



ISSN 1993-3495 online

СОВРЕМЕННОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО  
СУЧАСНЕ ПРОМИСЛОВЕ ТА ЦИВІЛЬНЕ БУДІВНИЦТВО  
MODERN INDUSTRIAL AND CIVIL CONSTRUCTION

2022, ТОМ 18, НОМЕР 4, 137–144

EDN: NXVPPB

УДК 666.972.522;666.972.16

## ВЛИЯНИЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННОЙ ДОБАВКИ «ПЕНЕТРОН АДМИКС» НА СВОЙСТВА ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

Т. П. Киценко<sup>а,1</sup>, Е. В. Егорова<sup>а,2</sup>, А. В. Каширин<sup>б,3</sup>

<sup>а</sup> ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,  
2, ул. Державина, г. Макеевка, ДНР, 86123.

<sup>б</sup> ООО «Пенетрон-Донецк» (официальный представитель ЗАО «Группа Компаний "Пенетрон-Россия"»),  
13, пр-кт Мира, г. Донецк, ДНР, 283015.

E-mail: <sup>1</sup> t.p.kitsenko@donnasa.ru, <sup>2</sup> e.v.egorova@donnasa.ru, <sup>3</sup> penetron-dn@mail.ru

Получена 26 октября 2022; принята 25 ноября 2022.

**Аннотация.** Исследовано влияние гидроизоляционной добавки «Пенетрон Адмикс», на свойства тяжелого бетона при нормальных условиях твердения. Установлена целесообразность использования данной химической добавки на стадии приготовления бетонной смеси. Исследования показали, что при введении добавки в количестве 1 % наблюдается повышение прочности на 3,7 % по сравнению с эталонным бетоном без добавки. Дальнейшее увеличение количества введенной добавки до 1,5 % практически не влияет на предел прочности при сжатии бетона. Также введение добавки «Пенетрон Адмикс» увеличивает водонепроницаемость бетона от марки W4 до W8. При этом коэффициент фильтрации уменьшается с  $5,4 \cdot 10^{-9}$  до  $7,8 \cdot 10^{-11}$  см/с. Обусловлено это тем, что при введении добавки «Пенетрон Адмикс» создаются условия для кристаллизации гидросиликата кальция в виде игловидных кристаллов, заполняющих полости между зёрнами. Кроме того, происходит заполнение пор и капилляров за счет разрыхления тоберморитового геля. Т. е. добавка активно включает процесс образования новых кристаллов, заполняющих свободные объемы между частицами бетона.

**Ключевые слова:** тяжелый бетон, добавка «Пенетрон Адмикс», водонепроницаемость, прочность, структура бетона.

## ВПЛИВ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНОЇ ДОБАВКИ «ПЕНЕТРОН АДМІКС» НА ВЛАСТИВОСТІ ВАЖКОГО БЕТОНУ

Т. П. Кіценко<sup>а,1</sup>, О. В. Єгорова<sup>а,2</sup>, О. В. Каширін<sup>б,3</sup>

<sup>а</sup> ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»,  
2, вул. Державіна, м. Макіївка, ДНР, 86123.

<sup>б</sup> ТОВ «Пенетрон-Донецьк» (офіційний представник ЗАТ «Група Компаній "Пенетрон-Росія"»),  
13, пр-кт Миру, м. Донецьк, ДНР, 283015.

E-mail: <sup>1</sup> t.p.kitsenko@donnasa.ru, <sup>2</sup> e.v.egorova@donnasa.ru, <sup>3</sup> penetron-dn@mail.ru

Отримана 26 жовтня 2022; прийнята 25 листопада 2022.

**Анотація.** Досліджено вплив гідроізоляційної добавки «Пенетрон Адмікс» на властивості важкого бетону за нормальних умов твердіння. Встановлено доцільність використання цієї хімічної добавки на стадії приготування бетонної суміші. Дослідження показали, що за введення добавки у кількості 1 % спостерігається підвищення міцності на 3,7 % порівняно з еталонним бетоном без добавки. Подальше збільшення кількості введеної добавки до 1,5 % практично не впливає на межу міцності при стисканні бетону. Також введення добавки «Пенетрон Адмікс» збільшує водонепроникність бетону від марки W4 до W8. У цьому разі коефіцієнт фільтрації зменшується з  $5,4 \cdot 10^{-9}$  до  $7,8 \cdot 10^{-11}$  см/с. Зумовлено це тим, що за введення добавки «Пенетрон Адмікс» створюються умови для кристалізації гідросилікату кальцію у



вигляді голкоподібних кристалів, що заповнюють порожнини між зернами. Крім того, відбувається заповнення пор і капілярів за рахунок розпушування тоберморитового гелю. Тобто добавка активно включає процес утворення нових кристалів, що заповнюють вільні об'єми між частинками бетону.

**Ключові слова:** важкий бетон, добавка «Пенетрон Адмікс», водонепроникність, міцність, структура бетону.

## EFFECT OF WATERPROOFING ADMIXTURE «PENETRON ADMIX» ON THE PROPERTIES OF HEAVY CONCRETE

Tatyana Kitsenko <sup>a,1</sup>, Elena Yegorova <sup>a,2</sup>, Alexander Kashirin <sup>b,3</sup>

<sup>a</sup> Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,  
2, Derzhavin Str., Makeevka, DPR, 83123.

<sup>b</sup> «Penetron-Donetsk», LLC (official representative of «"Penetron-Russia" Group of Companies», CJSC),  
13, Mira Ave., Donetsk, DPR, 283015.

E-mail: <sup>1</sup> t.p.kitsenko@donnasa.ru, <sup>2</sup> e.v.egorova@donnasa.ru, <sup>3</sup> penetron-dn@mail.ru

Received 26 October 2022; accepted 25 November 2022.

**Abstract.** The effect of the waterproofing admixture «Penetron Admix» on the properties of heavy concrete under normal curing conditions was studied. The expediency of using this chemical admixture at the stage of preparing a concrete mixture has been established. Studies have shown that with the introduction of an admixture in an amount of 1 %, there is an increase in strength by 3,7 % compared to reference concrete without an admixture. A further increase in the amount of added admixture to 1,5 % has virtually no effect on the concrete compressive strength. Also, the introduction of the «Penetron Admix» admixture increases the water resistance of concrete from W4 to W8. In this case, the filtration coefficient decreases from  $5,4 \cdot 10^{-9}$  to  $7,8 \cdot 10^{-11}$  cm/s. This is due to the fact that with the introduction of the «Penetron Admix» admixture, conditions are created for the crystallization of hydrated calcium silicate in the form of acicular crystals that fill the cavities between the grains. In addition, the pores and capillaries are filled due to the loosening of the tobermorite gel. Which is to say that the admixture actively includes the process of formation of new crystals that fill the cavities between the concrete particles.

**Keywords:** heavy concrete, «Penetron Admix» admixture, water resistance, strength, concrete structure.

### Актуальность темы

В процессе эксплуатации конструкции зданий и сооружений могут подвергаться медленной деформации (коррозионному разрушению) под действием неблагоприятных факторов, как природных, так и искусственных (техногенных). Одним из таких факторов является увлажнение. Увлажнение конструкций зданий может быть связано как с внешними воздействиями – осадки, повышенная влажность воздуха, грунтовые воды и т.д., так и с технологическими процессами. В результате увлажнения происходит снижение долговечности конструкций, снижению прочности бетона

при циклическом замораживании и оттаивании, коррозия арматуры и т. п. [1, 2].

Бетон – многофазная пористая система, находящаяся в равновесии с водой в порах бетона. При  $pH = 12,5-13$  все составляющие бетон фазы устойчивы [3, 4]. При воздействии внешней агрессивной среды равновесие системы нарушается и в бетоне начинают протекать различные процессы, приводящие к коррозии. Коррозия бетона (железобетона), подобно коррозии металла, связана с воздействием агрессивной внешней среды, но имеет ряд специфических особенностей.

Для конструкции фундаментов, гидротехнических сооружений и ряда других одной из

главных характеристик является их проницаемость. Это свойство в известной мере определяет способность материала сопротивляться процессам замораживания–оттаивания, увлажнения и высушивания, а также воздействия атмосферы и агрессивных сред. На практике наибольшее значение имеет водонепроницаемость бетона. Проникновение в толщу бетона, согласно исследованиям А. М. Невилля, В. М. Москвина, Ф. М. Иванова, С. Н. Алексеева, Е. А. Гузеева, влияет на его долговечность, например, вымывание гидроксида кальция или воздействие агрессивных растворов и сред [5, 6].

Известно, что бетон представляет собой капиллярно пористый материал, неотъемлемой частью которого является сеть тончайших пор и капилляров различных размеров. Мелкие поры (микропоры) размером менее 10...5 см практически не проницаемы для воды. В основном это поры цементного геля. Капилляры и макропоры большего размера не препятствуют фильтрации воды, происходящей вследствие давления, осмотического давления или градиентов влажности. Поэтому проницаемость бетона напрямую коррелирует с объемом микропор капилляров в бетоне. Объем макропор в бетоне может составлять от 0 до 40 % от всего объема. Снижение водоцементного отношения, уменьшение воздухововлечения, увеличение степени гидратации цемента, а также введение различных добавок позволяют понижать макропористость [7, 8].

Также одной из форм защиты бетона и железобетона является применение мало проницаемых антикоррозионных покрытий в виде гидроизоляции, оклеечной изоляции, футеровок, уплотняющих пропиток и др., обладающих химической стойкостью. Хороший эффект защиты создает гидроизоляция проникающими цементными смесями: химически активные вещества вступают во взаимодействие с составляющими цементного камня формируют уплотненную структуру из нерастворимых кристаллогидратов за счёт прорастания в капилляры и микротрещины [9, 10]. В современном строительном материаловедении получили широкое распространение новые эффективные вяжущие, модификаторы для вяжущих и бетонов, активные минеральные добавки и наполнители, армирующие волокна, новые технологические приемы и методы получения бетонных составов с заданными

свойствами. Одним из приемов создания бетонов с заданными свойствами является применение модифицированных добавок в процессе изготовления бетонной смеси [3, 5].

Так специалистами ГК «Пенетрон-Россия» (г. Екатеринбург, Российская Федерация) разработана вносимая в бетонную смесь на стадии приготовления гидроизоляционная добавка «Пенетрон Адмикс», дающая возможность повысить прочность, водонепроницаемость и морозостойкость бетона, стойкость к воздействию агрессивных химических и биологических сред. «Пенетрон Адмикс» действует на основе трех принципов: реакции в твердом состоянии, броуновского движения и силы поверхностного натяжения жидкостей. Результатом применения данной добавки является заполнение пор, капилляров и микротрещин цементных композитов нерастворимыми химически стойкими кристаллами [11, 12].

Заполнение капилляров, пор и полостей может происходить в результате следующих процессов:

- 1 – добавка обладает пластифицирующими свойствами и при ее использовании снижается водоцементное отношение, в результате цементный камень получается более плотным;
- 2 – примененная добавка действует как катализатор и ускоряет гидратацию частиц цемента с образованием большего объема продуктов гидратации, которые имеют более низкую плотность по сравнению с исходным веществом, занимают больший объем, заполняя пустоты;
- 3 – добавка, взаимодействуя с водой и с компонентами бетона, сама создает избыточный объем нового вещества и т. д.

### Цель исследования

Разработка состава тяжелого бетона с гидроизоляционной добавкой «Пенетрон Адмикс» и изучение физико-механических свойств разработанного бетона.

### Основной материал

В качестве исходных компонентов для приготовления бетонной смеси применялись следующие материалы:

- вяжущее портландцемент ПЦ I 42,5 Н Амвросиевского цементного завода «ПИК-Цемент» Донецкая обл., соответствующий требованиям ГОСТ 30515-2013;
  - песок кварцевый мелкий заполнитель Краснолиманский песчаный карьер, мелкий, модуль крупности 1,5. Соответствует требованиям стандарта ГОСТ 8736-2014;
  - крупный заполнитель, щебень гранитный ООО «Торезский гранитный карьер» Донецкая обл., соответствующий требованиям ГОСТ 8267-93;
  - «Пенетрон Адмикс» – сухая смесь; состоящая из специального цемента и запатентованных активных химических компонентов. Гидроизоляционная добавка в бетонную смесь предназначена для значительного увеличения показателей бетона по водонепроницаемости, морозостойкости и прочности, согласно техническим условиям «Смеси сухие гидроизоляционные дисперсные системы «Пенетрон» ТУ 5745-001-77921756-2006».
- Смесь добавки «Пенетрон Адмикс» с водой готовилась согласно ТУ 5745-001-77921756-2006 и вводилась в готовую бетонную смесь.

Физико-механические испытания производились на бетонных образцах 7×7×7 см, для испытания на прочность при сжатии в лабораторных условиях на гидравлическом прессе 2ПГ-125 согласно ГОСТ 10180-2012 и образцах-цилиндрах диаметром 150 мм для определения водонепроницаемости согласно ГОСТ 12730.5-2018. Уплотнение образцов осуществлялось на стандартной лабораторной виброплощадке, время вибрации составляло 15...20 сек. Образцы твердели в нормальных условиях. Сушка образцов проводилась в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре 105...110 °С.

Образцы-цилиндры в течение месяца выдерживались на воздухе (относительная влажность около 60 %, температура 20...24 °С) в условиях

лаборатории с целью стабилизации влажности согласно ГОСТ 12730.5-2018 (при минимальном контакте с основанием по образующей боковой цилиндрической поверхности, с зазором между образцами 5 см). После этого цилиндры для сохранения стабильной влажности помещались в герметичный полиэтиленовый пакет.

Испытание на водонепроницаемость проводили ускоренным методом на фильтратометре по методике приложения ГОСТ 12730.5-2018.

Подбор состава тяжелого бетона производился расчетно-экспериментальным методом абсолютных объемов. Подбор состава бетона включал в себя определение номинального состава, расчет и корректировку рабочего состава.

Подобранные оптимальные составы бетонных смесей приведены в табл. 1.

На основе данных ТУ 5745-001-77921756-2006 добавка «Пенетрон Адмикс» вводилась в состав бетона в количестве 1 и 1,5 % от массы цемента.

Результаты исследований физико-механических свойств разработанных бетонов приведены в табл. 2.

В результате проведенных исследований установлено, что введение добавки «Пенетрон Адмикс» на стадии приготовления бетонной смеси незначительно, но повышает прочность бетона при сжатии после 28 суток нормального твердения. Так при введении добавки в количестве 1 % наблюдается повышение прочности на 3,7 % по сравнению с эталонным бетоном (без добавки). Дальнейшее увеличение количества введенной добавки до 1,5 % практически не влияет на предел прочности при сжатии бетона.

Открытая пористость бетона при введении добавки резко понижается с 15,2 до 9,5%. Увеличение количества добавки «Пенетрон Адмикс» до 1,5 % понижает открытую пористость до 9%.

Влияние введения добавки на водонепроницаемость бетона также существенно. Добавка

**Таблица 1.** Составы бетонных смесей

№ составов	Расход материалов, кг/м <sup>3</sup>				
	Цемент	Песок	Щебень	Вода	Добавка «Пенетрон Адмикс»
Эталон	323	575	1 246	200	–
1	323	575	1 246	200	3,23
2	323	575	1 246	200	4,85

Таблица 2. Физико-механические свойства бетонов

Показатели	Составы бетона		
	Эталон	1	2
Прочность при сжатии после 28 суток нормального твердения, МПа	26,9	27,9	28,0
Открытая пористость, %	15,2	9,5	9,0
Коэффициент фильтрации, см/с	$5,4 \cdot 10^{-9}$	$7,8 \cdot 10^{-11}$	$8,2 \cdot 10^{-11}$
Марка по водонепроницаемости	W4	W8	W8

«Пенетрон Адмикс», введенная в количестве 1 % от массы цемента (состав 1), значительно повышает водонепроницаемость бетона от марки W4 до W8. При этом коэффициент фильтрации уменьшается с  $5,4 \cdot 10^{-9}$  до  $7,8 \cdot 10^{-11}$  см/с, т. е. по коэффициенту фильтрации добавка увеличивает давление до 1,11 МПа. Водонепроницаемость бетона состава 2 также соответствует марке W8.

Исследованные изменения свойств бетона, как известно, сопровождаются изменением его внутренней структуры. Поэтому в дальнейших исследованиях был проведен визуальный анализ влияния добавок на структуру цементного камня по фотографиям, выполненным на растровом электронном микроскопе.

На рис. 1 представлена структура бетона, полученного без использования добавок (а) и структура бетона, при приготовлении которого использовалась добавка «Пенетрон Адмикс» (б).

На рис. 1а поз. 1 – цементный камень, поз. 2 – зерна заполнителя. Цементный камень содержит множество пор и капилляров, которые хорошо видны. Присутствуют поры и в заполнителе. Стрелкой 3 отмечена усадочная трещина в цементном камне, которая по ширине раскрытия

примерно равна среднему диаметру капилляров или 3,5–4,5 мкм. Стрелкой 4 выделена полость, образовавшаяся в области пограничной по отношению к разделу «заполнитель–цементный камень».

Полость имеет оплывшие края, неравномерную ширину раскрытия по длине от 10 до 35 мкм. Полость образуется по поверхности, огибающей поверхность заполнителя, это хорошо видно на рис. 1б поз. 3. Непосредственного выхода поверхности заполнителя в полость нет, так как его поверхность покрыта тонким слоем цементного камня, который сглаживает острые углы и грани частиц заполнителя, полученные дроблением, приближая зерно заполнителя по форме к идеальному, шарообразному.

На рис. 1б поз. 1 обозначает цементный камень, поз. 2 – заполнитель. На рисунке стрелкой 4 отмечено образование в полости щетки игловидных кристаллов. Они по своей форме похожи на игловидные кристаллы гидросиликата кальция. Такие игловидные кристаллы в составе геля гидросиликата кальция достигают длины более 1 мм, образуя связанные, но рыхлые структуры между зернами. Размер полости с

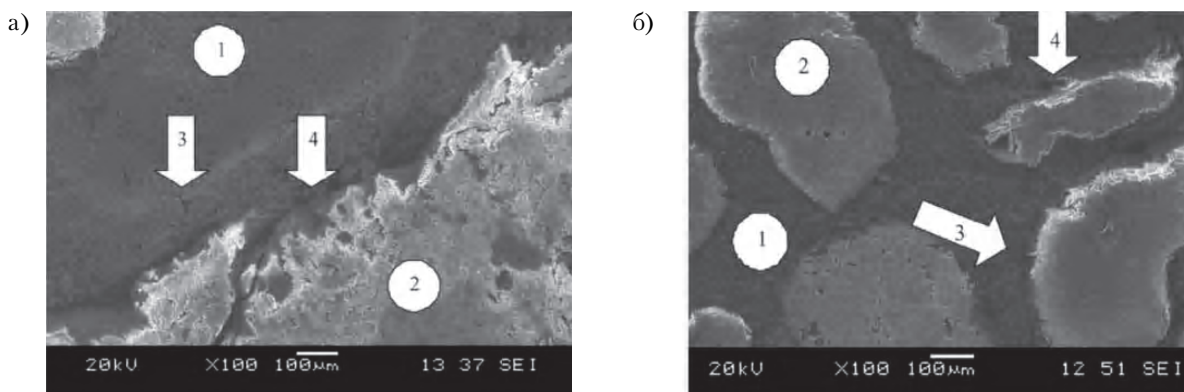


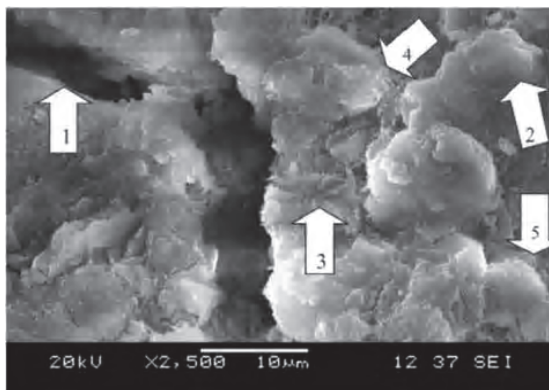
Рисунок 1. Структура бетона, полученного без использования добавок (а) и с добавкой «Пенетрон Адмикс» (б).

шириной раскрытия по длине от 10 до 35 мкм, сформировавшейся в процессе схватывания цементного камня, вполне достаточен для сохранения образовавшихся кристаллов, тем более что формируются они после образования полости вокруг заполнителя.

Наличие кристаллических гидросиликатов кальция в полости вокруг заполнителя сужает ширину полости, а местами может и перекрывать ее, что положительно повлияет на водонепроницаемость бетона. Добавка «Пенетрон Адмикс» в данном случае, как видно из рис. 1, способствует образованию кристаллов, подобных по форме и размеру кристаллам гидросиликата кальция, повышая водонепроницаемость бетона.

На рис. 2 показан цементный камень после гидратации при использовании добавки «Пенетрон Адмикс» при увеличении, позволяющем оценить структуру на уровне частиц цемента.

Ширина раскрытия полости между цементными зернами (поз. 1) в соответствии с этим рисунком достигает 5...7 мкм. Поверхность цементных зерен покрыта слоями из пластинок и чешуек из новообразований, основу которых составляет тоберморит. Добавка «Пенетрон Адмикс» привела к тому, что укрупнились размеры пластинок до 3,5...7 мкм. Все пластинки располагаются параллельными слоями (поз. 2), часть пластинок расположена веерообразно (поз. 3).



**Рисунок 2.** Полости между частицами цемента и пластинчатые новообразования на частицах цемента для бетона с добавкой «Пенетрон Адмикс».

Увеличилось и расстояние между пластинками. Распушённый добавкой тоберморитовый гель, заполняя пространство между гидратированными цементными частицами, будет уменьшать свободное пространство между ними, создавать свою собственную систему каналов и капилляров взамен широких полостей между частицами и в усадочных трещинах. Вновь созданная система каналов и капилляров будет иметь размеры полостей для проникновения воды значительно меньшие, увеличит количество пор и капилляров с диаметром менее 1 мкм, что придаст бетону большую водонепроницаемость. Часть новообразований кристаллизуется в виде игл (поз. 4). Стрелкой 5 на рис. 2 показана трещина, отделяющая зерно цемента, покрытое продуктами гидратации, от других зерен. Ширина раскрытия трещины в данном случае равна 0,1...0,15 мкм.

### Выводы

Изучение изменения структуры бетона показало, что в цементном камне без добавки продукты гидратации имеют небольшие размеры со слоистой структурой. Кроме этого расположены продукты гидратации в данном случае на поверхности цементных зерен, что практически не влияет на степень заполнения межзерновых трещин. При введении добавки «Пенетрон Адмикс» создаются условия для кристаллизации гидросиликата кальция в виде игловидных кристаллов, заполняющих полости между зернами. Кроме того, происходит заполнение пор и капилляров за счет разрыхления тоберморитового геля. Т. е. добавка изменяет структуру тоберморитового геля, увеличивает расстояние между пластинками и заставляет их раскрываться веером.

Таким образом, активный процесс образования новых кристаллов, заполняющих свободные объемы между частицами бетона, а также заполнение пор и капилляров бетона разрыхленным тоберморитовым гелем приводит к повышению водонепроницаемости бетона с добавкой «Пенетрон Адмикс» до марки W8. При этом использование добавки приводит к снижению открытой пористости бетона более чем в 1,5 раза.

## Литература

1. Козлов, В. В. Гидроизоляция в современном строительстве : учебное пособие / В. В. Козлов, А. Н. Чумаченко. – Москва : АСВ, 2003. – 120 с. – Текст : непосредственный.
2. Different aggressive media influence related to selected characteristics of concrete composites investigation / V. Ondrejka Harbulakova, A. Estokova, N. Stevulova [et. al.]. – Текст : непосредственный // *International Journal of Energy and Environmental Engineering*. – 2014. – Volume 5, Issue 2–3. – P. 1–6.
3. Зайченко, Н. М. Модифицированные цементные бетоны для устойчивого развития : учебно-справочное пособие / Н. М. Зайченко. – Донецк : «Цифровая типография», 2017. – 401 с. – Текст : непосредственный.
4. Несветаев, Г. В. Бетоны : учебно-справочное пособие / Г. В. Несветаев. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2013. – 381 с. – Текст : непосредственный.
5. Невилль, А. М. Свойства бетона / А. М. Невилль. – Москва : Издательство литературы по строительству, 1972. – 344 с. – Текст : непосредственный.
6. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / В. М. Москвин, Ф. М. Иванов, С. Н. Алексеев, Е. А. Гузеев. – Москва : Стройиздат, 1980. – 536 с. – Текст : непосредственный.
7. Development of water-repellent cement mortar using silane enriched with nanomaterials / S. Karthick, D.-J. Park, Y. Lee [et. al.]. – Текст : непосредственный // *Progress in Organic Coatings*. – 2018. – Volume 125. – P. 48–60.
8. Синявский, В. В. Материалы для гидроизоляции и гидрофобизации сооружений / В. В. Синявский. – Текст : непосредственный // *Строительные материалы*. – 2003. – № 5. – С. 22–25.
9. Роль солей в составах гидроизоляции проникающего действия для бетонов / Г. И. Овчаренко, Н. Г. Бровкина, В. Г. Быков [и др.]. – Текст : непосредственный // *Строительство*. – 2010. – № 8. – С. 28–35.
10. Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте : учебное пособие / А. А. Шилин, М. В. Зайцев, И. А. Золотарев, О. Б. Ляпидевская. – Тверь : Русская торговая марка, 2003. – 396 с. – Текст : непосредственный.
11. Использование гидроизоляционной добавки «Пенетрон Адмикс» для исключения внешней гидроизоляции подземных железобетонных конструкций / Д. В. Балакин, Д. А. Ермолаев, П. Ю. Исаков [и др.]. – Текст : непосредственный // *Промышленное и гражданское строительство*. – 2017. – Выпуск № 2. – С. 55–59.
12. Помазкин, Е. П. Гидроизоляция ограждающих конструкций в зимний период / Е. П. Помазкин. – Текст : непосредственный // *Промышленное и гражданское строительство*. – 2016. – Выпуск № 11. – С. 89–91.

## Reference

1. Kozlov, V. V.; Chumachenko, A. N. Waterproofing in modern construction : study guide. – Moscow : ASV, 2003. – 120 p. – Text : direct. (in Russian)
2. Harbulakova, V. Ondrejka; Estokova, A.; Stevulova, N. [et. al.]. Different aggressive media influence related to selected characteristics of concrete composites investigation. – Text : direct. – In: *International Journal of Energy and Environmental Engineering*. – 2014. – Volume 5, Issue 2–3. – P. 1–6. (in English)
3. Zaichenko, N. M. Modified cement concretes for sustainable development : training and reference manual. – Donetsk : «Digital printing house», 2017. – 401 p. – Text : direct. (in Russian).
4. Nesvetaev, G. V. Concretes : training and reference manual. – Rostov-on-Don : Feniks, 2013. – 381 p. – Text : direct. (in Russian)
5. Nevill, A. M. Concrete properties. – Moscow : Construction Literature Publishing House, 1972. – 344 p. – Text : direct. (in Russian)
6. Moskvina, V. M.; Ivanov, F. M.; Alekseev, S. N.; Guzeev, E. A. Corrosion of concrete and reinforced concrete, methods of their protection. – Moscow : Stroizdat, 1980. – 536 p. – Text : direct. (in Russian)
7. Karthick, S.; Park, D.-J.; Lee, Y. [et. al.]. Development of water-repellent cement mortar using silane enriched with nanomaterials. – Text : direct. – In: *Progress in Organic Coatings*. – 2018. – Volume 125. – P. 48–60. (in English)
8. Siniavskii, V. V. Materials for waterproofing and hydrophobization of structures. – Text : direct. – In: *Construction Materials*. – 2003. – № 5. – P. 22–25. (in Russian)
9. Ovcharenko, G. I.; Brovkina, N. G.; Bykov, V. G. [et. al.]. The role of salts in penetrating waterproofing compositions for concrete. – Text : direct. – In: *Construction*. – 2010. – № 8. – P. 28–35. (in Russian)
10. Shilin, A. A.; Zaitsev, M. V.; Zolotarev, I. A.; Liapidevskaia, O. B. Waterproofing of underground and buried structures during construction and repair : study guide. – Tver : Russian trademark, 2003. – 396 p. – Text : direct. (in Russian)
11. Balakin, D. V.; Ermolaev, D. A.; Isakov, P. Yu. [et. al.]. The use of a waterproofing admixture «Penetron Admix» to exclude external waterproofing of underground reinforced concrete structures. – Text : direct. – In: *Industrial and civil construction*. – 2017. – Issue № 2. – P. 55–59. (in Russian)
12. Pomazkin, E. P. Waterproofing of building envelopes in winter. – Text : direct. – In: *Industrial and civil construction*. – 2016. – Issue № 11. – P. 89–91. (in Russian)

**Киценко Татьяна Петровна** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: цементные бетоны с заполнителями из отходов промышленности.

**Егорова Елена Владимировна** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологий строительных конструкций, изделий и материалов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: самоуплотняющиеся бетоны.

**Каширин Александр Валериевич** – директор ООО «Пенетрон-Донецк» (официальный представитель ЗАО «Группа Компаний "Пенетрон-Россия"»). Научные интересы: гидроизоляция и антикоррозионная защита бетонных и железобетонных конструкций.

**Киценко Тетяна Петрівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій будівельних конструкцій, виробів і матеріалів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: цементні бетони з заповнювачами з відходів промисловості.

**Єгорова Олена Володимирівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій будівельних конструкцій, виробів і матеріалів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: самоупільнювальні бетони.

**Каширін Олександр Валерійович** – директор ТОВ «Пенетрон-Донецьк» (офіційний представник ЗАТ «Група Компаній "Пенетрон-Росія"»). Наукові інтереси: гідроізоляція і антикорозійний захист бетонних і залізобетонних конструкцій.

**Kitsenko Tatyana** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technologies of Building Structures, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: cement concretes with aggregates of industrial wastes.

**Yegorova Elena** – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technologies of Building Structures, Products and Materials Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: self-compacting concretes.

**Kashirin Alexander** – director of LLC «Penetron-Donetsk» (official representative CC «Group of Companies "Penetron-Russia"»). Scientific interests: waterproofing and anticorrosive protection of concrete and reinforced concrete structures.