

УДК 961.55:666.914.5

DOI 10.22213/2410-9304-2019-1-131-137

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ ДОБАВОК
В БЕТОНАХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРАХ
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АДГЕЗИИ ПРИ РЕМОНТНЫХ РАБОТАХ*

- В. Ф. Хританков*, доктор технических наук, профессор, Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
- А. П. Пичугин*, доктор технических наук, профессор, Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
- О. Е. Смирнова*, кандидат технических наук, доцент, Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
- А. А. Шаталов*, аспирант, Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
- М. А. Пичугин*, аспирант, Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

Для реконструкции и восстановления объектов курорта «Озеро Карачи» были разработаны и использованы бетонные и растворные смеси с добавками направленного действия, включая наноразмерные растворы.

Для предотвращения отслаивания материалов фасада было предложено использовать в строительных растворах отходы хризотилцементного производства (ХЦП), обеспечивающие за счет микроармирования изменение коэффициента линейного температурного расширения. Кроме того, были проведены положительные эксперименты с применением дегидрола, позволившим повысить адгезию минеральных композиций к каменным и бетонным поверхностям из новых материалов.

Кроме того, были определены и другие пути совершенствования ранее рекомендованных бетонных и растворных смесей путем введения в них растворов многослойных углеродных нанотрубок (УНТ) и кремнезоля (КЗ) в качестве наноразмерных добавок направленного действия. В ходе исследования были определены рациональные составы и разработаны рекомендации по применению добавок на практике.

Отмечается, что для каждого ремонтных бетонных и каменных оснований необходимо разрабатывать индивидуальные бетонные и растворные смеси с учетом их физико-механических и физико-химических показателей, что обеспечит возможность длительной эксплуатации в суровых условиях Сибири.

Ключевые слова: строительный раствор, наноразмерные добавки, дегидрол, отходы хризотилцементного производства, поливинилацетатная дисперсия.

Введение

Еще семь-восемь лет тому назад здания и сооружения курорта «Озеро Карачи» в подавляющем большинстве были в стадии интенсивного разрушения вследствие ненадлежащей технической эксплуатации и отсутствия планово-предупредительных ремонтов (рис. 1). Так, пришли в полную негодность металлические трубопроводы и многие несущие конструкции, разрушались стены и перекрытия, карнизы и балконы, объекты инженерного обеспечения. Полностью разрушился построенный в семидесятые годы семиэтажный корпус для лечения и пребывания матерей с детьми «Бараба». В это время полуразвалившийся курорт принял новый инвестор – группа компаний «Карачинский источник», разработавший программу полного восстановления здравницы и доведения ее до уровня лучших мировых курортов.

На первом этапе были проведены комплексные обследования состояния всех имеющихся объектов с целью определения объемов и оче-

редности проведения восстановительных работ. Порядок обследования зданий предусматривал следующую очередность:

- главный корпус – уникальное трехэтажное здание повышенной капитальности, в котором расположены столовая с киноконцертным залом, библиотека, игровые и рекреационные помещения;
- спальные корпуса с размещенными в них кабинетами врачей для приема посетителей, административного и обслуживающего персонала;
- комплекс грязелечения с рапным отделением и отделами физико-терапевтических и лечебно-физкультурных процедур;
- цех общественного питания с кухней, складскими помещениями и холодильным хозяйством;
- центр технологического грязеобеспечения и подачи рапы с насосными станциями и системами доставки;
- объекты энергетического хозяйства;

© Хританков В. Ф., Пичугин А. П., Смирнова О. Е., Шаталов А. А., Пичугин М. А., 2019

* Статья опубликована в рамках XI Международной конференции «Нанотехнологии в строительстве», проводимой в Шарм-аль-Шейхе, Египет, 13–17 апреля 2019.

*a**б**в**г**д**е**ж**з*

Рис. 1. Разрушения строительных конструкций различных объектов курорта «Озеро Карачи» и примеры ремонта бетонными и растворными смесями с наноразмерными добавками: *a* – балкон вдоль главного корпуса; *б* – блок инженерного корпуса; *в* и *г* – разрушение перекрытий; *д* – бетонирование приемного бункера грязелечебницы; *е* – армирование кирпичной стены; *ж* – бетонирование перекрытия; *з* – усиление стен дополнительной железобетонной облойей

– хозяйственные постройки различного назначения, в том числе летние внутридворовые помещения и склады.

По капитальности, виду и степени отделки, качеству производства работ и качеству применяемых материалов сохранившиеся и функционирующие дома старой застройки представляли собой разностилевые архитектурные решения. Для фундаментов, стен, перекрытий и перегородок этих зданий широко применяли местные строительные материалы – гравийно-песчаные смеси, бутовый и пиленный камень, красный глиняный кирпич, шлакоблоки и др.; для облицовки стен корпуса «Мать и дитя» использовался силикатный кирпич.

Конструкции перекрытий в основном трех типов:

а) монолитные железобетонные, сводчатые из кирпича для перекрытий над подвалами и цоколем; для перекрытий корпуса «Мать и дитя» использовался сборный железобетон;

б) складчатые по металлическим балкам для перекрытий над подвалом и междуэтажных перекрытий;

в) по деревянным балкам, преимущественно однопролетные и реже многопролетные по колоннам из кирпича (неразрезные и шарнирно-консольные).

Лестничные марши и площадки, балконы, эркеры выполнены по металлическим балкам в виде монолитного железобетона; для корпуса «Мать и дитя» использовался сборный железобетон – отдельно с площадками и лестничными маршами.

Перемычки над проемами – арочные, клинчатые, из прокатного железа или деревянные (на верхних этажах); в корпусе «Мать и дитя» использовались сборные железобетонные перемычки.

Для устройства перегородок применяли полнотелый керамический кирпич и деревянные двухслойные щиты по деревянному каркасу, обшитые с двух сторон нестандартной дранкой и оштукатуренные.

Крыши – скатные по деревянным несущим конструкциям с покрытием из листового кровельного железа (черного и оцинкованного), а также из волнистого асбестоцемента. Для некоторых одно-двухэтажных зданий применялась кровля из рубероида и черепицы.

Внутренняя и наружная отделка – известковая или известково-гипсовая штукатурка, дополненная лепными элементами; в спальнях помещений и коридорах по штукатурному

слою выполнено устройство панелей из лакокрасочных составов.

Полы в большинстве спальных помещений деревянные дощатые, окрашенные масляной краской, поверх которых в некоторых случаях уложен линолеум. В процедурных кабинетах и рапном отделении частично уложена метлахская плитка, а в местах ее отсутствия устроены полы из цементно-песчаного раствора. В коридорах и рекреациях – мозаичные бетонные полы, в некоторых местах с использованием мраморной крошки.

Основной раздел

После выполнения проектно-изыскательских работ по реконструкции и восстановлению объектов курорта были определены пусковые комплексы и порядок проведения всех ремонтно-восстановительных работ. На тот момент здания и отдельные конструкции представляли весьма жалкое впечатление. Обвалившиеся потолки и перекрытия, разрушенная каменная кладка, деформированные фундаменты, каналы и инженерное обустройство, отлетевшая штукатурка, разрушенные лепные украшения, провалившиеся балконы с остатками арматуры от перил и ограждений (рис. 1).

Учитывая тот факт, что при ремонте и реконструкции основными восстановительными материалами являлись бетоны и строительные растворы, возникла необходимость в разработке рациональных составов, совместимых с ранее существовавшими материалами. С этой целью предварительно были детально исследованы все ранее использованные при возведении объектов и оставляемые материалы: определены плотность, пористость, предел прочности при сжатии, водопоглощение и коэффициент линейного температурного расширения. Для обеспечения длительной совместной работы старого бетона, железобетона и каменной кладки необходимо было ввести в состав бетонных и растворных смесей минеральные добавки, способствующие увеличению адгезии, а также выровнять коэффициенты линейного температурного расширения новых и старых материалов. Кроме того, для глубинного закрепления новых смесей со старыми материалами рационально было введение композиций проникающего действия [1, 2].

Ранее была показана целесообразность использования в строительных растворах отходов хризотилцементного производства (ХЦП), обеспечивающих за счет микроармирования изменение коэффициента линейного температурного расширения [3, 4]. Кроме того, были проведены положительные эксперименты с

применением дегидрола, позволившего повысить адгезию минеральных композиций к каменным и бетонным поверхностям из новых материалов. Учитывая постоянную работу частей зданий в условиях переувлажнения и паровоздушных агрессивных сред, было предложено использование поливинилацетатной дисперсии (ПВА), увеличивающей сцепление с основой и придающей гидрофобные свойства материалам [5, 6]. Большое влияние на показатели адгезии оказывает количество вводимого дегидрола, обеспечивающего проникновение частиц раствора в массив основания старого материала, что иллюстрируется соответствующими графиками. На рис. 2 представлены кривые зависимости расхода дегидрола в строительном растворе и способности данной композиции к проникновению в различные материалы. Как следует из приведенных данных, добавка двух-трех процентов дегидрола обеспечивает проникновение в массив стенового материала на 2–12 мм, что, по нашему мнению, недостаточно для создания хорошей адгезии. В то же время при отсутствии этой добавки в составе строительного раствора прочность сцепления в полтора-два раза ниже. Прочность в контактной зоне при испытании на сдвиг колеблется в пределах от 1,5 до 4,5 МПа, а при испытании на отрыв – от 0,7 до 1,5 МПа. Адгезионная способность и прочностные свойства затвердевших бетона и строительного раствора в большей мере зависят от степени уплотнения материала в период проведения бетонных, каменных или монтажных работ. Поэтому было проведено изучение влияния степени уплотнения растворной массы на прочность и адгезионные свойства этих композиций [7].

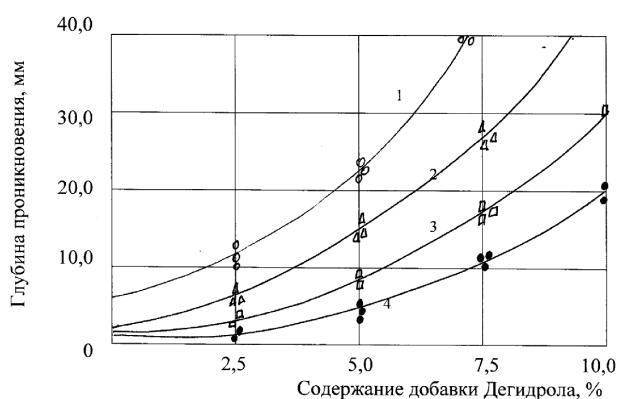


Рис. 2. Влияние расхода дегидрола на проникновение частиц цементной композиции в массив стенового материала: 1 – тяжелый бетон; 2 – керамический кирпич; 3 – шлакобетон; 4 – пенобетон

Дальнейшее изучение свойств бетонов и строительных растворов было направлено на

изучение адгезионной способности материала. Была предложена схема испытаний на сдвиг двоянных кубиков в месте контакта бетона или другого стенового материала с новым строительным раствором или мелкозернистым бетоном. Кроме испытаний на сдвиг, были проведены испытания на отрыв путем разрыва составных восьмерок, выпиленных в виде двух полуосьмерок из старых материалов и склеенных новым составом.

Как показали проведенные испытания по вышеизложенным способам, разрушение целостности контактного слоя в большей степени зависят от состава строительного раствора. Так, введение ПВА увеличивает прочность сцепления с основой; большое влияние на показатели адгезии оказывает количество вводимого дегидрола, обеспечивающего проникновение частиц раствора в массив основания стенового материала, что иллюстрируется соответствующими графиками. Отмечено, что совместное введение ПВА и дегидрола повышает адгезию композиций к основанию стенового материала, о чем было отмечено выше [8].

Следует особо отметить, что адгезионная прочность зависит от прочности не только самого нового бетона или строительного раствора, но и каменного материала или цементобетонного основания, качества его поверхности, чистоты и влажности [9].

Наружные элементы каменной кладки и части сооружений работают в большом диапазоне температур (от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ в зимний период до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ летом при нагреве солнечными лучами), что приводит к изменениям размеров строительных конструкций, материалов и штукатурных покрытий. Из-за разности коэффициентов линейного расширения на границе со стеновыми материалами и штукатурным или кладочным раствором возникают внутренние напряжения, которые приводят к отслоению защитного покрытия от основания, а впоследствии и к разрушению. Выходом из сложившейся ситуации может стать выравнивание физических свойств, в частности их коэффициентов линейного расширения с показателями каменных и бетонных стеновых материалов. Последнее может быть достигнуто путем наполнения композиций минеральными порошками или мелкодисперсными фракциями, способствующими снижению величины коэффициента линейного температурного расширения [10].

Для проведения исследований изготавливались образцы-плитки размерами $100\times 100\times 10$ мм из мелкозернистых бетонов и строительных

растворов с добавками направленного действия: отходами асбестоцементного производства и дегидрола. Образцы помещали в термостат и нагревали до +80 °С; при этой температуре определялись линейные размеры образцов. Затем помещали образцы в холодильник, доводили температуру до –10 °С и также определяли линейные размеры образцов. После многократного проведения повторных опытов над образцами брались средние значения изменения линейных размеров, и по формуле (1) определяли значение коэффициента линейного расширения:

$$\alpha = \Delta \ell / \Delta t \cdot \ell, \quad (1)$$

где $\Delta \ell$ – разность линейных размеров (длин) образцов при Δt – разности температур.

Для различных бетонных покрытий и кладочных растворов характерны различные коэффициенты линейного температурного расширения. Для стандартных условий эти показатели варьируются в пределах от $\alpha = 0,5$ до $1,5 \cdot 10^{-5}$ /град, что обусловило актуальность проведения дополнительных исследований по установлению влияния отходов хризотилцемента на изменение данных параметров [11]. Рациональные смеси должны выбираться индивидуально для каждого случая бетонирования или использования строительного раствора с учетом ранее существующего стенового материала или конструктивного элемента. Так, для монтажных работ по укладке бетонных и железобетонных конструкций и деталей рациональной степенью наполнения строительного раствора на кварцевом песке являются смеси с содержанием отходов ХЦП в пределах до 10 %, что обеспечивает затвердевшему строительному раствору показатели коэффициента линейного расширения в пределах $0,9-1,2 \cdot 10^{-5}$ /град, аналогичные бетону и железобетону. Для керамического кирпича, имеющего коэффициент КЛТР $0,5 - 0,7 \cdot 10^{-5}$ 1/град рационально введение отходов ХЦП до 15–20 %; для силикатного кирпича – 12–15 %; для легкого бетона и газобетона – 10–12 %. Именно такие концентрации отходов хризотилцементного производства позволяют обеспечить совместимость коэффициентов линейного расширения строительных растворов и бетонов с показателями стеновых материалов. Это, в свою очередь, создает благоприятные условия для совместной работы новых элементов со старыми частями зданий и сооружений в течение длительного срока без нарушения их целостности [12].

Поскольку оставляемые материалы и строительные конструкции курортных объектов обладали низкой прочностью и повышенной по-

ристой, зафиксированная адгезия новых бетонов и строительных растворов была намного ниже требуемых значений. Поэтому были определены пути совершенствования ранее рекомендованных бетонных и растворных смесей путем введения наноразмерных добавок направленного действия [13]. В качестве наноразмерных модификаторов были приняты растворы многослойных углеродных нанотрубок (УНТ) и кремнезоля (КЗ). Раствор кремнезоля состоял из 30%-й водной дисперсии кремния с максимальным размером фракции 5,0–9,5 нм, массовой концентрацией 330–340 г/л, а раствор УНТ представлял собой 3%-ю водную дисперсию углеродных нанотрубок с максимальным диаметром 10,0–15,0 нм.

Анализ результатов

Проведенные лабораторные исследования показали, что рациональным может быть соотношение раствора кремнезоля 30%-й водной дисперсии кремния с 3%-й водной дисперсией углеродных нанотрубок в пределах 85–95 % к 5–15 % при общем расходе в пределах 0,1–0,3 % от массы цемента, в зависимости от состояния каменной или бетонной основы. Раствор наноразмерной композиции вводится одновременно с дегидролом и ПВА в воду затворения и тщательно размешивается до получения однородной массы, после чего им затворяются компоненты бетонной или растворной смеси. Получаемый при этом эффект обеспечивает повышение качественных характеристик исследуемых материалов и способствует лучшему проникновению дегидрола внутрь каменного массива, создает условия для укрепления основы из старого материала, а также существенно увеличивает показатели адгезии новой цементной композиции к существующей основе.

Введение в цементные композиции наноразмерных модификаторов позволило повысить адгезию новых бетонов и строительных растворов к старым материалам в полтора-два раза. Прочность в контактной зоне при испытании на сдвиг поднялась до 6,5–10,5 МПа, а при испытании на отрыв – до 2,5–5,5 МПа. Отмечено упрочнение бетонной и каменной основы из старых материалов. Кроме того, цементный камень с наноразмерными добавками приобрел более упорядоченную структуру с равномерным распределением минералов, что способствовало обеспечению его прочностных и эксплуатационных свойств (рис. 3). При этом зафиксировано более глубокое проникновение добавок дегидрола в массив стенового материала до 25–45 мм, что, по нашему мнению, и обеспечило создание повышенной адгезии.

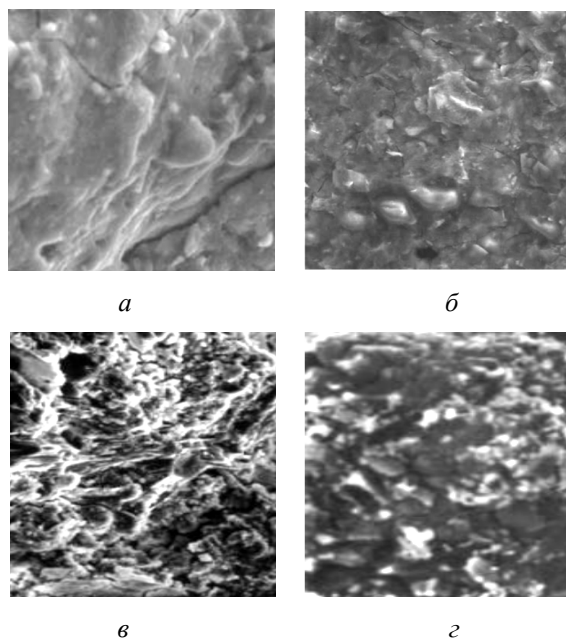


Рис. 2. Микроструктура цементного камня в бетонах и строительных растворах с наноразмерными добавками: а – цементный камень (контрольный состав); б – то же, с добавкой кремнезоля (КЗ); в – то же, с добавкой УНТ; г – то же, с добавкой КЗ + УНТ

Выводы

Таким образом, чтобы повысить качество и обеспечить минимальную требуемую величину сцепления ремонтных составов бетона и строительного раствора требуется обязательное введение в их состав строго определенного количества отходов хризотилцемента в зависимости от назначения используемой смеси. Кроме того, рационально введение ПВА в количестве 1–2 % от массы цемента и проникающей композиции дегидрол в количестве 1–1,5 %. Для обеспечения надежной адгезии практически к любому основанию стенового материала с показателями сцепления не менее прочности самого материала в состав бетона и строительного раствора следует вводить наноразмерные модификаторы: растворы кремнезоля и многослойных углеродных нанотрубок (УНТ) в количестве 0,1–0,3 % от массы цемента. Все это будет вполне достаточным для длительной эксплуатации защитных бетонных облицовок, штукатурных, кладочных или монтажных строительных растворов.

Библиографические ссылки

1. Бойко М. Д. Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений. Л. : Стройиздат, 1986. 256 с.
2. Бедов А. И., Знаменский В. В., Габитов А. И. Оценка технического состояния, восстановление и усиление оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений : учеб. пособие : в 2 ч. М. : Издательство АСВ, 2014, ЭБС «Уни-

верситетская библиотека онлайн». URL: <http://biblio-club.ru>.

3. Архитектурные конструкции / под ред. З. А. Казбек-Казиева. М. : Архитектура-С, 2006. 342 с.

4. Пичугин А. П. Ремонт производственных сельскохозяйственных зданий и сооружений. М. : Стройиздат, 1984. 112 с.

5. Пащенко П. И. Предприятия с агрессивными эксплуатационными средами. М. : Стройиздат, 1987. 275 с.

6. Пичугин А. П., Хританков В. Ф. Влияние наноразмерных добавок на адгезионную способность защитных полимерных покрытий // Строительные материалы. 2018. № 1-2. С. 39–44.

7. Иванов Ф. М. Коррозия в промышленном строительстве и защита от нее. М. : Знание, 1977. 64 с.

8. Пичугин А. П., Городецкий С. А., Бареев В. И. Коррозионно-стойкие материалы для защиты полов и инженерных систем сельскохозяйственных зданий и сооружений : монография. Новосибирск : НГАУ-РАЕН, 2010. 123 с.

9. Фасадное цементно-силикатное покрытие по керамическому кирпичу / А. В. Шайбадуллина, Г. И. Яковлев, В. П. Грахов, И. С. Полянских // Интеллектуальные системы в производстве. 2017. № 4. С. 118–125.

10. Денисов А. С., Пичугин А. П., Кудряшов А. Ю. Повышение прочности стен полимерной пропиткой при устройстве навесных фасадов // Строительные материалы. 2007. № 3. С. 44–47.

11. Мелкозернистый бетон, модифицированный суспензией хризотилловых нановолокон / Г. И. Яковлев, Р. Дрохитка, Г. Н. Первушин, В. П. Грахов, З. С. Саидова, А. Ф. Гордина, А. В. Шайбадуллина, И. А. Пудов, А.Э.М.М. Эльрефаи // Строительные материалы. 2019. № 1-2. С. 4–10. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-767-1-2-4-10>.

12. Соломатов В. И., Селяев В. П. Химическое сопротивление композиционных материалов. М. : Стройиздат, 1987. 264 с.

13. Исследование водных суспензий многослойных углеродных нанотрубок, применяемых для модификации композиционных материалов / А. И. Политаева, Г. И. Яковлев, А. В. Шайбадуллина, А. Ф. Гордина // Интеллектуальные системы в производстве. 2014. № 2 (24). С. 120–125.

References

1. Boyko M.D. *Tekhnicheskoe obsluzhivanie i remont zdaniy i sooruzhenii* [Maintenance and repair of buildings and structures]. Leningrad, Stroiizdat, 1986. 256 p. (in Russ.).
2. Bedov A.I., Znamensky V.V., Gabitov A.I. *Otsenka tekhnicheskogo sostoyaniya, vosstanovlenie i usilenie osnovanii i stroitel'nykh konstruksii ekspluatiruemyykh zdaniy i sooruzhenii* [Evaluation of the technical condition, restoration and strengthening of foundations and building structures of the buildings and structures in use: study guide: in 2 hours]. Moscow, DIA Publishing

House, 2014, EBS "University Library Online". URL: <http://biblioclub.ru> (in Russ.).

3. *Arkhitekturnye konstruksii* [Architectural structures], ed. BEHIND. Kazbek-Kaziyev. Moscow, Architecture-C, 2006. 342 p. (in Russ.).

4. Pichugin A.P. *Remont proizvodstvennykh sel'skokhozyaistvennykh zdaniy i sooruzhenii* [Repair of industrial agricultural buildings and structures]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1984. 112 p. (in Russ.).

5. Pashchenko P.I. *Predpriyatiya s agressivnymi ekspluatatsionnymi sredami* [Enterprises with aggressive operating environments]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1987. 275 p. (in Russ.).

6. Pichugin A.P., Khritankov V.F. [The influence of nanoscale additives on the adhesiveness of protective polymer coatings] *Construction Materials*. 2018, no. 1-2. Pp. 39-44. (in Russ.).

7. Ivanov F.M. *Korroziya v promyshlennom stroitel'stve i zashchita ot nee* [Corrosion in industrial construction and protection from it]. Moscow, Znaniya Publ., 1977. 64 p. (in Russ.).

8. Pichugin A.P., Gorodetsky S.A., Bareev V.I. *Korrozionno-stoikie materialy dlya zashchity polov i inzhenernykh sistem sel'skokhozyaistvennykh zdaniy i sooruzhenii* [Corrosion-resistant materials for the protection of floors and engineering systems of agricultural buildings

and structures]. Novosibirsk, NSAU-RANS. 2010. 123 p. (in Russ.).

9. Shaybadullina A.V., Yakovlev G.I., Grakhov V.P., Polyansky I.S. [Facade cement-silicate coating on ceramic bricks]. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*, 2017. No. 4. Pp. 118-125 (in Russ.).

10. Denisov A.S., Pichugin A.P., Kudryashov A.Yu. [Increasing the strength of the walls of polymer impregnation when installing curtain walls]. *Stroitel'nye materialy*, 2007, no. 3. Pp. 44-47 (in Russ.).

11. Yakovlev G.I., Drokhitka R., Pervushin G.N., Grakhov V.P., Saidova Z.S., Gordina A.F., Shaybadullina A.V., Pudov I.A., Elrefai A. .E.M.M. [Fine-grained concrete, modified suspension of chrysotile nanofibers] *Stroitel'nye materialy*, 2019. No. 1-2. Pp. 4-10. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2019-767-1-2-4-10> (in Russ.).

12. Solomatov V.I., Selyaev V.P. *Khimicheskoe soprotivlenie kompozitsionnykh materialov* [Chemical resistance of composite materials]. Moscow, Stroizdat Publ., 1987. 264 p. (in Russ.).

13. Politaeva A.I., Yakovlev I., Shaybadullina A. V., Gordina A. F. [Study of aqueous suspensions of multilayered carbon nanotubes used to modify composite materials]. *Intellektual'nye sistemy v proizvodstve*, 2014, no. 2 (24). Pp. 120-125 (in Russ.).

Use of Nano-Sized Additives in Concrete and Construction Solutions for Providing Adhesion in Repair Works

V. F. Khritankov, DSc in Engineering, Professor, Novosibirsk State Agrarian University

A. P. Pichugin, DSc in Engineering, Professor, Novosibirsk State Agrarian University

O. E. Smirnova, PhD in Engineering, Associate Professor, Novosibirsk State Agrarian University

A. A. Shatalov, Post-graduate, Novosibirsk State Agrarian University

M. A. Pichugin, Post-graduate, Novosibirsk State Agrarian University

Concrete and mortar mixes with directional additives, including nanoscale solutions, were developed and used for the reconstruction and restoration of the Karachi Lake resort facilities. To prevent exfoliation of facade materials, it was proposed to use waste from chrysotile cement production (CCP) in building mortars, which ensure a change in the coefficient of linear thermal expansion due to micro-reinforcement. In addition, positive experiments were conducted using dehydrol, which made it possible to increase the adhesion of mineral compositions to stone and concrete surfaces from new materials.

In addition, other ways to improve the previously recommended concrete and mortar mixtures were suggested by introducing solutions of multilayer carbon nanotubes (CNT) and silica sol into them as nanoscale additives of directional action. In the course of the study, rational compositions were determined and recommendations on the use of additives in practice were developed.

It is noted that for each concrete and stone bases under repair it is necessary to develop individual concrete and mortar mixtures taking into account their physicochemical and physicochemical properties, which will provide the possibility of long-term operation in the harsh conditions of Siberia.

Keywords: mortar, nano-sized additives, dehydrol, chrysotile cement production waste, polyvinyl acetate dispersion

Получено: 15.02.19