деятельности, их внедрения в практику. В этом плане за основу инновационного развития было предложено взять триаду «наука – образование – производство». Однако в современных условиях также очень важно учесть роль бизнеса и использовать данную концептуальную формулу в новом прочтении: «наука – образование – производство – бизнес».

Инновации – это экономический процесс, и если там нет бизнеса, значит, не предусмотрено и развития. Создается совершенно новая конкурентная среда, поэтому, чтобы не оказаться на обочине прогресса, для бизнеса крайне важно подключать инновации. Сегодня страны Евросоюза обмениваются товарами, услугами, рабочей силой. Несмотря на наличие различного промышленного и инновационного потенциала, разных подходов, нам удалось начать двигаться сообща для повышения экономических показателей. Более 140 предприятий в ЕАЭС заинтересованы работать по инновационным технологиям. Страны также запускают общие проекты в «цифре» – отраслевые консорциумы в промышленности, платформы в сфере торговли, единые информационные системы. Фактически это открывает новые возможности развития белорусской экономики.

Вместе с тем ученые акцентировали внимание, что новые технологии несут Беларуси не только выгоды, но и риски. Взять хотя бы строительство и сферу услуг. Перечень приоритетов хорошо известен: информационно-коммуникационные технологии, биотехнологии, сенсоры, зеленые технологии, «Интернет вещей», автономные роботы, аддитивные технологии, облачные вычисления и мобильный Интернет.

Таким образом, мировая экономика переходит к очередному технологическому укладу и стремительно модернизируется. Это ведет к глубоким изменениям на всех рынках и перераспределению участия национальных экономик в сложившейся системе международного разделения труда.

Список литературы

1 **Лыч, Г. М.** Рыночное реформирование экономики Республики Беларусь: проблемы и пути их решения [Электронный ресурс] / Г. М. Лыч. – Режим доступа : <http://ecsoc-man.hse.ru/data/760/693/1219/050.LYTCH.pdf>. – Дата доступа : 05.03.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 624.012.45/46

ПОВЫШЕНИЕ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА ЗА СЧЕТ ЭКОНОМИИ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ

Т. С. ДЕМИДЕНКО, Д. О. СТАРЦЕВА, В. А. ФИЛЬЧЕНКО

Научный консультант – ст. преп. Е. В. БУГАЕВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Производство бетона и железобетона является достаточно трудоемким и ресурсозатратным процессом. Высокая материалоемкость значительно влияет на экономическую эффективность производства. К строительным материалам предъявляются высокие требования, поэтому вопрос производства высококачественных бетонных смесей является в настоящее время весьма актуальным.

Одним из направлений повышения качества изготавливаемого бетона является замена природных песков на искусственные. Огромные количества строительного песка используются ежедневно на больших и малых стройках по всей стране. На намыв каждого нового микрорайона в г. Гомеле уходят миллионы кубометров песка. Спрос на песок для строительных работ постоянно возрастает. Но даже при наличии достаточного количества природного песка, он может не соответствовать требуемому качеству по ряду

причин, таким как нестабильность зернового состава, окатанная форма зерен или недопустимое содержание глинистых и крупных фракций.

Легкий искусственный песок получается путем длительной переработки пористых горных пород – туфа, пемзы, вулканических отложений, и другого легкого исходного материала. Использование данного вида песка позволяет значительно сократить расходы цемента на производство бетона, а, кроме того, улучшает прочность самого бетона вследствие лучшего сцепления зерен с раствором – что является даже лучшим вариантом, чем использование природного песка. Применение данной технологии позволит сократить использование цемента на 15 % [1].

Бетонную смесь, легко поддающуюся дальнейшей обработке, можно получить только при идеально кубической и круглой форме всех фракций заполнителя и их однородном качестве. Это позволяет использовать минимально возможное количество цемента для приготовления бетонной смеси. Мощным средством экономии цемента являются химические добавки – пластификаторы. Отечественная промышленность начала выпускать эффективную добавку – суперпластификатор С-3, который по своему действию не уступает лучшим зарубежным образцам аналогичного класса, а по стоимости в 5–6 раз дешевле. Его применение в технологии изготовления бетонных смесей обеспечивает получение водоредуцирующего эффекта (снижения расхода воды до 25 %); увеличение прочностных характеристик бетона на рядовых материалах на 15 % и более; улучшение в 1,5–1,6 раза сцепления бетона с арматурой, экономию вяжущего на 15–20 % без снижения прочности бетона; замену высокомарочного цемента на цемент с более низкой маркой [2].

В целом применение названных материалов позволит экономить сырьевые ресурсы, снизить затраты на производство бетона, повысить рентабельность его производства, а также повысить качество бетона и железобетона.

Список литературы

1 Искусственный песок: описание и перспективы использования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://tknerud.ru/statii/pesokiskusstvennij>. – Дата доступа : 23.02.2018.

2 Экономия цемента при производстве бетона [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://techno.x51.ru/index.php?mod=text&uitxt=270>. – Дата доступа : 24.02.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 69.003

УПРАВЛЕНИЕ ЗАТРАТАМИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

К. Д. ДОРОШЕВА, О. Д. НАХИМОВА

Научный руководитель – канд. экон. наук, профессор *В. Г. ГИЗАТУЛЛИНА*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Управленческая деятельность – один из важнейших факторов функционирования и развития организаций в условиях рыночной экономики. Эта деятельность необходима для достижения определенного экономического результата, повышения эффективности работы строительной организации и принятия в случае необходимости соответствующих мер.

Основная цель деятельности строительной организации – создание строительной продукции, т. е. удовлетворение спроса членов общества на объекты недвижимости. Измерением успеха является прибыль, величина которой сопряжена с размером затрат на производство.

Без введения системы экономической ответственности в строительных организациях и создания системы управления затратами невозможно повысить эффективность и рентабельность производства, размеры получаемой прибыли.

В системе управления затратами могут быть поставлены цели минимизации затрат, поддержания себестоимости на нормативном уровне, снижения себестоимости и ее составляющих (материальных, трудовых и других затрат).

Учет затрат в строительных компаниях целесообразно вести по экономическим элементам (то есть по составу затрат, их экономическому содержанию – что и в каком объеме затрачено на строительство) и статьям калькуляции – статьям расходов (учет затрат по целевому назначению – куда и на что эти затраты произведены) [1].

Учет затрат по экономическим элементам для всех организаций включает:

- материальные затраты (за вычетом стоимости возвратных отходов);
- затраты на оплату труда;
- отчисления на социальные нужды;
- амортизацию основных средств;
- прочие затраты.

Такая группировка характеризует структуру затрат на производство и используется в общеэкономических расчетах для формирования себестоимости строительных работ. Сведения о затратах по каждому экономическому элементу группируются на соответствующих счетах бухгалтерского учета.

Традиционным для отечественного учета является организация учета затрат и калькулирование полной себестоимости, включающей все затраты, связанные с производством и реализацией продукции, т. е. прямых и косвенных.

В рыночной экономике критерием эффективности организаций инвестиционно-строительной сферы следует считать минимальные затраты, связанные с обеспечением потребительной стоимости строительной продукции (минимальная себестоимость продукции и максимальная степень удовлетворения потребностей). Поэтому на современном этапе развития строительных организаций необходимо выстроить действительно эффективную систему управления затратами для успешного функционирования деятельности и получения прибыли.

Список литературы

1 Асаул, А. Н. Управление затратами в строительстве / А. Н. Асаул, М. К. Старовойтов, Р. А. Фалтинский ; под ред. д.э.н., профессора А. Н. Асаула. – СПб. : ИПЭВ, 2009. – 392 с.

Получено 10.03.2018

УДК 004:38.24

ОБЛАЧНЫЕ СЕРВИСЫ КАК СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ

А. С. ДУБОВЦОВА

Научный консультант – ст. преп. *О. Е. ФРОЛЕНКОВА*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Одним из возможных направлений повышения эффективности управляемости предприятий, занимающихся производством железобетонных изделий, может стать внедрение облачных технологий.

Облачные сервисы – это любые сервисы для решения бизнес-задач, в которых данные и функционал находятся на стороннем сервере, и обслуживаются сторонними специалистами, а для работы требуется только подключение к интернету [1].

Суть положения Cloud Computing заключается в предоставлении конечным пользователям удаленного динамического доступа к услугам, вычислительным ресурсам и приложениям (включая операционные системы и инфраструктуру) через интернет.

Выделяют несколько преимуществ, связанных с использованием облачных технологий: доступность, мобильность, экономичность, арендность, гибкость, высокая технологичность, надежность.

К недостаткам можно отнести следующее:

- если нет связи с интернетом, то нет доступа к сервису;
- нет возможности переработки решения или доработки «под себя».

Практически в каждой сфере бизнеса сегодня делают ставку на облачные технологии, учитывая преимущества, которые они сулят в динамичной и конкурентной среде. Cloud computing помогает создать более гибкие бизнес-модели для удовлетворения растущих потребностей бизнеса, снизить затраты на инфраструктуру. Для территориально распределенных предприятий внедрение облачных технологий – это возможность сократить время на развертывание инфраструктуры в новых филиалах, а также способ обеспечить единый уровень обслуживания для клиентов всех регионов.

При всей практической значимости облачных технологий существует еще и экономическая, которая в своей степени становится на приоритетное место, решая действительно такие важные задачи, как экономия на лицензиях и оплата за трафик облачных услуг другой фирмы, увеличение прибыли за счёт масштабирования информационной системы и уменьшение издержек по различным пунктам. Экономия в облачной модели достигается за счет эффективного использования разделяемого пула вычислительных ресурсов, и даже при развертывании облака на своей территории, предприятию понадобится меньше аппаратных ресурсов, чем сейчас, а надежность такой системы будет выше. Оптимизация возможна и за счет централизованного администрирования – качество управления повышается, исчезает необходимость в обслуживании и администрировании базы данных, содержании сервера базы данных, интернет-сервера, а также в поддержании круглосуточной работы.

Эффект от внедрения облачных технологий будет выражаться в повышении управляемости предприятия, а также в обеспечении более качественного обслуживания клиентов.

Список литературы

1 Комплексные информационные технологии и системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.coints.ru/index.php/clouds/9-services/-cloudservice/16-mirovoj-put-j-vnedreniya-oblacznykh-vychislenij>. – Дата доступа : 21.02.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 657.2

УЧЕТ И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ КОММЕРЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

А. А. ЕВСТИФЕЕВА

Научный консультант – ст. преп. *Л. Г. СИДОРОВА*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В условиях рыночной экономики любой вид деятельности сопряжен с риском, который характерен как на начальных стадиях предпринимательства, так и на последующих стадиях ведения деятельности, поэтому умение выявлять, идентифицировать риски и снижать их негативные последствия является важным аспектом функционирования организаций.

Актуальность управления рисками в современных условиях не вызывает сомнений. Учитывая особенности деятельности строительных организаций, а также темпы изменения внешних факторов воздействия, необходимость организации системы управления рисками в организациях строительной отрасли не вызывает сомнений. В условиях рыночной экономики под риском следует понимать опасность возможных потерь в связи с принятием неправильного решения. Умение выявлять, идентифицировать риски и снижать их негативные последствия является важным аспектом функционирования организаций.

Для того, чтобы предотвратить негативные последствия рисков организации, используют различные способы снижения степени риска: диверсификация; лимитирование; резервирование; страхование и самострахование; хеджирование; планирование и прогнозирование и др.

В настоящее время разработан оптимальный алгоритм управления рисками, включающий следующие этапы: анализ факторов внутренней и внешней среды хозяйствующего субъекта; идентификацию рисков; ранжирование рисков; оценку величины рисков и их негативных последствий; ранжирование рисков в зависимости от вероятности их наступления; отбор наиболее существенных рисков; проверку выбранных рисков; использование метода резервирования; мониторинг данных рисков, поиск альтернативных методов управления рисками и снижения их негативных последствий; расчет величины резервов способом, закрепленным в учетной политике организации; составление соответствующей корреспонденции по признанным резервам; отражение разниц; оценку результатов применения метода резервирования; ежемесячную оценку величины резервов с соответствующими корректирующими записями.

Таким образом, создание инструмента по управлению рисками позволяет отслеживать, идентифицировать и корректно отражать их в системе бухгалтерского учета и отчетности. Применение разработанного алгоритма показало необходимость формирования не только обязательных резервов, но и других резервов, так как при более глубоком анализе у предприятия выявляется большее количество рисков, влияющих на финансово-хозяйственную деятельность организации. Практика деятельности строительных предприятий показывает, что большинство объектов строительства сдается с нарушением сроков, превышением сметной стоимости, что приводит к ослаблению рыночной позиции предприятий. Эффективная система анализа рисков, планирования мероприятий риск-менеджмента, поможет усовершенствовать систему управления.

Список литературы

1 Шевелев, А. Е. Бухгалтерский учет в системе экономической безопасности предприятия / А. Е. Шевелев. – М. : Экономистъ, 2016. – 222 с.

2 Лапуста, М. Г. Риски в предпринимательской деятельности / М. Г. Лапуста, Л. Г. Шаршунова. – М. : ИНФРА-М, 2015. – 225 с.

Получено 10.03.2018

УДК 004:624.012.45/.46

ERP-СИСТЕМЫ В УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

К. А. ЕВСТРАТЧИК

Научный консультант – ст. преп. *Г. В. ФРОЛЕНКОВА*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

ERP-система (Enterprise Resource Planning) представляет собой интеграцию всех подразделений и процессов организации: производственных мощностей, управлений финансового, кадрового и клиентского профиля и многих других. Такое объединение в первую очередь направлено на оптимизацию распределения различных ресурсов внутри предприятия [1], [2].

Назначение ERP-системы на предприятии:

- это решение для коренного преобразования в деятельности компании;
- ввод новой информационной системы управления;
- реализация новой бизнес-стратегии использования современных технологий для усиления позиций бизнес-субъекта на рынке в условиях конкурентной борьбы, ожидание получить значительные преимущества от внедрения.

Особенности работы ERP-системы:

- объединение реализуется внутри информационной системы, образуя единую общедоступную базу данных;
- такой подход даёт возможность проводить мониторинг общей совокупности ресурсов и деловых процессов предприятия в режиме реального времени, а значит, и осуществлять оперативное и стратегическое управление ими.

Главным является набор функций ERP-систем:

- ведение конструкторских и технологических спецификаций, определяющих состав производимых изделий, а также материальные ресурсы и операции, необходимые для его изготовления;
- формирование планов продаж и производства;
- планирование потребностей в материалах и комплектующих, сроков и объемов поставок для выполнения плана производства продукции;
- управление запасами и закупками: ведение договоров, реализация централизованных закупок, обеспечение учета и оптимизации складских и цеховых запасов;
- планирование производственных мощностей;
- оперативное управление финансами, включая составление финансового плана и осуществление контроля его исполнения, финансовый и управленческий учет;
- управление проектами, включая планирование этапов и ресурсов, необходимых для их реализации.

Система ERP-класса является универсальной и содержит в себе широчайший набор специализированных модулей. Поскольку современные предприятия сегодня часто территориально распределены, очень важно, чтобы и отдалённые от главного офиса филиалы были обеспечены полноценным доступом к общему информационному хранилищу данных.

Система управления ERP-класса сегодня – основная движущая сила перспективной бизнес-стратегии. От правильности принятого решения и выполнения шагов последующего внедрения зависит дальнейший успех всего бизнеса в целом.

Список литературы

1 О'Лири, Д. ERP-системы. Современное планирование и управление ресурсами предприятия / Д. О'Лири ; пер. с англ. Ю. И. Водяновой. – М. : ООО «Вершина», 2004. – 272 с.

2 Автоматизация управления предприятием: от консалтинга до внедрения [Электронный ресурс] / Группа компаний Ланит. – М., 2018. – Режим доступа : erp.lanit.ru. – Дата доступа : 11.02.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 69.003.13

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ НА ИХ РЫНОЧНУЮ СТОИМОСТЬ

В. В. ЖИБЕРОВА

Научный консультант – ст. преп. В. И. ЧИРКОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Сегодня одним из наиболее популярных и широко применяемых строительных материалов является железобетон. Широкое распространение железобетона в современном строительстве обусловлено его большими техническими и экономическими преимуществами по сравнению с другими материалами. До 70–80 % массы железобетона составляют местные материалы (песок, щебень и гравий), что делает железобетонные конструкции и изделия дешевле остальных. Сооружения из железобетона огнестойки и долговечны, не требуют специальных защитных мер от разрушающих атмосферных воздействий. Железобетон обладает высокой несущей способностью, хорошо воспринимает статические и динамические (в т. ч. сейсмические) нагрузки. Бетон воспринимает в основном сжимающие усилия, а арматура – растягивающие, бетон также придает жесткость конструкции и защищает арматуру от коррозии.

Качество железобетонных изделий и конструкций играет важную роль в надежности и долговечности конструкций из них. При высокой прочности данный материал достаточно требователен к технологии изготовления и качеству составляющих. Даже небольшие отклонения могут стать причиной негодности бетона или значительной потери эксплуатационных параметров.

На сегодняшний день, на рынке железобетонных изделий представлен большой ассортимент продукции различных производителей, и зачастую их цена оказывается значительно ниже, чем у конкурентов. Важно понимать, что есть определенный уровень стоимости, ниже которого о качестве говорить не приходится.

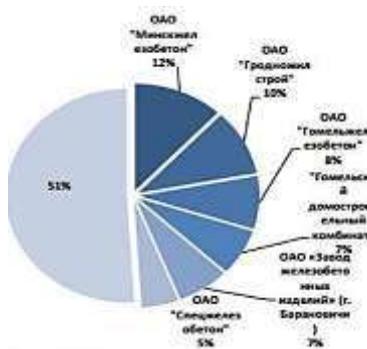


Рисунок 1 – Структура производства железобетонных изделий по производителям

Если заменить одни составляющие на другие, более дешевые, то можно достичь ожидаемой экономии, но вместе с этим критично снизятся и свойства.

В Беларуси ЖБИ производят более 70 предприятий, среди которых имеются как стройтресты, производящие ЖБИ для собственных нужд, так и предприятия, специализирующиеся на производстве ЖБИ. Рынок является достаточно однородным: предприятия обеспечивают продукцией строительную отрасль своих регионов и имеют соответствующие мощности. Крупнейшим производителем ЖБИ является ОАО «Минскжелезобетон» с объемом производства около 220 тыс. м³.

Список литературы

1 Бетон-центр [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://betoncentr2000.ru/articles/kachestvo_zhbi.php. – Дата доступа : 28.02.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 338.24

ВНЕДРЕНИЕ КРЕАТИВНОГО МЕНЕДЖМЕНТА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Т. С. КОВАЛЕВА

Научный консультант – ст. преп. *А. В. КРАВЧЕНКО*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В современном мире уже сложно удивить потребителя новыми продуктами или услугами, разработать новые идеи или внедрить новую концепцию. Сложность изобретения чего-то нового обусловило появление высокого уровня конкуренции. В таких условиях недостаточно выпускать просто хорошую продукцию или оказывать качественные услуги, необходимо стать лидером в своей сфере за счет иных, неординарных концепций, и, как следствие, возникает потребность в постоянном развитии, внедрении новых решений и технологий.

На сегодняшний день руководитель, менеджер и другие работники должны не только четко исполнять поставленные задачи, быть ответственными и организованным, но уметь принимать самостоятельные решения, быть инициативным и творческим.

Применение творческого подхода к управленческой деятельности произошло относительно недавно, но, несмотря на это, процесс его внедрения в деятельность компаний идет достаточно быстрыми темпами. Творчество стало неотъемлемой частью управления и, как результат, появился новый вид

менеджмента, отвечающий за управление творческим процессом – так называемый «креативный менеджмент».

Креативный менеджмент – действенное управление структурами, процессами и ресурсами для достижения заданных целей с внедрением необычных (творческих) подходов [1]. Целью креативного менеджмента является генерация новых идей и поиск новых решений для достижения успеха страны, фирмы и организации в различных областях, не является исключением и строительная отрасль.

Креативный менеджмент отражает специфический аспект управления организацией в условиях непредсказуемости, нестандартных и кризисных ситуаций. Сегодня креативный менеджмент является эффективным инструментом решения трудноразрешимых задач, принятия эффективных нетрадиционных и оригинальных управленческих решений, и управленческих новаций [2].

Креативный менеджмент направлен на разработку и внедрение нововведений в управленческой деятельности в вопросах планирования, организации, мотивации, контроля, коммуникаций и технологий принятия управленческих решений, организационно-управленческих новаций.

Особо актуален вопрос креативного мышления в строительной отрасли, что вызвано необходимостью управлять не только активами, имуществом, персоналом организации, но и идеями, применяемыми в отрасли, например, архитектурные решения сегодня призваны обеспечить не только функциональность, но и эстетическое восприятие объектов. Поэтому стоит активно применять методы креативного управления и мышления, в частности психологической активизации мышления; систематизированного поиска, направленного поиска для поиска наиболее интересных творческих решений.

Список литературы

1 **Ванюрихин, Г. И.** Креативный менеджмент: направления и методы поиска решений / Г. И. Ванюрихин // Научный Вестник МГТУ ГА. – 2006. – № 106. – С. 149–157.

2 Галло Кармин. Правила Джобса: Универсальные принципы успеха от лидера Apple : пер. с англ. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2011. – 224 с.

Получено 10.03.2018

УДК 343.244 (476)

ПРИМЕНЕНИЕ АУТСТАФФИНГА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

О. В. КОВАЛЕВИЧ

Научный консультант – ст. преп. *А. В. КРАВЧЕНКО*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Основа любой организации – это персонал. Персонал является одним из важнейших средств и ресурсов предприятия, т. к. именно человек является основой производства, без которой невозможно организовать выпуск продукции и ее производство, выполнять работы, оказывать услуги. На сегодняшний момент существует сложная экономическая ситуация, которая требует от строительных предприятий повышать эффективность бизнеса и снижать риски, в том числе и связанные с кадрами. Именно этот фактор привел к распространению и развитию современных методов подбора персонала, таких как аутсорсинг, аутстаффинг.

На современном этапе развития рынка труда все больше ужесточается конкуренция. Зачастую компании стремятся снизить издержки самых затратных статей организации – налоговые отчисления и оплата труда персонала. Сохранение штата сотрудников не позволяет организации сокращать издержки, что негативно сказывается и влияет на финансовую стабильность строительной организации и её конкурентоспособность.

Услугами аутстаффинга рационально пользоваться в случае уменьшения количества работников за счет вывода за штат организации обслуживающего персонала и неквалифицированной рабочей силы.

На сегодняшний день все большее распространение на рынке Республики Беларусь получает аутстаффинг и аутсорсинг персонала. Аутсорсинг – это передача некоторых функций предприятия на исполнение сторонним организациям, индивидуальным предпринимателям, специализирующимся в данной области. Аутстаффинг – вывод своих сотрудников за штат, оформление их в штат другой организации, а затем заключение договора с этой организацией на предоставление работников.

Аутстаффинг персонала предполагает, что сотрудники, работая на одном предприятии, числятся в другой организации, которая называется провайдером. То есть фактически работники продолжают выполнять свои трудовые обязанности на предприятии, однако официально они работают в другой организации, которой чаще всего является кадровое агентство. Организация-провайдер берет на себя выплату заработной платы, отчислений на социаль-

ное страхование, выплату «отпускных», больничных и др. Договоры аутстаффинга заключаются, когда предприятие хочет сократить штат сотрудников или не может по каким-либо причинам предоставить места работникам, сократить затраты на оплату труда, налоговые отчисления, а также оптимизировать штатное расписание [1].

Следует отметить, что переход на аутстаффинг экономит время на поиск и обучение персонала для строительной организации. Аутстаффинг персонала помогает сократить расходы организации и увеличить прибыль, снизить риски, оптимизировать налоги и уменьшить объем работы бухгалтерии и службы персонала.

Тормозит развитие аутстаффинга в Республике Беларусь отсутствие законодательства и нежелание руководителей менять сложившуюся практику управления персоналом.

Список литературы

1 Гаенкова, Т. Аутсорсинг и аутстаффинг по-белорусски / Т. Гаенкова // Главный бухгалтер. – 2013. – № 47. – С. 12–13.

Получено 10.03.2018

УДК 330.33

БИЗНЕС-ПРОЦЕСС КАК ЭЛЕМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Н. С. КУЗНЕЦОВА

Научный руководитель – канд. экон. наук, доцент *С. Л. ШАТРОВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Современные экономические условия требуют от руководителя четкого определения стратегии управления предприятием, в которой должно быть четкое представление о том, что изменять, анализировать и улучшать. Процессный подход подразумевает под собой контроль не за технологией в целом, а за результатом работ (подпроцессами).

Любой бизнес-процесс имеет вход, выход, управление и ресурсы: вход – информация, которая используется для получения результата (выхода); управление – правила, которыми руководствуется бизнес-процесс; выход – информация, которая производится бизнес-процессом; ресурсы – персонал предприятия, оборудование, инструмент и т. д. [1].

Достоинством процессного подхода является то, что подчиненный (исполнитель) имеет возможность сам выбирать технологии, необходимые для достижения результата.

Как правило, различают четыре группы бизнес-процесса: основные, обеспечивающие, управления и развития. Такая классификация позволяет в удобном для менеджеров виде представлять деятельность своей компании и эффективно управлять ею.

Основные бизнес-процессы непосредственно ориентированы на производство продукции, предназначенной для внешнего потребителя, от выполнения которых компания получает доход [2].

Центральная роль вспомогательных бизнес-процессов заключается в сопровождении осуществления основной деятельности, их продукция предназначена для потребления основным бизнес-процессом. Для целей создания благоприятных условий развития и выполнения иных бизнес-процессов призваны обеспечивающие бизнес-процессы. Функция управления предприятием заключена в бизнес-процессах управления и развития.

Оценивая эффективность, важно выделять такие категории, как владелец и менеджер процесса, а также их полномочия. Владелец процесса – руководитель, который своим решением может внести абсолютно любое изменение в бизнес-процесс, а менеджер представляет собой сотрудника, заинтересованного в исполнении конкретного процесса и несущего непосредственную ответственность за результат.

При оценке эффективности управления можно использовать следующие показатели: число входов и выходов (чем меньше, тем оптимальнее); число процедур (оптимально от 7 до 11 процедур); число возможных исключений (каждое исключение – угроза бизнес-процесса); число задействованных работников и т. д. [3].

Таким образом, процессный подход к управлению представляет организацию как взаимодействие связанных между собой бизнес-процессов, а не какое-то количество независящих друг от друга функций. Любой из бизнес-процессов рассматривается как последовательность операций, направленных на получение какого-либо результата.

Список литературы

1 **Елиферов, В. Г.** Бизнес-процессы. Регламентация и управление / В. Г. Елиферов, В. В. Репин. – М. : Инфра-М, 2005.

2 **Шатров, С. Л.** Аутсорсинг бизнес-процессов транспортных систем : [монография] / С. Л. Шатров, О. В. Липатова, И. А. Кейзер. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 203 с.

3 **Кольцова, О. В.** Бизнес-процесс как основа процессного подхода в управлении / О. В. Кольцова, В. И. Меньшикова // Вестник Тамбовского ун-та (Серия «Экономика и экономические науки»; вып. 8). – Тамбов, 2008. –

УДК 347.71:004

ЭТП – НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОНОМИКЕ

Ю. И. КУЛИКОВСКАЯ, В. А. МЕДВЕДЕВ

Научный руководитель – канд. экон. наук, профессор *В. Г. ГИЗАТУЛЛИНА*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В век современных технологий большую популярность обрели электронные платежи. Без значительной части таких платежей не смогут функционировать и объекты нашего исследования – торговые площадки строительных материалов.

Электронная торговая площадка (ЭТП) – это программно-аппаратный комплекс организационных, информационных и технических решений, обеспечивающих взаимодействие продавца и покупателя через электронные каналы связи.

ЭТП успешно развиваются и функционируют в сфере строительства. Работая на ЭТП, заказчик или поставщик может успешно решать различные вопросы, возникающие в повседневной деловой практике, потому что данные системы выполняют важные функции, в составе которых можно выделить информационную, рекламную, аналитическую, а также функцию защиты информации.

Преимущества работы на ЭТП для заказчика очевидны, и они состоят в следующем:

- значительная экономия рабочего времени;
- экономия денежных средств на организации и проведении закупок;
- честная конкуренция, которая исключает работу недобросовестных сотрудников со «своими» фирмами-поставщиками;
- участие в торгах возможно из любой точки мира, не выходя из своего офиса;
- доступность для представителей любого бизнеса – цена и условия лота ничем не ограничены.

Преимущества работы на ЭТП для поставщика состоит в том, что каждый руководитель компании, руководитель отдела сбыта или продаж, всегда заинтересован в расширении клиентской базы и увеличении продаж компании. На рекламу тратятся колоссальные денежные средства, работают многочисленные call-центры, но в итоге, чем больше продает компания, тем больше она тратит лишних денег.

Рассмотрим торговую площадку на примере ЭТП «СтройТорги» – это первый в России сервис, имеющий специализацию на организации торгов исключительно в строительной отрасли. Площадка объединяет продавцов и покупателей строительных материалов и изделий, машин и механизмов,

транспортных услуг, строительно-монтажных и проектно-изыскательских работ, сопутствующих товаров.

В Республике Беларусь представителем крупной строительной торговой площадки является ЭТП «Пульс цен» – торговая площадка B2B-продаж. Компания функционирует на рынке уже 25 лет, имеет на своем счету более миллиона поставщиков и до 50 тыс. заказов в день [1].

Ежеминутно на торговых площадках обращаются в купле-продаже и обмене огромные суммы денег.

Таким образом, значимость торговых площадок в будущем будет возрастать, постепенно развиваясь, они станут более удобными и доступными для каждого из нас.

Список литературы

1 Единый регламент системы ЭТП // Электронная торговая площадка B2B-Center [Электронный ресурс] / АО «Центр развития экономики». – Режим доступа : http://www.b2bnergo.ru/help/Единый_Регламент_Системы,свободный. – Дата доступа : 25.02.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 69.003.13

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РЫНОЧНОЙ СТОИМОСТИ КВАРТИР В МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЗДАНИЯХ

В. В. ПЕРХУНОВА

Научный консультант – ст. преп. *В. И. ЧИРКОВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Монолитные дома на сегодняшний день занимают промежуточное положение между кирпичными и панельными как по достоинствам, так и по стоимости.

Увеличение стоимости квартир в монолитных железобетонных домах по сравнению с панельными домами продиктовано несколькими положительными факторами. Одним из них является то, что здание из монолитного железобетона является цельной конструкцией, которая представляет для жильцов несомненный плюс, который сможет защитить от потопа в соседней квартире. Еще одним плюсом является равномерная усадка [1], которая предотвратит появление трещин в квартире и на фасаде здания. Планировку квартир в таких домах может предусмотреть сам заказчик (увеличить жилую площадь, площадь кухни или разделить санузел) и благодаря этому повлиять на рыночную стоимость квартиры.

Факторами снижения стоимости являются высокая звукопроводность вибрирующих шумов в силу сплошности конструкций монолитных вертикальных стен, которая приведет к дополнительным затратам жильцов. Преимущественно до 70–80 % массы железобетона составляют местные материалы (песок, щебень и гравий). По сравнению с квартирами в кирпичных домах, монолит не может так впитывать и отдавать влагу, следовательно, квартиры в таких домах не «дышат».

Исходя из оценки рынка новостроек на сегодняшний день, можно сделать вывод, что в среднем квартиры в монолитных домах на 30 % дороже панельных и на 10 % дешевле кирпичных (рисунок 1).

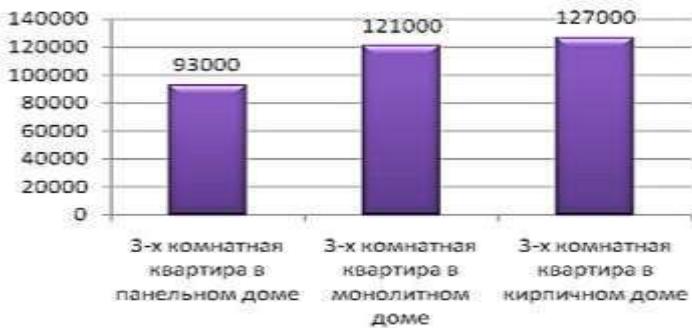


Рисунок 1 – Диаграмма сравнения стоимости трехкомнатных квартир в новостройках

Таким образом, квартиры в монолитных железобетонных домах имеют свои факторы повышения и снижения рыночной стоимости. Стоит отметить, что рынок монолитного жилья в Беларуси развит слабо из-за большой себестоимости строительства, для улучшения которой необходимы дополнительные исследования по устранению недостатков, уменьшение трудозатрат за счет применения опыта зарубежных стран, использования современных технологий, подготовки качественных специалистов в данной области домостроения.

Список литературы

1 Монолитный дом: плюсы и минусы [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://kvartira3.com/monolitnyj-dom-plyusy-minusy/>. – Дата доступа : 15.03.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 338.242.2

РОЛЬ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА В СТРАТЕГИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Ю. И. ПОЛЕВАЯ

Научный консультант – ст. преп. *Т. В. ШОРЕЦ*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время перед строительной отраслью возникает ряд задач, связанных с повышением эффективности работы и финансовой устойчивости предприятий. Главную роль в принятии управленческих решений в данном направлении имеет информация, которую можно использовать в процессе разработки мероприятий для развития строительных организаций [1].

Важную роль при сборе информации для стратегического анализа играет бухгалтерский учет и отчетность, где наиболее точно отображены хозяйственные процессы и их результаты. Анализ бухгалтерских документов выступает как информационная система, которая применяется в процессе принятия управленческого решения.

Сведения, которые содержатся в бухгалтерской отчетности, носят комплексный характер, т. к. обычно в них отражены разные аспекты одних и тех же хозяйственных операций. Они позволяют более детально изучить успехи и недостатки работы, помогая найти пути совершенствования.

В условиях современной экономики большое внимание следует уделять стратегическому управлению затратами строительного предприятия, под которым принято понимать аналитическую систему соотношения бухгалтерской информации со стратегией развития предприятия. Анализ затратообразующих факторов основан не только на бухгалтерских факторах, но также на структурных, которые зависят от вида выполняемых работ, и функциональных факторах, зависящих от хозяйственной деятельности самой организации. Его использование может упростить понимание структуры затрат и найти оптимальные пути их снижения.

При использовании бухгалтерской информации для стратегического анализа, на первом этапе она становится основой для финансового анализа, который включает в себя данные о финансовой базе и помогает сделать выбор между несколькими стратегиями. На первом этапе происходит непосредственное использование форм бухгалтерской отчетности. На следующем этапе происходит детализация стратегии на уровне бизнес-плана и бюджета организации. При этом финансовый анализ – ключевое звено при выборе той аль-

тернативы, которая будет наиболее эффективна при достижении поставленной цели стратегической программы развития строительного предприятия [2].

Следует отметить, что для использования системы бухгалтерского учета, как инструмента стратегического управления, необходимо соблюдать следующие условия:

– определить эффективность системы учета и степень ее воздействия на деятельность предприятия;

– рассмотреть влияние используемых методов бухгалтерского учета на достижения целей организации;

– определить соотношение и соответствие учета стратегии развития предприятия.

Именно соблюдение этих условий принесет от системы бухгалтерского учета максимальную пользу, обеспечив повышение конкурентоспособности строительной организации в условиях неустойчивости внешней среды.

Список литературы

1 О бухгалтерском учёте: Федер. закон от 06.12.2011 № 402-ФЗ (ред. от 04.11.2014) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.consultant.ru>. – Дата доступа : 10.03.2018.

2 **Кондраков, Н. П.** Бухгалтерский учёт : учеб. / Н. П. Кондраков. – М. : Проспект, 2013. – 469 с.

Получено 10.03.2018

УДК 330.46:656.2

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Н. В. ПРЯДКО

Научный консультант – ст. преп. *Т. В. ШОРЕЦ*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Сегодня общество не может эффективно развиваться и функционировать без строительного комплекса. От эффективного развития строительной отрасли зависит реконструкция жилищных фондов, строительство жилья, промышленных предприятий, больниц, школ, торговых центров и т. п. Строительный комплекс дает возможность для роста производства во всех отраслях экономики Республики Беларусь. Переход к рыночным отношениям сопровождается изменениями как в самих строительных системах, так и

в среде их функционирования, что требует разработки нового инструментария управления строительным комплексом.

Создание запасов – это составная часть производственной деятельности, заниматься которой без их достаточного количества невозможно. Запасы должны обеспечить бесперебойное снабжение, и чем они больше, тем надежнее гарантирован ритмичный ход строительных работ. В то же время создание больших, чем это необходимо, запасов имеет существенные недостатки, которые мешают повышению эффективности производства. Объемы запасов непосредственно зависят от характера и масштаба производства, уровня насыщенности рынка материальными ресурсами, соблюдения поставщиками своих обязательств и т. п. От объема запаса зависит уровень затрат на устройство и содержание склада.

Для повышения эффективности процесса регулирования запасами на строительных предприятиях нами предлагается внедрить логистическую систему управления производственными запасами. С целью организации процесса непрерывного обеспечения строительных предприятий материальными ресурсами в необходимом количестве, комплексности, соответствующего качества, в определенное время, к указанному месту и с минимальными затратами. Для реализации этой цели необходимо:

- организовать учет текущего уровня запасов на складах;
- определить величины страховых запасов;
- произвести расчет объемов заказов;
- определить интервалы времени между заказами.

Логистическая система управления запасами – целостная параметрическая совокупность подсистем, которые в полной мере позволят осуществить процесс регулирования запасами на различных уровнях управления [1].

Такая система управления запасами представляет важную комплексную проблему, при реализации которой необходима не только разработка нормативов запасов, но и внедрение совокупности мероприятий, направленных на поддержание размеров запасов в заданных пределах, рациональное использование ресурсов в производственной деятельности строительных предприятий.

Внедрение логистической системы управления запасами позволит оптимизировать использование строительными предприятиями финансовых и материальных ресурсов для реализации своих долгосрочных экономических целей.

Список литературы

1 Формирование логистической системы управления производственными запасами на железнодорожном транспорте Украины // Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru>. – Дата доступа : 10.02.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 711.643.003

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ИЗ МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

И. Ю. РАЕВСКИЙ

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *О. Е. ПАНТЮХОВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В Республике Беларусь успешно развиваются различные направления жилищного строительства, в том числе малоэтажное, активно развернувшееся вблизи крупных городов. Этому способствуют условия, созданные в республике для повышения привлекательности такого вида строительства.

В современном мире при малоэтажном строительстве жилья возникает ряд вопросов. Строительство малоэтажного жилья отличается от многоэтажного большей маневренностью в выборе проектных и конструктивных решений. Однако и в многоэтажном, и в малоэтажном строительстве основное внимание уделяется снижению затрат, повышению энергоэффективности здания и тем самым минимизации эксплуатационных затрат, а также строительству из экологически чистых местных материалов.

Целью данной работы является изучение конструкции малоэтажных жилых домов [1] с применением местных материалов, а также обоснование эффективности использования местных материалов в малоэтажном строительстве и оценка их экономической эффективности [2].

В ходе данной работы была произведена сравнительная оценка стоимости малоэтажного строительства трех одинаковых по площади одноэтажных жилых домов разных конструкций. Полученные результаты показали, что применение местных природных материалов (глина, дерево) в ограждающих конструкциях позволяет снизить затраты на строительство на 20–60 % в зависимости от типа конструкции, а также снизить в дальнейшем эксплуатационные расходы [3].

На основании полученных данных можно сделать вывод, что с применением местных природных материалов в малоэтажном строительстве можно получить недорогое и энергоэффективное жилье по канадским (каркасный дом) [4] и отечественным (применение композитных материалов) [5] технологиям.

Полученные результаты могут быть применены при малоэтажном энергоэффективном строительстве, что позволит существенно минимизировать затраты на строительство и дальнейшую эксплуатацию здания, а следовательно, повысить экономический эффект такого рода строительства.

Список литературы

1 Архитектурные конструкции. Кн. 1. Архитектурные конструкции малоэтажных жилых зданий : учеб. пособие / Ю. А. Дыховичный [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Архитектура-С, 2006. – 248 с.

2 **Титова, С. А.** Анализ энергоэффективности некоторых стеновых конструкций по их теплотехническим характеристикам / С. А. Титова, Н. В. Глушенко // Ресурсосберегающие технологии, материалы и конструкции. – Петрозаводск, 2014. – С. 101–106.

3 ТКП 45-2.04-43–2006* (02250). Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования. – Минск, 2014. – 50 с.

4 **Кесик Теодор Дж.** Деревянные каркасные дома в Канаде. Проектирование и строительство / Теодор Дж. Кесик. – Канада : Канадская ипотечная и жилищная корпорация, 1997. – 262 с.

5 **Доржиев, П. А.** Безобжиговые цементно-глиняные стеновые материалы : дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / П. А. Доржиев. – Улан-Уде, 2004. – 130 с.

Получено 10.03.2018

УДК 330.138.1

ФРИЛАНС: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Ю. В. РАЛКОВА

Научный консультант – ст. преп. *А. В. КРАВЧЕНКО*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

С каждым днем наша жизнь течет все быстрее и быстрее. По большей части это происходит за счет ускорения информационных потоков. Во главе угла теперь стоит интеллектуальный ресурс, который во всем мире изменил социальную структуру общества. Стационарное рабочее место, стационарная работа, почти немобильная рабочая сила. А сегодня можно наблюдать серьезные изменения. Первое глобальное изменение – само понятие рабочего места. Оно становится практически эфемерным. Сейчас можно находясь в любом месте работать на любом предприятии, в том числе и зарубежном. И для огромного количества работников рабочее место за столом уже становится абсолютно ненужным.

Сегодня появились новые формы занятости, позволяющие работать удаленно – заниматься фрилансом. Теперь обеспечить себя достойным заработком можно не выходя из дома.

Фрилансер – это работник, нанимаемый для выполнения определенного вида работ, выполняющий работу без заключения долговременного договора с нанимателем. Фриланс в Беларуси имеет свои особенности. Как правило, фрилансеры нигде официально не зарегистрированы. На этот счет существует множество мнений. Одни считают фриланс незаконной предпринимательской

деятельностью, другие относят фрилансеров к подрядчикам. Регистрируясь как индивидуальный предприниматель, фрилансер сталкивается с проблемой постоянного заключения договоров с заказчиками, оформления бумаг, что значительно усложняет его работу. Но главной проблемой фрилансеров остается трудность в получении оплаты за свою работу и перечислении налогов государству. Фрилансер в Беларуси может работать легально, являясь индивидуальным предпринимателем, но тогда часто получается, что он начинает работать себе в ущерб – регистрироваться просто не выгодно, особенно, если фриланс является не основным заработком, а дополнительным.

Преимущества фриланса и удаленной работы для исполнителя очевидны: появляется возможность совмещать сразу несколько заказов.

Для заказчика фриланс во многих случаях обладает очевидной экономической выгодой: появляется возможность сэкономить на обустройстве рабочих мест и материально-технической базы; оплата труда напрямую зависит от качества и количества выполненной работы; оплачиваются исключительно те услуги специалиста, в которых в наибольшей степени заинтересована компания без трат на полный рабочий день.

В настоящее время Минтруда подготовило проект изменений в Трудовой кодекс. Предлагаются различные изменения, в том числе и узаконить деятельность фрилансеров, путем регламентации дистанционной формы занятости. Интенсивное развитие информационных технологий открывает новые возможности в сфере труда – выполнение работы на дистанции, что особо актуально в строительной отрасли для таких работников, как архитекторы и сметчики.

Список литературы

1 Рыбчинская, А. Как фрилансеру платить налоги и пенсионные взносы / А. Рыбчинская // Комсомольская правда. – 2016. – 25 июня.

Получено 10.03.2018

УДК 65.012.2

РОЛЬ МЕНЕДЖМЕНТА ПЕРСОНАЛА В ИННОВАЦИОННОМ РАЗВИТИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Ю. А. СЕЛЬДЮКОВА

Научный консультант – ст. преп. *Т. В. ШОРЕЦ*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Современный этап развития экономики характеризуется высоким уровнем неопределенности внешней среды, поэтому в этих условиях вопросы обеспечения устойчивости строительных предприятий становятся приоритетными.

Менеджмент представляет собой процесс эффективного управления конкретными субъектами хозяйственной деятельности. В современных условиях менеджмент связан с управлением различными процессами, которые происходят на предприятии.

Современная концепция управления строительным предприятием предполагает выделение из большого числа функциональных сфер управленческой деятельности той, которая связана с управлением кадровой составляющей производства, то есть персоналом предприятия.

Ни одно строительное предприятие не может существовать без персонала. Особенностью человеческих ресурсов строительного предприятия является наличие резервов роста как в количественном, так и в качественном отношении, то есть возможности роста как самого потенциала, так и эффективности использования имеющегося. Для выявления таких резервов необходимо применение новых инструментов, методов и процедур.

Для того чтобы сотрудники могли выполнять свои трудовые обязанности в полном объеме и стремились к достижению успеха, необходим контроль и эффективная система управления. Этим и занимается менеджмент по управлению персоналом. Хороший коллектив – это 40 % успеха предприятия [1].

В условиях обеспечения инновационного развития строительных предприятий особое значение должно придаваться повышению уровня работы с кадрами, постановке этой работы на прочный научный фундамент, использованию накопленного в течение многих лет мирового опыта.

Сегодня отделы по управлению персоналом на строительных предприятиях должны расширять круг обязанностей: помимо традиционных функций, они должны принимать участие в исследовании мотивации и оплаты труда сотрудников, помогать в адаптации персонала и формировании личностных качеств, продвижении по карьерной лестнице, минимизации конфликтов среди коллег.

Результативность системы управления персоналом обуславливается степенью осуществления совместных целей строительной компании.

На мотивацию могут влиять многие факторы: карьерный рост, развитие кадров, оценка деятельности и т. д. Возможность выполнять работником поставленные задачи во многом зависит и от обучения, тренингов, тестирования, которые дает ему руководство, аттестации сотрудника, его морально-психологического состояния [2].

Таким образом, управление персоналом строительного предприятия достаточно сложный процесс, который требует разработки целой концепции управления.

Список литературы

1 Зорина, Э. О. Ключевые показатели эффективности как инструмент управления персоналом / Э. О. Зорина // Управление персоналом. – 2009. – № 8. – С. 49–50.

2 Панова, А. Г. Оценка работы коллектива как инструмент стратегического управления персоналом на предприятиях сферы сервиса / А. Г. Панова // Сервис в России и за рубежом. – 2013. – № 9 (47).

Получено 10.03.2018

УДК 666.97.003

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН – ЭКОНОМИЧЕСКИ СОВРЕМЕННОЕ РЕШЕНИЕ

Е. В. СЕРГЕЕНКО

Научный консультант – ст. преп. *О. А. ХОДОСКИНА*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Сегодня в строительной сфере, так же как и во многих других, на первый план выходит проблема экономии: ресурсов, инвестиционных средств, использования экономически целесообразных материалов и конструктивных решений.

На сегодняшний день одним из наиболее эффективных и экономичных материалов являются бетоны, состоящие из поризованного цементного теста и легкого заполнителя [1].

По способу выполнения бетонные и железобетонные конструкции разделяют на сборные, монолитные и сборно-монолитные – все эти виды с успехом используются как для массовой застройки городов, так и для создания уникальных сооружений с оригинальным архитектурным дизайном.

Особенностью современных бетонов является возможность придать им практически любую форму, в том числе с обратными углами поверхности. Они имеют отличную наружную фактуру, через которую можно передать любые архитектурные и эстетические замыслы. Поэтому все шире применяется бетон для элементов архитектуры – архитектурный бетон стал самостоятельным направлением в технологии бетона. При этом его экономические характеристики также трудно оспаривать – создание железобетонных конструкций требует значительно меньших затрат времени и вложения инвестиций в сравнении со зданиями, создаваемыми из других строительных материалов.

Список литературы

1 Зоткин, А. Г. Бетон и бетонные конструкции / А. Г. Зоткин. – М. : Феникс, 2012. – 335 с.

Получено 10.03.2018

УДК 624.012.45/46

СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

Ю. В. СОЛОНИНА, Ю. А. ШИНКОРЕНКО

Научный консультант – ст. преп. *Е. В. БУГАЕВА*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Понятие качества – одна из основ теории и практики стандартизации, решающий фактор, характеризующий развитие производства.

Качество продукции – совокупность свойств, определяющих пригодность продукции для использования по назначению. Для продукции строительной индустрии – это прочность, объемная масса, степень точности размеров изделий, теплопроводность, морозостойкость, стойкость по отношению к действию воды, агрессивных жидкостей и газов и т. д. Любое из этих свойств продукции определяется тремя числовыми параметрами: размером, оценкой и весомостью [1].

Измерением качества продукции занимается квалиметрия. Предмет квалиметрии – разработка научно обоснованной методологии измерения и количественной оценки качества продукции. Квалиметрия тесно связана со стандартизацией, обеспечивающей сопоставимость результатов измерения и оценки качества продукции. В технических нормативных правовых актах (ТНПА) установлены единые методы контроля качества, которые облегчают использование методов квалиметрии [1].

В соответствии с ГОСТ 13015.0 показателями качества бетона сборных бетонных и железобетонных изделий являются: фактическая прочность бетона (в проектном возрасте, отпускная, передаточная); морозостойкость бетона; водонепроницаемость бетона; средняя плотность, влажность по объему, теплопроводность (для легкого и автоклавного ячеистого бетона); истираемость. Коэффициент вариации прочности бетона по сжатию в партии для конструкций высшей категории качества устанавливается в ТНПА на конструкции конкретных видов.

Каждое предприятие обобщает в технологических картах с учетом конкретных особенностей производства все ТНПА на методы и средства контроля показателей технологии и качества конкретной продукции. Производственный контроль – неотъемлемая часть технологического процесса – охватывает все стадии основного и подсобного производства. Ключевыми задачами контроля являются контроль за качеством поступающих на завод материалов и полуфабрикатов; контроль за соблюдением всех установленных режимов на каждой операции технологического процесса в соответствии со стандартами и ТУ; контроль за соответствием качества выпускаемой продукции требованиям технической документации (рабочим чертежам,

ТУ, стандартам и т.д.); маркировка принятой, анализ и оформление забракованной продукции [1].

В зависимости от контролируемого производственного этапа контроль подразделяют на входной, технологический и приемочный. Результаты всех видов контроля должны быть зафиксированы в соответствующих журналах ОТК, заводской лаборатории или других документах.

Качество изделий из железобетона и соответствие технологических процессов требованиям базируются на интегрированной системе менеджмента ISO 9001 и системе защиты окружающей среды ISO 14001.

Список литературы

1 **Бабицкий, В. В.** Контроль качества и эксплуатационная долговечность бетонных и железобетонных изделий и конструкций : конспект лекций / В. В. Бабицкий, С. Н. Ковшар. – Минск : БНТУ, 2014. – 94 с.

Получено 10.03.2018

УДК 69.003.13

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

М. М. СЫС

Научный руководитель – ст. преп. *В. И. ЧИРКОВ*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В последние несколько десятилетий строительство зданий и сооружений из монолитного железобетона приобретает большую популярность. Это обусловлено тем, что технология монолитного строительства быстрыми темпами продвигается, оптимизируются опалубочные системы и активно применяются различные добавки.

Монолитное строительство дает возможность создавать различные архитектурные формы, уникальные фасадные решения и внедрять технологические новинки. За счет своей герметичности монолитные дома обладают исключительными показателями звукопроводимости и теплосбережения, отсутствуют стыки и швы между плитами. Вероятность образования трещин минимальная, что сокращает материальные затраты при эксплуатации здания. Срок службы монолитных домов превышает 150 лет, а малая толщина несущих конструкций снижает общую массу дома. Соответственно нагрузка на фундамент уменьшается, что позволяет экономить на его организации. Монолитные здания обладают высокой устойчивостью к воздействию техногенных факторов, а также они более сейсмоустойчивы [1].

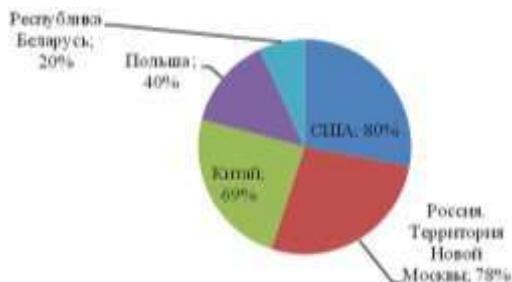


Рисунок 1 – Доля монолитного строительства в различных государствах

В настоящее время доля монолитного строительства в Республике Беларусь составляет около 20 %, в то время как в мире эти цифры значительно выше (рисунок 1). Главной причиной данного процентного соотношения является то, что себестоимость строительства жилого дома дороже панельного примерно на 30 % и разница в стоимости квадратного метра значительная.

За счет своих многочисленных достоинств экономическая эффективность возведения монолитных зданий признана ведущими европейскими странами. Поэтому в области монолитного строительства необходимо детальное исследование составов и применение современных технологий с целью оптимизации, удешевления и развития данного вида возведения зданий в нашей стране. Такой подход является правильным шагом на пути к созданию комфортных жилищных условий для граждан.

Список литературы

1 Что такое монолитные дома: обзор достоинств и недостатков [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://stoneguru.ru/chto-takoe-monolitnye-doma-obzordostoinstv-i-nedostatkov.html>. – Дата доступа : 01.03.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 348.45

ВЛИЯНИЕ РАСЧЕТНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА ФИНАНСОВУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЯ

М. И. ФИЛИПЦОВА

Научный руководитель – канд. экон. наук, профессор *В. Г. ГИЗАТУЛЛИНА*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Хозяйственная деятельность предприятия невозможна без ежедневно осуществляемых расчетных операций, прежде всего, с покупателями. Любое предприятие заинтересовано в продаже своей продукции с немедленной оплатой, однако постоянная конкуренция вынуждает его реагировать на из-

менения внешней среды, выстраивать гибкую политику кредитования покупателей, предоставляя им отсрочку платежа. В то же время и само предприятие, выполняя условия договоров со своими контрагентами, осуществляет авансовые платежи в счет предстоящих поставок, что также приводит к образованию дебиторской задолженности.

Важным этапом реализации системного подхода к управлению дебиторской задолженностью является формирование процедуры инкассации долга, в составе которой должны быть определены формы предварительного и последующего напоминаний покупателям о сроках платежей, условия продления срока кредита и возбуждения дела о банкротстве несостоятельных дебиторов [1].

В условиях острой нехватки денежных средств организациями могут применяться альтернативные (неденежные) методы погашения долговых обязательств, какими являются перевод долга, зачет взаимных требований, уступка права требования, отступное, новация и товарообменные операции.

Современные экономические условия позволяют использовать новую форму управления дебиторской задолженностью, какой является рефинансирование. Основными видами рефинансирования дебиторской задолженности, используемыми в практике работы организаций, выступают факторинг, векселя, выданные покупателями продукции, форфейтинг.

Реализация указанных направлений предполагает создание учетно-информационного обеспечения системы управления дебиторской задолженностью, соответствующей современным требованиям менеджмента. С учетом новых условий информация должна претерпеть серьезные качественные изменения, особенно с точки зрения ее необходимой аналитичности и оперативности представления. С позиции аналитического подхода информация, прежде всего, должна отражать состояние дебиторской задолженности и возможность ее погашения в разрезе различных признаков.

Систематический контроль за состоянием дебиторской и кредиторской задолженностей и постоянный мониторинг дебиторов и кредиторов позволит предприятию регулярно применять взаимозачеты встречных однородных требований и выполнять часть своих обязательств перед кредиторами за счет средств дебиторов, нарушающих сроки оплаты из-за отсутствия денежных средств. Данное мероприятие позволит не только обеспечить эффективную работу предприятия, но и повысить его финансовую устойчивость.

Таким образом, управление дебиторской и кредиторской задолженностью позволяет повысить ликвидность баланса и платежеспособность предприятия, а также повысить его финансовую устойчивость в целом.

Список литературы

- 1 **Ерофеева, В. А.** Системный подход к управлению дебиторской задолженностью / В. А. Ерофеева, Н. О. Смолякова // Управленческий учет. – 2011. – № 2. – С. 10–17.

УДК 004:338.24

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА И РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН

Ю. В. ФУРАДЕЕВА

Научный консультант – ст. преп. *А. В. КРАВЧЕНКО*

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В современном мире все чаще используется термин «цифровая экономика». Политики, бизнесмены и ученые пользуются этим определением в своих докладах и выступлениях, повествуя о перспективах мирового финансового развития.

Цифровая экономика – это разновидность коммерческой деятельности, которая касается производства и продажи электронных товаров и услуг.

Если говорить более простыми словами, то цифровая экономика – деятельность, непосредственно связанная с электронной коммерцией, в которую входят: сервисы по предоставлению онлайн услуг, интернет-магазины, информационные сайты, зарабатывающие на рекламе и прочие виды деятельности. Так, к цифровой экономике можно причислить практически любые способы заработка в сети Интернет, например, оказание консультационных online услуг по строительству, ремонту.

Одной из основных целей развития цифровой экономики в Беларуси является внедрение новейших финансовых инструментов и технологий. Ведущие экономики мира еще только присматриваются к этому новому явлению. Беларусь становится фактически первым в мире государством, которое открывает широкие возможности для использования технологии блокчейн [1].

Благодаря равным условиям для всех участников появляется возможность достичь стопроцентной честности сделок и защиты операций, в том числе по оказанию консультаций по технологии изготовления, архитектурным решениям, конструированию. Считается, что на текущем этапе развития технологий подделать защищенную через блокчейн информацию невозможно. Основные принципы блокчейн: децентрализация и распределенность; безопасность и защищенность; открытость и прозрачность; неизменность уже записанного.

Технологию блокчейн практически невозможно взломать, так как данные хранятся не в одном месте, а распределены на множестве компьютеров. Таким образом, чтобы получить доступ к данным с целью их изменения, необходимо взломать все блоки, а также копии базы на всех компьютерах.

Технология блокчейн не требует контроля транзакций, данные передаются без участия третьих лиц, напрямую от пользователя к пользователю. Система самодостаточна, и не нуждается в посредниках.

Таким образом, цифровая трансформация экономики является одним из ключевых приоритетов развития государства, так как развитие цифровой экономики позволит повысить уровень заработных плат, а также снизить стоимость услуг и работ за счет отказа от бумажных носителей и внедрения искусственного интеллекта.

Блокчейн – это универсальная технология, принимаемая в разных сферах жизни, которая будет полезна в любом проекте, который требует хранения и защиты большого объема данных, а также гарантии выполнения сценариев.

Список литературы

1 Первая в мире: Беларусь узаконила блокчейн и криптовалюты [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://ru.sputnik-news.ee/news-/20171222/8535908/Pervaja-mir-Belarusj-uzakonila-blokchejn-kriptovaljuty.html>. – Дата доступа : 20.02.2018.

Получено 10.03.2018

УДК 347.214.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАТЕРИАЛА СТЕН НА РЫНОЧНУЮ СТОИМОСТЬ ЖИЛОЙ НЕДВИЖИМОСТИ

Т. Н. ШАХНОВИЧ

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент *А. А. ВАСИЛЬЕВ*
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Рыночные цены на недвижимость формируются под влиянием множества факторов, относящихся непосредственно к недвижимости и окружающей ее среде. К настоящему моменту времени проведено достаточно много исследований по выявлению наиболее значимых факторов [1]. Однако результаты различных работ сильно отличаются и иногда противоречат друг другу. Помимо этого, интерес к данной теме обусловлен тем, что чаще всего влияние различных факторов на стоимость недвижимости имеет неодинаковое значение на разных территориях, что приводит к необходимости проведения исследований для каждого региона в отдельности.

Основной задачей исследовательской работы является определение факторов влияния на стоимость жилой недвижимости, имеющих как суще-

ственное значение, так и определение факторов, учет которых, в рамках г. Гомеля, не является обязательным.

Для жилой недвижимости наиболее распространенным фактором влияния является материал стен. На сегодняшний день рынок вторичного жилья в г. Гомеле сформирован из квартир в кирпичных и панельных домах. По сравнению с многоквартирными домами, выполненными из кирпича, панельные дома всегда имели более низкую стоимость. Бюджетный показатель цены достигается следующими способами: простота сборки конструкции, низкая стоимость расходных материалов, небольшие трудовые и энергетические затраты.

В данном исследовании в качестве исходных данных для определения поправочного коэффициента на материал стен использовались данные о продажах двухкомнатных квартир в г. Гомеле в 2018 году.

В процессе проведенных расчетов определено, что величина поправочного коэффициента на материал стен равна 0.9205, тогда как в 2014 году этот показатель составлял 0.8614. Это свидетельствует о явном сокращении разницы в цене жилья в кирпичных и панельных домах.

Причинами данного изменения могли послужить:

- улучшение технологии и повышение качества возведения панельных домов;
- усовершенствование технологии производства панелей;
- приоритет кирпичных домов старой постройки;
- увеличение числа панельных домов улучшенной планировки;
- улучшение характеристик квартир в панельных домах владельцами путем утепления и ремонта.

Полученные результаты исследования согласуются с выводами предыдущих работ в данной сфере [2]. Однако для выявления более точной зависимости стоимости жилой недвижимости от материала стен, а также от других факторов, необходимо дальнейшее исследование с целью сбора большего количества данных и проверки их устойчивости.

Список литературы

1 Оценка недвижимости / А. И. Драпиковский [и др.]. – 2-е изд. – М. : Ега-Басма, 2007. – 480 с.

2 **Чирков, В. И.** Классификация и анализ методов расчета корректировочных коэффициентов при рыночной оценке недвижимости сравнительным подходом / В. И. Чирков // Экономика и юридические науки. – 2015. – № 13. – С. 69–76.

Получено 10.03.2018

Научно-практическое издание

БЕТОН И ЖЕЛЕЗОБЕТОН В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Материалы I Международной
научно-практической конференции студентов и магистрантов

Издается в авторской редакции

Технический редактор *В. Н. Кучерова*
Корректор *Т. А. Пугач*

Подписано в печать 29.10.2019 г. Формат бумаги 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 10,00. Уч.-изд. л. 10,47. Тираж 30 экз.
Зак. № 4094. Изд. № 81.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий

№ 1/361 от 13.06.2014.

№ 2/104 от 01.04.2014.

№ 3/1583 от 14.11.2017.

Ул. Кирова, 34, 246653, г. Гомель