

Водоснабжение и строительные системы охраны водных ресурсов

DOI: <http://www.dx.doi.org/10.24866/2227-6858/2021-1-9>
УДК 672.116: 631.67: 691

М.Н. Шевцов, В.П. Колпакова, Ю.Н. Еремеева, Ж.С. Сайлауханова, В.А. Власов

ШЕВЦОВ МИХАИЛ НИКОЛАЕВИЧ – д.т.н., профессор Инженерно-строительного института,
AuthorID: 175821, 000458@pnu.edu.ru

ВЛАСОВ ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ – преподаватель, 011875@pnu.edu.ru
Тихоокеанский государственный университет

Хабаровск, Россия

КОЛПАКОВА ВАЛЕНТИНА ПАВЛОВНА – д.т.н., профессор
(автор, ответственный за переписку), vkolpakova53@mail.ru

ЕРЕМЕЕВА ЮЛИЯ НИКОЛАЕВНА – к.т.н., старший преподаватель Школы архитектуры,
строительства и дизайна, yeremeyeva83@mail.ru

Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева

САЙЛАУХАНОВА ЖАНЫЛ СЕРЫККАНОВНА – менеджер по развитию
ПКФ «Ульба-Электро», zhanka.akshabaeva@mail.ru

Усть-Каменогорск, Казахстан

Улучшение качества бетонных растворов для конструкций водоотводных лотков с применением современных добавок

Аннотация: Представлены результаты экспериментальных исследований по определению оптимального состава бетона с применением добавки MasterGLENIUM 51 и высококачественного запечатывающего материала MasterTop CC 713 производства компании BASF. Испытания бетонных образцов из предлагаемых составов проводились в лабораторных условиях с целью определения прочности, водостойкости и истираемости. Установлено: введение добавки MasterGlenium 51 в соотношении 1% объема цемента увеличивает среднюю прочность бетона на 30% и соответствует требуемой марке бетона по прочности (М300), а использование в качестве пропитки MasterTop CC 713 обеспечивает требуемые показатели по водонепроницаемости, соответствующей марке бетона W8, и одни из лучших результатов по истираемости. На практике применение исследуемых добавки и пропитки в составе мелкозернистого бетона позволит улучшить качество бетонных конструкций и увеличить срок эксплуатации водоотводных лотков гидромелиоративных сооружений.

Ключевые слова: водоотводные лотки, бетонные растворы, вяжущее вещество, добавки, гиперпластификатор, пропитка, реопластичный бетон

Введение

Опыт эксплуатации железобетонных конструкций в виде водоотводных лотков, магистральных и распределительных каналов, водосбросов, водоспусков, дренажных систем, а также гидротехнических сооружений показал, что на них воздействуют водные потоки, они могут подвергаться значительному механическому износу, а иногда и разрушениям в течение сравнительно короткого времени эксплуатации. Из-за высокой степени физического износа коэффициент полезного действия (КПД) водоотводных и оросительных систем снижается в 2–3 раза.

Предпринятый нами анализ литературы позволил установить следующее: эксплуатация оросительных каналов с низким КПД приводит к фильтрации воды [2], нерациональному ее использованию, вызывает дефицит водных ресурсов, ухудшает эколого-мелиоративное

состояние земель [4]. Но повышение КПД лотков и каналов может быть достигнуто за счет применения облицовочных материалов [8], полимерных композиций [3], а также современных и новых добавок [5, 7, 9, 10] в составе бетона. В работе [4] показано, что на истирание конструкции лотков и каналов влияют следующие факторы: плотность и состав бетона; размеры и износостойкость зерен заполнителя.

Мы полагаем, что разработка состава мелкозернистого бетона с использованием гиперпластификатора нового поколения MasterGlenium 51 и запечатывающего вещества MasterTop® CC 713 производства компании Basf позволит получить бетонный раствор с высокими физико-механическими свойствами по износостойкости, водонепроницаемости, коррозионной стойкости и трещиностойкости. Отсюда цель статьи: улучшить качество мелкозернистого бетона с введением в его состав современных добавки и пропитки для конструкций водоотводных лотков.

Прежде всего мы должны сделать следующее:

- изучить характеристики сырьевых материалов, свойства добавки нового поколения – гиперпластификатора MasterGlenium 51 и средства для последующего ухода за бетоном натурального цвета MasterTop® CC 713;
- разработать рецептуру для исследуемых бетонных образцов с последующим испытанием на прочность, водонепроницаемость и истираемость, которые являются определяющими характеристиками долговечности и надежности работы бетонных конструкций [1].

Материалы и методы

Экспериментальные исследования проводились на базе учебно-производственного центра практико-ориентированной подготовки FUTURUM лаборатории строительных технологий и материалов «Некоммерческого акционерного общества «Восточно-Казахстанский технический университет имени Д. Серикбаева».

Для изготовления бетонных конструкций использовался мелкозернистый бетон (т.е. в составе отсутствовал крупный заполнитель). Для получения мелкозернистого бетона в качестве заполнителя использовался мелкий природный речной песок. Свойства песка: отсутствуют глинистые частицы и другие примеси; фракция до 1,5 мм; относится ко II классу; модуль крупности составляет от 0,7 до 1,0; истинная плотность – 2,63 г/см³, насыпная плотность – 1400 кг/м³. Зерновой состав песка определен путем его отсева на стандартном наборе сит с круглыми отверстиями диаметром 2,5 мм и сетками № 1,25; 063; 0315 и 016. Модули крупности применяемых песков – не менее 2,0 и не более 3,0. Определение зернового состава мокрым способом производилось по стандартной методике.

Для получения бетона в качестве вяжущего вещества применялся портландцемент (табл. 1) Profi Cem марки М50 (производитель ТОО «Бухтарминская цементная компания», Восточно-Казахстанская область).

Таблица 1

Строительно-технические свойства портландцемента Profi Cem марки М500

| № п/п | Свойство материала | Значение показателя |
|-------|--|---------------------|
| 1 | Тонкость помола, % | 10.9 |
| 2 | Плотность истинная, г/см ³ | 3.2 |
| 3 | Плотность насыпная, кг/м ³ | 1300 |
| 4 | Нормальная густота, % | 30 |
| 5 | Прочность образцов в возрасте 28 сут, МПа: изгиб / сжатие | 5.9/49 |

Для приготовления износостойкого, плотного и прочного бетона и для сокращения количества воды в его состав вводилась эффективная химическая добавка – гиперпластификатор MasterGlenium 51. Свойства MasterGlenium 51: цвет – темно-коричневый; консистенция – жидкая; плотность – 1,08±0,02 г/см³; содержание ионов хлора – <0,01%; стандарты

– ASTM C 494 типы А и F. В результате получается реопластичный бетон с самыми низкими соотношениями вода/цемент, который не расщепляется и не распадается, уменьшается срок его схватывания в зависимости от времени и температуры, не содержит хлор, обеспечивает хорошую водонепроницаемость, а также очень хороший вид поверхности.

В результате пропитки бетона специальными составами получают материал, прочность которого возрастает в несколько раз по сравнению с исходным: он обеспечивает хорошую водонепроницаемость [6], резко увеличивается его долговечность и стойкость при воздействии ряда агрессивных сред. Для пропитки бетона могут применяться самые различные добавки [9]. Необходимое требование к пропиточным материалам: должны быть жидкими, с невысокой вязкостью в момент пропитки.

Для последующего ухода за бетоном в качестве пропитки был исследован запечатывающий материал MasterTop® CC 713, который образует на поверхности бетона мембрану. Мембрана запечатывает поры и препятствует испарению воды из пор бетона, тем самым обеспечивает гидратацию цемента. Это повышает прочность, износостойкость, водонепроницаемость [6] и морозостойкость бетона, снижает трещинообразование.

В экспериментальном исследовании при разработке состава бетона использовали образцы в виде кубов с ребром 7 и 10 см, а также цилиндры диаметром 15 см. На данных образцах определяли такие прочностные показатели, как прочность бетона на сжатие, водонепроницаемость и истираемость.

Для исследований было приготовлено 5 составов бетонных растворов: 1 – без добавок; остальные с добавками: 2 – MasterGlenium 51 (0,5%); 3 – MasterGlenium 51 (1%); 4 – MasterGlenium 51 (1,5%); 5 – с добавлением пропитки MasterTop® CC 713 (табл. 2).

Изготовление и перемешивание растворов осуществлялось с помощью бетономешалки.

Для определения прочности бетона по стандартной методике были изготовлены образцы-кубы в неразъемных поверенных (калиброванных) формах с технологическим уклоном (ГОСТ 22685-89). Отклонения от плоскостности опорных поверхностей образцов-кубов, прилегающих к плитам пресса, не превышает 0,001 наименьшего размера образца, а отклонения от перпендикулярности смежных граней образцов-кубов, предназначенных для испытания на сжатие, не превышает ± 1 мм (ГОСТ 10180-2012). Для испытания приняты 3 образца (число в серии). Внутренние поверхности форм покрывались тонким слоем смазки, которая не оставляла пятен на поверхности образцов и не влияла на свойства поверхностного слоя бетона. Укладка бетонной смеси в форму и ее уплотнение проводилось не позднее чем через 20 мин после отбора пробы ручным способом. Твердение образцов до их распалубливания осуществлялось при нормальных условиях с температурой воздуха (20 ± 5) °С в помещении, в формах, покрытых влажной тканью для исключения испарения из них влаги.

Распалубка образцов была выполнена не ранее чем через 24 ч и не позднее чем через 72 ч при определении прочности бетона на сжатие, а при определении прочности на растяжение – не ранее чем через 72 ч и не позднее чем через 96 ч. После распалубливания образцы были помещены в камеру с нормальными условиями твердения: с температурой (20 ± 2) °С и относительной влажностью воздуха не менее 55%. Образцы укладывались так, чтобы расстояние между ними, а также между образцами и стенками камеры было не менее 5 мм.

На образцах выбрали и отметили опорные грани, к которым были приложены усилия в процессе нагружения, при этом сжимающая сила при испытании направлена параллельно слоям укладки бетонной смеси в формы. Все образцы одной серии испытаны в расчетном возрасте в течение не более 1 ч.

Нагружение образцов проводилось непрерывно, с постоянной скоростью нарастания нагрузки до разрушения образца, время нагружения до разрушения – не менее 30 с. Максимальное усилие, полученное в процессе испытания, принималось за разрушающую нагрузку.

Испытание на сжатие образцов-кубов выполнялось по стандартной методике.

Составы бетонных растворов для образцов

| Состав 1. Бетонная смесь без добавок | | | | | |
|---|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|
| Компоненты | Образцы | | | | |
| | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 |
| | Куб 100*100*100 | Куб 100*100*100 | Куб 70*70*70 | Куб 70*70*70 | Цилиндр, диаметр 150 |
| Цемент, кг | 0,525 | 1,575 | 0,3675 | 0,735 | 1,389 |
| Песок мелкозернистый, кг | 1,24 | 3,72 | 0,868 | 1,736 | 3,28 |
| Вода (л) | 0,34 | 1,02 | 0,238 | 0,476 | 0,899 |
| Состав 2. Бетонная смесь + добавка 0,5% | | | | | |
| Цемент, кг | 0,525 | 1,575 | 0,3675 | 0,735 | 1,389 |
| Песок мелкозернистый, кг | 1,24 | 3,0 | 0,868 | 1,736 | 3,28 |
| Вода, л | 0,34 | 1,02 | 0,238 | 0,476 | 0,899 |
| Добавка, кг | 0,002625 | 0,007875 | 0,018375 | 0,03675 | 0,0069 |
| Состав 3. Бетонная смесь + добавка 1% | | | | | |
| Цемент, кг | 0,525 | 1,575 | 0,3675 | 0,735 | 1,389 |
| Песок мелкозернистый, кг | 1,24 | 3,72 | 0,868 | 1,736 | 3,28 |
| Вода, л | 0,34 | 1,02 | 0,238 | 0,476 | 0,899 |
| Добавка, кг | 0,0,00525 | 0,01575 | 0,03675 | 0,0735 | 0,0139 |
| Состав 4. Бетонная смесь + добавка 1,5% | | | | | |
| Цемент, кг | 0,525 | 1,575 | 0,3675 | 0,735 | 1,389 |
| Песок мелкозернистый, кг | 1,24 | 3,72 | 0,868 | 1,736 | 3,28 |
| Вода, л | 0,34 | 1,02 | 0,238 | 0,476 | 0,899 |
| Добавка, кг | 0,007875 | 0,023625 | 0,055125 | 0,11025 | 0,021 |
| Состав 5. Бетонная смесь + пропитка | | | | | |
| Цемент, кг | 0,525 | 1,575 | 0,3675 | 0,735 | 1,389 |
| Песок мелкозернистый, кг | 1,24 | 3,72 | 0,868 | 1,736 | 3,28 |
| Вода, л | 0,34 | 1,02 | 0,238 | 0,476 | 0,899 |

Сопротивление разрушению бетона для отдельно взятых образцов R_i МПа вычислялось с точностью до 0,1 МПа по формуле

$$R_i = \alpha \times \frac{F}{A} \times K_w, \quad (1)$$

где F – разрушающая нагрузка, Н;

A – площадь рабочего сечения образца, мм²;

α – масштабный коэффициент, применяемый по нормативным данным;

K_w – поправочный коэффициент для ячеистого бетона, учитывающий влажность образцов в момент испытания.

Сопротивление разрушению бетона для серии образцов R_m определялось как среднее арифметическое значение результатов сопротивлений разрушению бетона отдельных образцов R_i серии по формуле

$$R_m = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}, \quad (2)$$

где n – число образцов в серии.

Испытания на водонепроницаемость бетонных образцов проводились по стандартной методике (ГОСТ 12730.5-2018). Установка для испытания, оснащенная шестью гнездами для их крепления, обеспечивает возможность подвода воды к нижней торцевой поверхности образцов, а также возможность наблюдения за состоянием верхней торцевой поверхности. Образцы для испытания имели цилиндрическую форму с внутренним диаметром 150 мм и высотой 150 мм. Хранение изготовленных образцов осуществлялось в камере нормального твердения при температуре (20 ± 2) °С и относительной влажности воздуха не менее 95%. До начала проведения испытания бетонные образцы выдерживали в помещении лаборатории в течение суток. При испытании образцы надежно закреплялись в гнездах установки, при этом диаметр открытых торцевых поверхностей составлял не менее 130 мм. Давление воды изменяли ступенчато, увеличивая его на 0,2 МПа в течение 1–5 мин, затем образцы выдерживали на каждой ступени в течение 16 ч. Испытание проводилось до момента появления признаков фильтрации воды на верхней торцевой поверхности образца в виде капель или мокрого пятна.

Стойкость бетона к износу определялась по стандартной методике (ГОСТ 13087-2018) на лабораторном круге ЛКИ-3 с помощью бетонных образцов в виде кубов.

Истираемость бетонных образцов определялась в возрасте 28 сут по достижении их проектной марки по прочности. Испытания на истираемость проводились серийно, число образцов в серии не менее двух. Рабочим элементом установки для истирания ЛКИ-3 является истирающий диск из серого чугуна, который вращается в горизонтальной плоскости. При визуальном осмотре на поверхности истирающего диска отсутствовали дефекты с размерами более 5 мм и глубиной более 0,5 мм. При испытании образцов частота вращения истирающего диска под нагрузкой оставляла 30 ± 1 мин.

До и во время проведения экспериментов температура воздуха в лаборатории составляла 23 °С при относительной влажности 50%. Образцы предварительно выдерживали в лаборатории не менее 2 сут. Масса образцов и их геометрические размеры имели погрешность не более 0,2%.

Перед истиранием и после окончания цикла испытания образцы взвешивали, измерялись их линейные размеры с точностью до 0,1 мм и измерялась площадь истираемой грани. Истиранию подвергали нижнюю грань образца. Образцы устанавливали на металлический круг прибора, на который насыпали абразив (кварцевый песок). Одна серия испытаний составляла 28 оборотов, после чего круг автоматически останавливался. Перед каждой следующей серией испытаний производилась замена отработанного кварцевого песка. После каждого цикла испытаний образец вынимали из гнезда, поворачивали на 90° в горизонтальной плоскости (вокруг вертикальной оси) и продолжали проводить следующие циклы. Один цикл составлял 140 оборотов круга, т.е. 5 серий. Общий путь истирания образцов при одном цикле равен 150 м. Испытуемые образцы обтирались сухими салфетками и взвешивались по окончании первого (путь истирания 150 м) и четвертого (путь истирания 600 м) циклов. Всего проводили по четыре цикла для каждого образца.

Истираемость бетона G_i в г/см^2 на круге истирания (характеризуется потерей массы образца) вычислялась по формуле

$$G_i = \frac{m_1 - m_2}{F}, \quad (3)$$

где m_1, m_2 – масса образца в граммах до и после испытаний соответственно;
 F – площадь истираемой поверхности образца, см^2 .

Истираемость бетона для серии образцов определялась как среднее арифметическое значение результатов истираемости отдельных образцов серии с погрешностью до 0,1 г/см^2 по формуле

$$G_c = \frac{\sum_{i=1}^n G_i}{n}, \quad (4)$$

где n – число образцов в серии.

Результаты, их обсуждение

Результаты экспериментальных исследований представлены в виде сравнительного анализа средней прочности составов бетона при сжатии с нормативной прочностью (рис. 1).

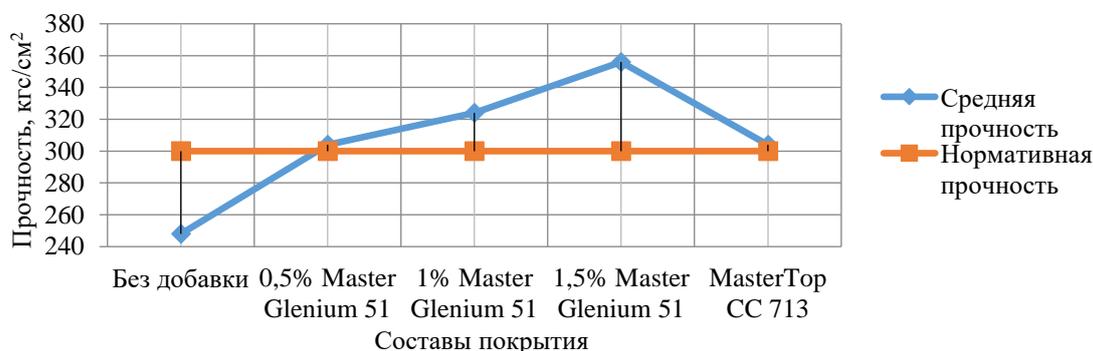


Рис. 1. Сравнительный анализ средней прочности составов покрытий с нормативной прочностью

Анализ данных (рис. 1) показывает, что требуемая прочность полученного бетона достигается при введении добавки и увеличивается в соответствии с увеличением процентного соотношения добавки от 0,5 до 1,5%. Требуемая прочность бетона также была достигнута при использовании пропитки MasterTop® CC 713, при этом прочность на сжатие составила 300 кгс/см². Таким образом, в целях экономии и получения бетона требуемой прочности достаточно использование добавки MasterGlenium 51 в количественном соотношении 0,5% от цемента.

Водонепроницаемость оценивалась следующим образом: для одного образца – по максимальному давлению воды, при котором еще не наблюдалась её фильтрация через образец; для серии – по максимальному давлению воды, при котором не менее чем на одном из шести образцов не наблюдалась фильтрация воды. Водонепроницаемость образцов резко возрастала при использовании в составе бетона добавки в процентном соотношении от 0,5 до 1%, а далее оставалась неизменной, составляя 0,8 МПа, – так же, как и при использовании в составе бетона только пропитки MasterTop® CC 713 (рис. 2).

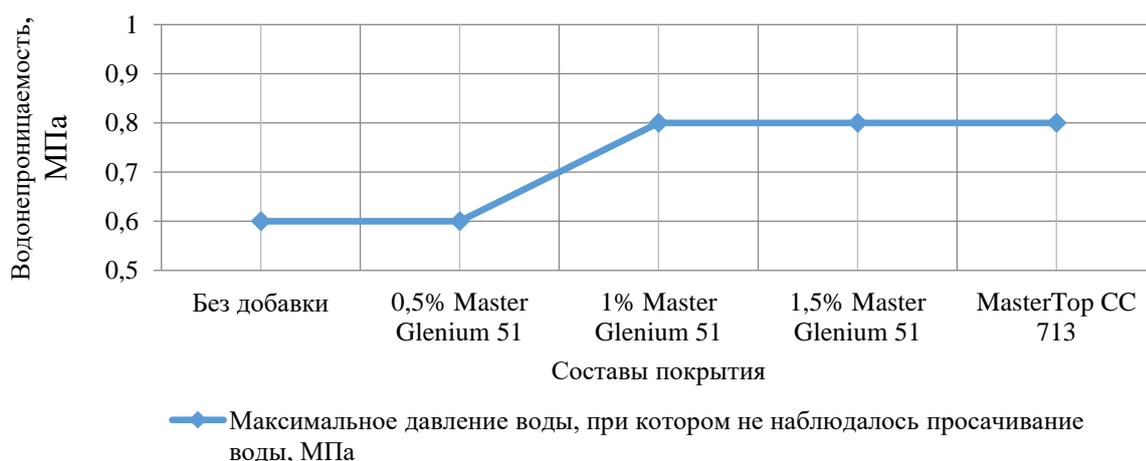


Рис. 2. Сравнительный анализ результатов испытаний образцов на водонепроницаемость

Анализ результатов исследований образцов на истираемость в сравнении с нормативной истираемостью (рис. 3) показывает, что истираемость образцов уменьшается с увеличением процентного соотношения добавки. Нормативная истираемость 0,6 г/см² достигается при использовании в составе бетона только пропитки MasterTop® CC 713.

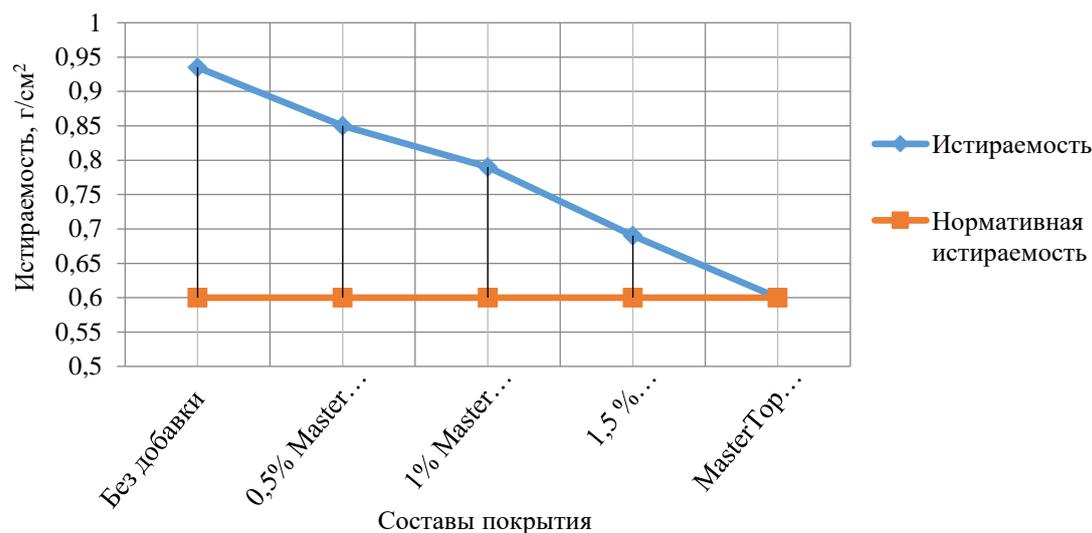


Рис. 3. Сравнительный анализ исследуемых образцов на истираемость с нормативной истираемостью

Заключение

1. Результаты исследований показали, что введение гиперпластификатора MasterGlenium 51 в соотношении от объема цемента 1% в состав мелкозернистого бетона (М200) увеличивает среднюю прочность бетона на 30% и соответствует марке бетона по прочности М300.

2. Установлено, что применение пропитки MasterTop® СС 713 в составе бетона обеспечивает ему марку по водонепроницаемости W8 и достижение показателя по истираемости 0,6 г/см².

3. Таким образом, оптимальный состав мелкозернистого бетона с введением добавки MasterGlenium 51 в соотношении от объема цемента 1% и запечатывающего средства (пропитка) MasterTop® СС 713 повышает прочность бетона, истираемость и водонепроницаемость водоотводных лотков и каналов, применяемых в гидромелиоративных системах, что обеспечивает высокий КПД их эксплуатации.

Дальнейшее исследование планируется в направлении апробирования предлагаемого состава бетона для печати моделей водоотводных лотков с применением строительного 3D-принтера марки S-6045, установленного в учебно-производственном центре FUTURUM.

Вклад авторов в статью: М.Н. Шевцов – постановка цели и задач исследования, обобщение результатов экспериментов, разработка концепции; В.А. Власов – определение структуры исследования, анализ методики экспериментальных исследований; В.П. Колпакова – анализ и описание результатов, определение структуры, утверждение окончательного варианта, ответственность за целостность всех частей статьи; Ю.Н. Еремеева – проведение экспериментальных исследований, систематизация результатов, редактирование текста; Ж.С. Сайлауханова – проведение экспериментальных исследований, интерпретация результатов обзора технической литературы.

Все авторы – редактирование текста и утверждение окончательного варианта статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абакаров А.Т. Повышение эксплуатационной надежности оросительных систем // Вестник Московского гос. агроинженерного ун-та имени В.П. Горячкина. 2008. № 5/1(30). С. 99–103.
2. Баев О.А., Гезин А.О. Сравнительная оценка применения новых материалов противодиффузионных целей // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2018. № 2(70). С. 35–40.
3. Гарбуз А.Ю. Ремонт повреждений облицовок длительно работающих каналов с использованием полимерных композиций // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2015. № 2(58). С. 33–39.

4. Ибраев Т.Т., Бакбергенов Н.Н. Оценка безопасности гидротехнических сооружений оросительных систем Казахстана // Вестник Кыргызского государственного ун-та строительства, транспорта и архитектуры им. Н. Исанова. 2013. № 3. С. 252–256.
5. Коровкин М.О., Гринцов Д.М., Ерошкина Н.А. Рациональное применение инертных минеральных добавок в технологии бетона // Инженерный вестник Дона. 2017. № 3. URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2017/4361> (дата обращения: 09.11.2020).
6. Косиченко Ю.М., Гарбуз А.Ю. Расчетная оценка водопроницаемости трещин бетонных облицовок каналов на основе гидравлических методов // Природообустройство. 2017. № 5. С. 34–42.
7. Кудряшова Р.А., Самаркина Н.В., Шеймухова Я.В. Применение суперпластификаторов в тяжёлом и лёгком бетонах // Вестник УлГТУ. 2016. № 1. С. 59–64.
8. Федоров В.М. Новые облицовки каналов оросительных систем // Научный журнал КубГАУ. 2011. № 66 (02). URL: <http://ej.kubagro.ru/2011/02/pdf/19.pdf> (дата обращения: 20.10.2020).
9. Химические добавки для бетона // Вестник строительного комплекса. 2008. № 52. URL: <http://www.vestnik.info/archive/18/article273.html> (дата обращения: 20.10.2020).
10. Krauss H.-W., Budelmann H. Effects of fine-grained inert mineral additives on fresh and hardening concrete. Intern. RILEM Conference on Material Science – MATSCI. Aachen, 2010, vol. 3.

FEFU: SCHOOL of ENGINEERING BULLETIN. 2021. N 1/46

Water Supply, Construction Systems for Water

www.dvfu.ru/en/vestnikis

DOI: <http://www.dx.doi.org/10.24866/2227-6858/2021-1-9>

Shevtsov M., Kolpakova V., Yeremeyeva Yu., Sailaukhanova Zh., Vlasov V.

MICHAEL SHEVTSOV, Doctor of Engineering Sciences, Professor, 000458@pnu.edu.ru

VLADIMIR VLASOV, Senior Lecturer, 011875@pnu.edu.ru

Institute of Civil Engineering,

Pacific National University

Khabarovsk, Russia

VALENTINA KOLPAKOVA, Doctor of Engineering Sciences, Professor (Corresponding Author),

vkolpakova53@mail.ru

YULIYA YEREMEYEVA, Candidate of Engineering Sciences, Senior Lecturer,

yeremeyeva83@mail.ru

School of Architecture, Construction and Design

D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University

ZHANYL SAILAUKHANOVA, Development Manager, zhanka.akshabaeva@mail.ru

Limited liability Partnership Production and commercial firm *Ulba-Electro*

The Republic of Kazakhstan, East Kazakhstan Region, Ust-Kamenogorsk

Improving the quality of concrete solutions for drainage chute structures with the use of advanced additives

Abstract: The results of experimental studies to determine the optimal composition of concrete using the MasterGlenium 51 additive and high-quality MasterTop CC 713 sealing material produced by BASF are presented. Tests of concrete samples from the proposed compositions were carried out in laboratory conditions in order to determine the strength, water resistance and abrasion.

According to the findings: introduction of the additive is MasterGlenium 51 at a ratio of 1% of the volume of cement increases the average strength of concrete by 30% and meets the required brand of concrete strength (M300); use as impregnating MasterTop CC 713 provides the required performance for water resistance, appropriate brand concrete waterproofing W8 and the best results of abrasion. Application of additives in concrete can improve concrete structures and to extend the life of gutters, irrigation and drainage structures.

Keywords: drainage trays, concrete mortars, impregnation, hyperplasticizer, water resistance, strength, abrasion

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

REFERENCES

1. Abakarov A.T. Improving the operational reliability of irrigation systems. *Bulletin of the Moscow State Agroengineering Univ.* 2008(30):99–103.
2. Baev O.A., Gezin A.O. Comparative assessment of the use of new materials anti-filtration targets. *Ways to Improve the Efficiency of Irrigated Agriculture.* 2018(70):35–40.
3. Garbuz A.Yu. Repair of damaged linings of long-term operating channels using polymer compositions. *Ways to Improve the Efficiency of Irrigated Agriculture.* 2015(58):33–39.
4. Ibraev T.T., Bakbergenov N.N. Safety assessment of hydraulic structures irrigation systems of Kazakhstan. *Bulletin of the Kyrgyz State University of Construction, Transport and Architecture named after N. Isanov.* 2013(3):252–256.
5. Korovkin M.O., Grintsov D.M., Eroshkina N.A. Rational use of inert mineral additives in concrete technology. *Engineering Bulletin of the Don.* 2017(3). URL: <http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/-n3y2017/4361> – 09.11.2020.
6. Kosichenko Yu.M., Garbuz A.Yu. Estimation of water permeability of cracks in concrete channel linings based on hydraulic methods. *Environmental Management.* 2017(5):34–42.
7. Kudryashova R.A., Samarkina N.V., Sheimukhova Ya.V. Application of superplasticizers in heavy and light concrete. *Bulletin of UISTU.* 2016(1):59–64.
8. Fedorov V.M. New linings of irrigation canals. *Scientific Journal Kuban State Agrarian University.* 2011;66(02):59–64. URL: <http://ej.kubagro.ru/2011/02/pdf/19.pdf> – 20.10.2020.
9. Chemical additives for concrete. *Building Complex Bulletin.* 2008(52). URL: <http://-www.vestnik.info/archive/18/article273.html> – 20.10.2020.
10. Krauss H.-W., Budelmann H. Effects of fine-grained inert mineral additives on fresh and hardening concrete. *Intern. RILEM Conference on Material Science – MATSCI. Aachen, 2010, vol. 3.*