

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

MINISTRY OF EDUCATION AND
SCIENCE OF UKRAINE

National Technical University
Kharkiv Polytechnic Institute”

Вісник
Національного технічного
університету «ХПІ»

Серія:
Хімія, хімічна технологія
та екологія

№ 2

Збірник наукових праць

Видання засноване у 1961 р.

Bulletin
of the National Technical
University “KhPI”

Series:
Chemistry, Chemical
Technology and Ecology

No. 2

Collection of Scientific papers

The edition was founded in 1961

Харків
НТУ «ХПІ», 2019

Kharkiv
NTU KhPI”, 2019

Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія = Bulletin of the National Technical University «KhPI». Series: Chemistry, Chemical Technology and Ecology : зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – № 2 2019. – 72 с. – ISSN 2079-0821.

У збірнику представлені результати досліджень в галузі хімії, хімічної технології та інженерії, харчових технологій, фармацевтичної та промислової біотехнології, екології та ресурсозбереження.

The collection presents the results of research in the field of chemistry, chemical technology and engineering, food technologies, pharmaceutical and industrial biotechnology, ecology and resource saving.

Державне видання.

Свідоцтво Держкомітету з інформаційної політики України КВ №23780-13620Р від 14 лютого 2019 року.

Мова статей – українська, російська та англійська.

Засновник Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут».

Founder National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute».

Редакційна колегія серії:

Відповідальний редактор:

Рищенко І. М., д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна.

Відповідальний секретар:

Гапонова О. О., к-т техн. наук, доц., НТУ «ХПІ», Україна.

Editorial staff:

Associate editor:

Ryshchenko Igor, dr. tech. sc., prof. NTU «KhPI», Ukraine.

Executive secretary:

Gaponova Olena, Ph.D., asst. prof., NTU «KhPI», Ukraine.

Члени редколегії:

Авраменко В. Л., к-т техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна;
Арсеньєва О. П., д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна;
Білецький В. С., д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна;
Близнюк О. М., д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна;
Ведь В. Є., д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна;
Гринь Г. І., д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна;
Крамаренко В. Ю., д-р хім. наук, доц., НТУ «ХПІ», Україна;
Краснопольський Ю. М., д-р фарм. наук, доц., НТУ «ХПІ», Україна;
Лісачук Г. В., д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна;
Мірошніченко Д. В., д-р техн. наук, с.н.с., НТУ «ХПІ», Україна;
Некрасов П. О., д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна;
Посохов Є. О., д-р хім. наук, НТУ «ХПІ», Україна;
Россихін В. В., д-р мед. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна;
Сахненко М. Д., д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна;
Товажнянський Л. Л., д-р техн. наук, чл.-кор. НАН України, НТУ «ХПІ», Україна;
Тульський Г. Г., д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна;
Циганков О. В., д-р хім. наук, НТУ «ХПІ», Україна;
Шабанова Г. М., д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна;
Шаповров В. П., д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ», Україна;
Levitskii Ivan, Doctor of Science, Professor, Belarusian State Technological University, Republic of Belarus;
Fischer, Hans-Bertram, Dr.-Ing., Professor Werkstoffe des Bauens-Betriebsleiter, Bauhaus-Universität Weimar, Fakultät Bauingenieurwesen F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde, Bundesrepublik Deutschland;
Ciak Marek J., Dr. hab. Inż., Prof. UWM, Zakład Inżynierii Materiałów i Procesów Budowlanych, UWM w Olsztynie, Polska;
Rusu Ion Vladimir, Doctor habilitat în Științe tehnice, Profesor, Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova;
Denafas Gintaras, Dr., Profesor, Associate Prof., Department of Environmental Engineering, Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology, Lithuania;
Volker Hesse, Dr., Geschäftsführer bei Saint-Gobain Ceramic Materials, Germany.

Editorial staff members:

Avramenko Vyacheslav, cd. tech. sc., prof. NTU «KhPI», Ukraine;
Arsenyeva Olga, dr. tech. sc., prof., NTU «KhPI», Ukraine;
Biletskyy Volodymyr, dr. tech. sc., prof., NTU «KhPI», Ukraine;
Bliznjuk Olga, dr. tech. sc., prof., NTU «KhPI», Ukraine;
Ved' Valeriy, dr. tech. sc., prof., NTU «KhPI», Ukraine;
Gryn Grigoriy, dr. tech. sc., prof., NTU «KhPI», Ukraine;
Kramarenko Viktor, dr. chem., asst. prof., NTU «KhPI», Ukraine;
Krasnopolsky Yuriy, dr. Pharm. sc., prof., NTU «KhPI», Ukraine;
Lisachuk Georgiy, dr. tech. sc., prof., NTU «KhPI», Ukraine;
Miroshnichenko Denis, dr. tech. sc., NTU «KhPI», Ukraine;
Nekrasov Pavlo, dr. tech. sc., prof., NTU «KhPI», Ukraine;
Posokhov Yevgen, dr. chem. sc., asst. prof., NTU «KhPI», Ukraine;
Rossikhin Vasil, dr. med. sc., prof., NTU «KhPI», Ukraine;
Sakhnenko Mykola, dr. tech. sc., prof., NTU «KhPI», Ukraine;
Tovazhnyansky Leonid, dr. tech. sc., member-cor. of National Academy of Science of Ukraine, NTU «KhPI», Ukraine;
Tulskiy Hennadii, dr. tech. sc., prof., NTU «KhPI», Ukraine;
Tsygankov Alexander, dr. chem. sc., prof., NTU «KhPI», Ukraine;
Shabanova Galina, dr. tech. sc., prof., NTU «KhPI», Ukraine;
Shaporev Valeriy, dr. tech. sc., prof., NTU «KhPI», Ukraine;
Levitskii Ivan, Doctor of Science, Professor, Belarusian State Technological University, Republic of Belarus;
Fischer, Hans-Bertram, Dr.-Ing., Professor Werkstoffe des Bauens-Betriebsleiter, Bauhaus-Universität Weimar, Fakultät Bauingenieurwesen F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde, Bundesrepublik Deutschland;
Ciak Marek J., Dr. hab. Inż., Prof. UWM, Zakład Inżynierii Materiałów i Procesów Budowlanych, UWM w Olsztynie, Polska;
Rusu Ion Vladimir, Doctor habilitat în Științe tehnice, Profesor, Universitatea Tehnică a Moldovei, Republica Moldova;
Denafas Gintaras, Dr., Profesor, Associate Prof., Department of Environmental Engineering, Faculty of Chemical Technology, Kaunas University of Technology, Lithuania;
Volker Hesse, Dr., Geschäftsführer bei Saint-Gobain Ceramic Materials, Germany.

Протокол № 8 від 27 вересня 2019 р.

Рекомендовано до друку Вченою Радою НТУ «ХПІ»

С. М. ЛОГВИНКОВ, Г. Н. ШАБАНОВА, В. Г. КОБЗИН, А. Н. КОРОГОДСКАЯ, В. Н. ШУМЕЙКО, Х.-Б. ФИШЕР

ГИДРОИЗОЛЯЦИОННО-ДЕКОРАТИВНАЯ ШТУКАТУРКА ДЛЯ БЕТОННЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

Развитие отечественного производства строительных материалов происходит в направлении создания новых конкурентоспособных сухих строительных смесей полифункционального и декоративного назначения, в том числе для выполнения жесткой гидроизоляционной штукатурки бетонных резервуаров, допускающих введение красителей-пигментов либо непосредственно в состав самой смеси, либо в специальную композицию для выполнения декоративного покровного слоя. Конкурентоспособность такой сухой строительной смеси обеспечивается инновационным решением по пластификации, уплотнению и гидрофобизации при гидратационном твердении портландцементной композиции за счет введения в ее состав в малых концентрациях недорогих и недефицитных добавок, в частности, нитрата кальция. Для расширения области применения таких гидроизоляционных композиций возможно введение пигментов-красителей с одновременным присутствием модифицирующих добавок, в частности, сернокислого аммония, СДБ или ЛСТ (в количестве до 0,2 масс. %) или редуцируемых порошков винил-ацетатного типа (до 0,005 – 0,1 масс. % от массы цемента). Декорирование жесткой гидроизоляционной штукатурки, выполненной на основе базовой сухой строительной смеси, допускает применение готовых композиций, присутствующих на рынке строительных материалов Украины (например, Ceresit СТ-64).

Ключевые слова: сухие строительные смеси; гидроизоляционная штукатурка; добавки; нитрат кальция; пигменты; бетонный резервуар.

С. М. ЛОГВИНКОВ, Г. М. ШАБАНОВА, В. Г. КОБЗИН, А. М. КОРОГОДСЬКА, В. М. ШУМЕЙКО, Х.-Б. ФИШЕР

ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНО-ДЕКОРАТИВНА ШТУКАТУРКА ДЛЯ БЕТОННИХ РЕЗЕРВУАРІВ

Розвиток вітчизняного виробництва будівельних матеріалів відбувається у напрямку створення нових конкурентоздатних сухих будівельних сумішей поліфункціонального та декоративного призначення, у тому числі для виконання жорсткого гідроізоляційного штукатурення бетонних резервуарів, що допускає введення барвників та пігментів безпосередньо до складу самої суміші, або до спеціальної композиції для виконання декоративного покривного шару. Конкурентоздатність такої сухої будівельної суміші забезпечується інноваційними рішеннями щодо пластифікації, ущільнення та гідрофобізації при гідратаційному твердненні портландцементної композиції за рахунок введення до її складу у малих кількостях недорогих та недефіцитних добавок, зокрема нітрату кальцію. Для розширення галузі застосування таких гідроізоляційних композицій можливим є введення барвників та пігментів з одночасною присутністю модифікуючих добавок, зокрема, сульфату амонію, СДБ або ЛСТ (у кількості до 0,2 мас. %) або редуцированих порошків вініл-ацетатного типу (до 0,005 – 0,1 мас. % від маси цементу). Декорування жорсткого гідроізоляційного штукатурення, яке виконано на базі сухої будівельної суміші, допускає використання готових композицій, присутніх на ринку будівельних матеріалів України (наприклад, Ceresit СТ-64).

Ключові слова: сухі будівельні суміші; гідроізоляційне штукатурення; добавки; нітрат кальцію; пігменти; бетонний резервуар.

S. LOGVYNKOV, H. SHABANOVA, V. KOBZYN, A. KOROHODSKA, V. SHUMEJKO, H.-B. FISCHER

HYDRO-ISOLATING DECORATIVE PLASTER FOR CONCRETE RESERVOIRS

Development of Ukrainian build materials production takes place in the direction of new competitive dry build mixtures creation with polyfunctional and decorative setting, including for implementation of hard hydro-isolating plaster of concrete reservoirs, assuming introduction of dyes-pigments either directly in the complement of mixture or in the special composition for implementation of decorative integumentary layer. The competitiveness of such dry build mixture is provided by the innovative decision on plasticizing, compacting and hydro-phobization at hydrative hardening of Portland-cement composition due to introduction to its composition in small concentrations of inexpensive and unscarce additions, in particular, of calcium nitrate. For expansion of application domain of such hydro-isolating compositions introduction of pigments-dyes with the simultaneous presence of modifying additions is possible, in particular, of ammonium sulfate, sulfite yeast brew or technical lignosulfonate (in the amount of to 0,2 mass. %) or redispersible powders of a vinyl-acetate type (to 0,005 – 0,1 mass. % from mass of cement). Scenery of the hard hydro-isolating plaster executed on the basis of base dry build mixture assumes application of the prepared compositions present at the market of build materials of Ukraine (for example, Ceresit СТ-64).

Keywords: dry build mixtures; hydro-isolating plaster; additions; calcium nitrate; pigments; concrete reservoir.

Введение. Совершенствование архитектурно-конструкторских решений и развитие инновационных технологий строительства с применением современных материалов диктуется прагматической рациональностью и эстетическими вкусами общества [1]. В последние десятилетия современные строительные материалы стремительно развиваются, в том числе за счет освоения сухих строительных смесей разнообразного назначения. Составы таких смесей сбалансированы по гранулометрии и модифицированы специальными добавками. Разработка сухих

строительных смесей (ССС) наукоемкая задача, а изготовление требует эффективного оборудования, прецизионной дозировки всех компонентов и высококвалифицированного персонала. Именно поэтому значительное внимание специалистов привлечено к исследованию составов и композиций наиболее ответственного назначения – гидроизоляционного [2-9]. Для цементосодержащих композиций гидроизоляционного назначения первостепенную роль играют специальные добавки, которые регулируют процессы структуро- и фазообразования при гидратационном

твердении цементного камня, а комбинации которых являются предметом многочисленных исследований [10-15].

Азотнокислый кальций в качестве добавки к цементосодержащим растворам и бетонам известен давно [10-13, 16, 17]. Согласно Ратинову В. Б. [11] азотнокислый кальций по механизму действия относится к 1, 2 и 3 классу добавок. 1 класс добавок – это вещества, не изменяющие растворимость вяжущих и не вступающие с ними в химическую реакцию, ускоряющие процессы твердения и повышающие морозостойкость. 2 класс добавок – соли-электролиты, имеющие одноименные с вяжущими ионы и снижающие их растворимость, но ускоряющие кристаллизацию продуктов гидратации. Также ко 2 классу добавок относятся электролиты, которые реагируют с вяжущими с образованием труднорастворимых продуктов гидратации, и которые являются ускорителями твердения и противоморозными. К 3 классу добавок относятся соли, вступающие с клинкерными минералами при твердении в реакции присоединения с образованием двойных солей типа $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaX}_2\cdot(10-12)\text{H}_2\text{O}$, где X – однозарядный анион, в частности NO_3^- . Соответственно, в стандарты и строительные нормы закладывалось применение азотнокислого кальция значительной концентрации по отношению к портландцементу в качестве ускорителя твердения или противоморозной добавки. В последние годы выявлено ряд новых функций азотнокислого кальция в цементосодержащих композициях, в т.ч. при его содержании в малых и сверхмалых концентрациях [14, 15, 18-20]. В работах авторов [14, 15, 18, 20] показана эффективность применения азотнокислого кальция при решении новой экологической проблемы мировой индустрии строительства – выделению аммиака из бетонов и растворов на основе портландцемента. Теоретически обосновано, что источником аммиака являются нитриды железа, которые образуются в определенных условиях получения портландцементного клинкера, а азотнокислый кальций при гидратации способен инициировать эмиссию аммиака на ранних стадиях твердения растворов и бетонов. При этом реализуется механизм гидролиза нитридов железа с вовлечением в окислительно-восстановительную реакцию кислорода воздуха, находящегося в тупиковых порах или абсорбированного частицами портландцемента и заполнителей. Выделяющиеся микропузырьки аммиака пластифицируют цементное тесто и создают условия максимальной консолидации всех компонентов композиции. При этом проявляется диспергирующий эффект азотнокислого кальция, особенно значительно проявляющийся в первые 15 минут гидратации портландцементной композиции, что удовлетворительно коррелируется с данными, приведенными в работе [19]. По данным [19] активная гидратация и диспергация основных фаз портландцемента с формированием в CSH-геле линейных структур, наблюдавшихся в твердеющем цементном тесте (с добавкой азотнокислого кальция и пластификатором) в виде волокон длиной ~ 50 нм. Более

того, в исследованиях [14, 15] установлен эффект гидрофобизации цементного камня добавкой азотнокислого кальция, проявляющийся после 1 суток твердения, а также позитивное влияние на образование и стабилизацию AF_m - AF_f -фаз с преимущественно игольчатой морфологией кристаллов, что способствует микроармированию структуры и заполнению порового пространства.

Выше представленные доводы послужили стимулом для проверки позитивного влияния азотнокислого кальция на фазо- и структурообразование в цементно-песчаных растворах для гидроизоляции экспериментальных бетонных резервуаров.

Разработка отечественных составов, способных конкурировать с импортными гидроизоляционными штукатурными сухими смесями KNAUF «Зокельпутц УП 310», «Интерпутц УП 210», в которые для создания гидрофобизирующего эффекта вводят специальные дорогостоящие добавки, является актуальной задачей строительного материаловедения.

Характеристика объекта и материалов. На экспериментальном строительном объекте – сложно-профильном бассейне с максимальной глубиной 4 м выполнена жесткая гидроизоляция бетонных стен и дна. Гидроизоляция бассейна выполнена в два слоя с использованием гидроизоляционной штукатурки. Бетон предварительно очищался и увлажнялся, гидроизоляционные слои толщиной порядка 15 мм каждый наносились вручную штукатурным инструментом. Раствор пластичен, адгезия к бетону высокая. Второй слой гидроизоляции наносился через 15 часов после изготовления первого слоя, т.к. после суток твердения поверхность штукатурного слоя гидрофобизуется. Отскок растворной смеси дополнительно увлажнялся и применялся для сглаживания острых двугранных углов между дном и стенками (радиус закругления около 40 мм). Толщина каждого слоя контролировалась по выставленным маякам. Гидроизоляционный раствор готовили в бетономешалке с электроприводом емкостью $0,5\text{ м}^3$ из готовой опытной партии сухой строительной смеси при водоцементном отношении 0,26. Сухая строительная смесь приготовлена из кварцевого песка и портландцемента (в соотношении 2,5:1) и комплексной добавки, содержащей азотнокислый кальций [14]. Портландцемент марки ПЦ 1-400-Н в соответствии с сертификатом имеет следующий минералогический состав, масс. % : C_3S – 66,3; C_2S – 13,1; C_3A – 5,5; C_4AF – 13,2. Кварцевый песок Безлюдовского карьера Харьковской области с модулем крупности 1,25 отсеян для отбора фракций 0,315 – 1,25 мм, промыт от пыли и глинистых частиц и имел насыпную плотность 1635 кг/м^3 . Соотношение основных фракций песка 0,315; 0,63 и 1,25 составило 4 : 4 : 7.

При замешивании раствора, а также в начальный период нанесения и твердения штукатурных слоев гидроизоляции отмечался слабый запах аммиака, что согласуется с механизмом действия азотнокислого кальция [14, 15, 18, 20]. На 7 сутки после нанесения второго слоя штукатурки бассейн наполняли водой. При визуальном осмотре поверхностных дефектов не

обнаружено, однако, поверхность штукатурки имела темно-серый цвет, в связи с чем принято решение о нанесении дополнительного декоративного слоя-стяжки толщиной до 4 мм. Для этого при замешивании раствора к сухим строительным смесям добавлялся органический краситель-пигмент голубой фталоцианиновый β -модификации (ТУ 6-38-05800142-165-0-94, АО «Пигмент», г. Тамбов). Декоративный слой наносили зубчатым шпателем с размером зубцов 4×4 мм. После 3 суток твердения на поверхности декоративного (светло-голубого цвета) слоя появились неясные микротрещины, образующие мозаично-блочные многоугольники (преимущественно с 5 – 10 ребрами длиной 150–250 мм). Некоторые из таких блоков при простукивании издавали глухой звук, что указывало на частичное отслоение от подложки. Для проверки целостности гидроизоляции бассейн залили водой и выдерживали 15 суток с контролем уровня. В результате наблюдений сделан вывод о сохранности гидроизоляционных штукатурных слоев, т.к. падение уровня воды обусловлено только за счет ее испарения с поверхности бассейна. Решение возникшей проблемы расширяло функциональное назначение сухих строительных смесей в качестве гидроизоляционно-декоративного назначения, а его поиск осуществлялся в двух направлениях:

- подобрать к существующему составу сухих строительных смесей недорогую и недефицитную добавку, обеспечивающую совместимость с применявшимся красителем (без снижения основных гидроизоляционных свойств штукатурки) и возможность не ограничивать время межслоевого нанесения одними сутками;

- предложить грунтовку или обмазку по гидрофобной поверхности штукатурки, имеющей достаточную адгезию для дальнейшего декорирования различными лакокрасочными композициями, в т.ч. не на основе сухих строительных смесей.

В экспериментальных работах по подбору таких добавок и обмазок использовались: лигносульфонат технический марки Т (ЛСТ); триполифосфат натрия (ТПФН); поливинил-ацетатная дисперсия грубополимерная (ПВА); бура; гипофосфит натрия (ГФН); сахарная патока; сернокислый аммоний; сульфитно-дрожжевая бражка (СДБ); грунтовка Ceresit СТ 17 и акриловая пигментированная композиция Ceresit СТ 64 (ООО «Хенкель Баутехник», г. Балаклея, Харьковская область).

Экспериментальные результаты и обсуждение. Для проведения экспериментальных исследований изготовлены образцы в форме параллелепипедов размером 100×100×15 мм из сухих строительных смесей, рецептурно-технологические параметры выдерживали аналогичными гидроизоляционным штукатурным слоям бассейна.

1. Через 7 суток нормального твердения на поверхность образцов наносили промежуточный слой грунтовки или обмазки и выдерживали 1 сутки, устанавливали отцентрованную металлическую обечайку 50×50×15 мм, изготавливали состав, аналогичный основе и шпателем заполняли обечайку, выдерживали

в нормальных условиях (температура -20 ± 2 °С, влажность 65 ± 5 %) 7 суток; затем наклеивали на поверхность металлический штамп, используя эпоксидный клей марки ЭД-20 с традиционным отвердителем – полиэтиленполиамином (ПЭПА) в пропорции 9 : 1; дополнительно выдерживали в нормальных условиях 1 сутки для отверждения клея. На разрывной машине УМЭ-10М определяли предел прочности на отрыв, как среднее арифметическое по пяти экспериментальным результатам.

2. Изготовление образцов производилось аналогично 1, но промежуточный слой не наносился, а обечайка заполнялась экспериментальными составами с добавлением в воду затвердения фталоцианинового пигмента-красителя и исследуемых добавок № 1 – 8 (см. табл. № 1) в концентрациях 0,1 – 0,5 масс. % с шагом 0,1 масс. % (от массовой концентрации портландцемента в сухой строительной смеси).

Кроме специальной методики определения прочности на отрыв $\sigma_{от}$ применяли методы определения водопоглощения (W) и предела прочности при сжатии $\sigma_{сж}$ на образцах экспериментальных составов в форме кубиков размером 20×20×20 мм [20]. Визуально производилась оценка способности удерживаться на поверхности экспериментальных образцов капли воды, наносимой с высоты 10 мм из стеклянного капилляра с внутренним диаметром 2,0 мм.

По результатам испытаний установлено, что добавки триполифосфата натрия, буры, сахарной патоки для всех исследуемых концентраций, а добавки ЛСТ и СДБ с концентрацией 0,3 – 0,5 масс. % способствовали разрыхлению микроструктуры экспериментальных образцов, их поверхность была гидрофильной на 3 сутки твердения и впитывала каплю воды практически мгновенно, а предел прочности при сжатии находился в интервале 12 – 20 МПа, т.е. близко установленному нижнему пределу [2]. Добавка сернокислого аммония (СА) при концентрациях 0,3 – 0,5 масс. % вызывала визуально наблюдаемый эффект расслоения состава в момент нанесения – образовывались области с разным оттенком красителя, однако в затвердевших образцах разнотонность не сохранялась. По указанным причинам отмеченные добавки в указанных концентрациях при дальнейших исследованиях были исключены. Другие типы добавок обеспечивали желаемый результат в малых концентрациях 0,1 – 0,2 масс. %. Результаты исследований обобщены и представлены в табл. 1.

Наиболее низкие значения свойств (см. табл. 1) имеет композиция с добавкой ГФН. Введение добавки ПВА обеспечивает высокую адгезию композиции к гидрофобной поверхности образца-основы, что следует из максимальных значений $\sigma_{от}$. Одновременно наблюдается увеличение предела прочности при сжатии затвердевшей композиции (выше, чем фиксируется у основы) и значительно возрастает водопоглощение. Эти неоднозначные показатели свойств композиции можно согласовать за счет снижения концентрации ПВА до 0,05 масс. %, что дает возможность модифицировать сухую строительную

смесь введением в ее состав редуцируемых полимерных порошков не только винилацетатного, но и других типов, в частности гомо- или сополимеров: винилацетат-этилен, винилацетат-акрилат и т.п. [5]. Добавки ЛСТ и СДБ в концентрациях 0,1 – 0,2 масс. % могут применяться для решения поставленных задач путем добавления в воду затвердения непосредственно на рабочем объекте, а также могут рекомендоваться для модифицирования состава сухих строительных смесей. Добавка сульфата аммония в концентрации 0,1 масс. % наиболее рациональна и позволяет разрабатывать композиции для декоративно-гидроизоляционных штукатурок, в частности, с применением пигментов-красителей фталоцианинового типа.

Таблица 1 – Результаты исследований

Тип образца	№	Состав композиции	W, %	$\sigma_{сж}$, МПа	$\sigma_{от}$, МПа
основа	1	ССС + H ₂ O	0,1	45	-
основа – основа с красителем и добавкой	2	СДБ 0,1 масс. %	0,3	39	2,38
	3	СДБ 0,2 масс. %	0,2	38	2,59
	4	ЛСТ 0,1 масс. %	0,3	38	2,65
	5	ЛСТ 0,2 масс. %	0,2	40	2,68
	6	СА 0,1 масс. %	0,1	40	3,11
	7	СА 0,2 масс. %	0,2	35	3,02
	8	ГФН 0,1 масс. %	1,1	35	1,75
	9	ГФН 0,2 масс. %	0,8	37	2,57
	10	ПВА 0,1 масс. %	0,3	49	3,24
	11	ПВА 0,2 масс. %	0,4	53	3,37
основа – промежуточный слой – основа	12	промежуточный слой из портландцемента + 10 % ПВА	—	—	2,52
	13	промежуточный слой из Ceresit СТ-17	—	—	0,82
	14	промежуточный слой из Ceresit СТ-64	—	—	2,38

Примечание: значения W и $\sigma_{сж}$ для составов № 2 – 11 определены на образцах «основа с красителем и добавкой»

Среди композиций, испытанных для нанесения на гидрофобную поверхность образца гидроизоляционной штукатурки, грунтовка глубокого проникновения Ceresit СТ-17 не обеспечила высокого показателя $\sigma_{от}$, а значит адгезии (см. табл. № 1). Вместе с тем, простая в изготовлении композиция портландцемента с ПВА имеет хорошую адгезию к штукатурным слоям из исследуемой сухой строительной смеси и допускает как окрашивание введением пигментов-красителей в состав самой композиции, так и окрашивание затвердевшего слоя из этой композиции различными типами красителей, применяемых для декорирования штукатурок на основе портландцемента. Готовая акриловая композиция Ceresit СТ-64 имеет широкую гамму цветов и оттенков, а значение $\sigma_{от}$ (см. табл. 1) свидетельствует о возможности ее применения для декорирования

гидроизоляционных слоев на основе исследуемой сухой строительной смеси вне зависимости от сроков их нанесения и твердения.

Заклучение. Развитие отечественного производства строительных материалов происходит в направлении создания новых конкурентоспособных сухих строительных смесей полифункционального и декоративного назначения, в том числе для выполнения жесткой гидроизоляционной штукатурки бетонных резервуаров, допускающих введение красителей-пигментов либо непосредственно в состав самой смеси, либо в специальную композицию для выполнения декоративного покровного слоя. Конкурентоспособность такой сухой строительной смеси обеспечивается инновационным решением по пластификации, уплотнению и гидрофобизации при гидратационном твердении портландцементной композиции за счет введения в ее состав в малых концентрациях недорогих и недефицитных добавок, в частности, нитрата кальция. Для расширения области применения таких гидроизоляционных композиций возможно введение пигментов-красителей с одновременным присутствием модифицирующих добавок, в частности, сернокислого аммония, СДБ или ЛСТ (в количестве до 0,2 масс. %) или редуцируемых порошков винил-ацетатного типа (до 0,005 – 0,1 масс. % от массы цемента). Декорирование жесткой гидроизоляционной штукатурки, выполненной на основе базовой сухой строительной смеси, допускает применение готовых композиций, присутствующих на рынке строительных материалов Украины (например, Ceresit СТ-64).

Список литературы

1. Основи виробництва стінових та оздоблювальних матеріалів / Р.Ф. Рунова, В.І. Гоц, О.Г. Гелеверя [та інш.]. – К.: Основа, 2017. – 528 с.
2. Гідроізоляційні цементні композити проникної дії / А.А. Плугін, Т.О. Костюк, О.Ю. Порошин [та інш.]. – Х.: Колегіум, 2018. – 268 с.
3. Ресурсоощадюча технологія гідроізоляційної композиції для бетонних будівельних конструкцій та споруд / С.М. Логвінков, В.Н. Шумейко, Г.Н. Шабанова [и др.] // Техніка та технологія силікатів. – 2015. – Т. 22, № 3. – С. 24-30.
4. Большаков Э.Л. Сухие смеси для гидроизоляционных работ // Э.Л. Большаков // Строительные материалы. – 1999. – № 3. – С. 28-29.
5. Рунова Р.Ф. Технологія модифікованих будівельних розчинів / Р.Ф. Рунова, Ю.Л. Носовський. – К.: КНУБА, 2007. – 256 с.
6. Фадеев А.Б. Гидроизоляция подземных частей зданий и сооружений / А.Б. Фадеев. – СПб: СПбГАСУ, 2008. – 53 с.
7. Пат. 43448 Україна, МПК С04В 28/00, С04В 14/06 (2006.01). Гідроізоляційна композиція / С.М. Логвінков, В.М. Тарасенко, О.Р. Духовний; заявники та патентовласники С.М. Логвінков, В.М. Тарасенко, О.Р. Духовний. – № 98126820; заявл. 23.12.1998; опубл. 17.12.2001, Бюл. № 11.
8. Пат. 93322 Україна, МПК С04В 41/65 (2006.01), С04В 103/65 (2006.01), С04В 24/00, С04В 14/00, С04В 28/00. Мінеральна суміш, що самоущільнюється, для гідроізоляційного покриття / Т.О. Костюк, М.Г. Салія, Д.А. Бондаренко, Ю.М. Ізбаш; заявник та патентовласник ХДТУБА. – № а201000925; заявл. 29.01.2009; опубл. 25.01.2011, Бюл. № 2.
9. Патент 57543 Україна, МПК С04В 24/00. Суха будівельна суміш для ремонтних робіт / Т.О. Костюк, О.Г. Вандаловський, М.Г. Салія, Д.А. Бондаренко; заявник та патентовласник

- ХДТУБА. – № u201003285; заявл. 22.03.2010; опубл. 10.03.2011, Бюл. № 5.
10. Афанасьев Н.Ф. Добавки в бетоны и растворы / Н.Ф. Афанасьев, М.К. Целуйко. – К. Будівельник, 1989. – 128 с.
 11. Ратинов В.Б. Добавки в бетон / В.Б. Ратинов, Т.И. Розенберг. – М.: Стройиздат, 1989. – 188 с.
 12. Ларионова З.М. Комплексные соли в цементном камне с химическими добавками / З.М. Ларионова, Л.Б. Никитина, О.С. Волков // Изв. АН СССР. Серия: Неорганические материалы. – 1966. – Т. 2. – № 3. – С. 560-567.
 13. Кучеряева Г.Д. Влияние добавок на основе хорошо растворимых солей кальция на структурно-механические свойства цементного камня и морозостойкость цементных материалов / Г.Д. Кучеряева, Т.И. Розенберг, В.Б. Ратинов // Новые эффективные виды цемента. – М.: Минстройматериалов СССР, 1981. – С. 110-113.
 14. Шумейко В.М. Цементвісні композиції з модифікуючими добавками для неформованих мас: автореф. дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.17.11 / Віта Миколаївна Шумейко. – Харків: НТУ ХПІ, 2018. – 24 с.
 15. Электрокинетические и микроструктурные особенности гидратации портландцемента в присутствии добавок в воде затвердения / Шумейко В.Н., Шабанова Г.Н., Логвинков С.М. [и др.] // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2016. – № 35 (1207). – С. 14-24.
 16. Рекомендации по применению азотнокислого кальция при изготовлении железобетонных и бетонных конструкций // Донецкий ПромстройНИИпроект Госстроя СССР, 1976. – 21 с.
 17. Брейтман Э.Д. Исследование бетонов с комплексной добавкой НКМ, твердеющих при температурах ниже 0 °С: автореф. дисс. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / Э.Д. Брейтман. – М.: МАДИ, 1970. – 18 с.
 18. Влияние добавки азотнокислого кальция на эмиссию аммиака из цементного камня / Г.Н. Шабанова, С.М. Логвинков, Т.В. Школьников, В.Н. Шумейко // Зб. наук. праць Українського державного університету залізничного транспорту. – Х.: УкрДУЗТ, 2016. – С. 189-201.
 19. Kanchanason V. C-S-H Formation via Non-Classical Nucleation from an Amorphous Precursor and its Transformation to C-S-H Foils / V. Kanchanason, J. Plank // 20 International Baustofftagung. 12-14 September, 2018. – Tagungsbericht. – Band 1. – Weimar, Bundesrepublik, Deutschland. – Weimar, 2015. – S. 113-120.
 20. Теоретическое обоснование возможности образования нитридов железа при получении портландцементного клинкера / Г.Н. Шабанова, С.М. Логвинков, В.Н. Шумейко [и др.] // Новітні технології, обладнання та системи управління у будівництві: Колективна монографія / Під загальною ред. В.П. Сопова. – Харків: ХНУБА, 2016. – С. 34-41.
 - kompozyciya [Waterproofing composition]. Patent UA, no 43448, 2001.
 8. Kostyuk T.O., Saliya M.G., Bondarenko D.A., Izbash Yu.M. Mineralna sumish, shho samoushchilnyuyetsya, dlya gidroizolyacijnogo pokryttya [Mineral self-compacting mixture for waterproofing coating]. Patent UA, no 93322, 2011.
 9. Kostyuk T.O., Vandalovskiy O.G., Saliya M.G., Bondarenko D.A. Suha budivselna sumish dlya remontnyh robot [Dry construction mixture for repair work]. Patent UA, no 57543, 2011.
 10. Afanas'ev N.F., Celujko M.K. Dobavki v betony i rastvory [Concrete and mortar additives]. Kiev, Budivselnyk Publ., 1989, 128 p.
 11. Ratinov V.B., Rozenberg T.I. Dobavki v beton [Concrete additives]. Moscow, Strojizdat Publ., 1989, 188 p.
 12. Larionova Z.M., Nikitina L.B., Volkov O.S. Kompleksnye soli v cementnom kamne s himicheskimi dobavkami [Complex salts in cement stone with chemical additives]. Izv. AN SSSR. Seriya: Neorganicheskie materialy, 1966, vol. 2, no 3, pp. 560-567.
 13. Kucheryaeva G.D., Rozenberg T.I., Ratinov V.B. Vliyanie dobavok na osnove horosho rastvorimykh soley kal'ciya na strukturno-mekhanicheskie svoystva cementnogo kamnya i morozostojkost' cementnyh materialov [The effect of additives based on highly soluble calcium salts on the structural and mechanical properties of cement stone and frost resistance of cement materials]. Novyye effektivnye vidy cementa. Moscow, Publ. of Minstroymaterialov SSSR, 1981. pp. 110-113.
 14. Shumeiko V.M. Cementvmisni kompozyciji z modyfikuyuchymy dobavkamy dlya neformovanyh mas: avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. tehn. nauk: spets. 05.17.11 "Tehnologiya tugoplavykh nemetalichnykh materialiv" [Cement-Containing Compositions with Modifying Additives for Unmolded Masses. Abstract of a thesis candidate eng. sci. diss. (Ph. D.) 05.17.11 "Technology of Refractory Nonmetallic materials"]. Kharkiv, 2018. 24 p.
 15. Shumejko V.N., Shabanova G.N., Logvinkov S.M., Korohodska A.N., Nagorniy A.O. Elektrokineticheskie i mikrostrukturne osobennosti gidratatsii portlandcementa v prisutstvii dobavok v vode zatverdnyaya [Electrokinetic and microstructure features of Portland-cement hydration in the presence of additives into the tempering water]. Visnik Nats. tekhn. un-ta "KhPI": zb. nauk. pr. Temat. vyp.: Khimiya, khimichna tehnologiya ta ekologiya [Bulletin of the National Technical University "KhPI": a collection of scientific papers. Thematic issue: Chemistry, chemical technology and ecology]. Kharkiv, NTU "KhPI" Publ., 2016, no 35 (1207), pp. 14-24.
 16. Rekomendacii po primeneniyu azotnokisllogo kal'ciya pri izgotovlenii zhelezobetonyh i betonnyh konstrukcij [Recommendations for the use of calcium nitrate in the manufacture of reinforced concrete and concrete structures]. Doneckij PromstrojNIIProekt Gosstroja SSSR Publ., 1976, 21 p.
 17. Breytman E.D. Issledovanie betonov s kompleksnoj dobavkoj NKM, tverdeyushchih pri temperaturah nizhe 0 °C: avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. tehn. nauk: spets. 05.23.05 "Stroitelnye materialy i izdeliya" [Abstract of a thesis candidate eng. sci. diss. (Ph. D.) 05.23.05 "Building Materials and Products"]. Moscow, 1970. 18 p.
 18. Shabanova G.N., Logvinkov S.M., Shkol'nikova T.V., Shumejko V.N. Vliyanie dobavki azotnokisllogo kal'ciya na emissiyu ammiaka iz cementnogo kamnya. Zb. nauk. prac' Ukraïns'kogo derzhavnogo universitetu zaliznchnogo transportu [The effect of the addition of calcium nitrate on the emission of ammonia from cement stone. Collection of scientific works of the Ukrainian State University of Railway Transport]. Kharkiv, UkrDUZT Publ., 2016, pp. 189-201.
 19. Kanchanason V., Plank J. C-S-H Formation via Non-Classical Nucleation from an Amorphous Precursor and its Transformation to C-S-H Foils. 20 International Baustofftagung. Tagungsbericht, Band 1. Weimar, 2015, ss. 113-120.
 20. Shabanova G.N., Logvinkov S.M., Korohodska A.N., Khrystych E.V., Shumejko V.N. Teoreticheskoe obosnovanie vozmozhnosti obrazovaniya nitrinov zheleza pri poluchenii portlandcementnogo klinkera [Theoretical substantiation of the possibility of the formation of iron nitrides in obtaining Portland cement clinker]. Novitni tekhnologii, obladnannya ta sistemi upravlinnya u budivnictvi: Kolektivna monografiya [Newest technologies, equipment and management systems in construction: Collective monograph] (Ed. V.P. Sopov). Kharkov, HNUBA Publ., 2016, pp. 34-41.

Надійшла (received) 28.08.19.

References (transliterated)

1. Runova R.F., Gocz V.I., Gelevera O.G., Konstantynovskiy O.P., Nosovskiy Yu.L., Pipa V.V. Osnovy vyrobnyctva stinovyh ta ozdobyvalnyh materialiv [Fundamentals of the wall and finishing materials]. Kyiv, Osnova Publ., 2017, 528 p.
2. Plugin A.A., Kostyuk T.O., Poroshyn O.Yu. Gidroizolyacijni cementni kompozityi pronyknoyi diyi [Hydro-insulating cement composites of penetrating action]. Kharkiv, Kolegium Publ., 2018. – 268 p.
3. Logvinkov S.M., Shumejko V.N., Shabanova G.N., Tsapko N.S., Ivashura A.A., Kobzin V.G., Borisenko O.N. Resursoberegayushchaya tekhnologiya gidroizolyacijnoj kompozicii dlya betonnyh stroitel'nyh konstrukcij i sooruzhenij [Resource-saving technology of waterproofing composition for concrete constructions and buildings]. *Technique and Technology of Silicates*. 2015, vol. 22, no 3, pp. 24-30.
4. Bol'shakov E.L. Suhie smesi dlya gidroizolyacijnyh rabot [Dry mixes for waterproofing works]. *Construction Materials*. 1999, no 3, pp. 28-29.
5. Runova R.F., Nosovskiy Yu.L. Tehnologiya modyfikovanyh budivselnyh rozchyniv [Technology of modified building mortars]. Kyiv, KNUBA Publ., 2007, 256 p.
6. Fadeev A.B. Gidroizolyaciya podzemnyh chastej zdanij i sooruzhenij [Waterproofing of underground parts of buildings and constructions]. St. Petersburg, SPbGASU Publ., 2008, 53 p.
7. Logvinkov S.M., Tarasenko V.M., Duxovnyj O.R. Gidroizolyacijna

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Логвінков Сергій Михайлович (*Логвинков Сергей Михайлович, Logvinkov Sergii*) – доктор технічних наук, старший науковий співробітник, Харківський національний економічний університет ім. Семена Кузнеця, професор кафедри природоохоронних технологій, екології та безпеки життєдіяльності; м. Харків, Україна; e-mail: Sergii.logvinkov@m.hneu.edu.ua

Шабанова Галина Миколаївна (*Шабанова Галина Николаевна, Shabanova Halyna*) – доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», професор кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7204-940X>; e-mail: gala-shabanova@ukr.net .

Кобзін Володимир Григорович (*Кобзин Владимир Григорьевич, Kobzyn Volodymyr*) – кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний економічний університет ім. Семена Кузнеця, доцент кафедри природоохоронних технологій, екології та безпеки життєдіяльності; м. Харків, Україна; e-mail: tebgd@hneu.edu.ua

Корогодська Алла Миколаївна (*Корогодская Алла Николаевна, Korohodska Alla Nikolaevna*) – доктор технічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», старший науковий співробітник кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1534-2180>; e-mail: alla-korogodskaya@ukr.net

Шумейко Віта Миколаївна (*Шумейко Вита Николаевна, Shumejko Vita*) – кандидат технічних наук, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», молодший науковий співробітник кафедри технології переробки нафти, газу та твердого палива; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0567-0946>; e-mail: shum-vita@ukr.net

Фішер Ханс-Бертрам (*Фишер Ханс-Бертрам, Fischer Hans-Bertram*) – доктор інженерії, Веймарський будівельний університет, професор Інституту будівельних матеріалів ім. Ф.-А. Фінгера; м. Веймар, Німеччина; e-mail: hans-bertram.fischer@uni-weimar.de.