

А.И. КАРПОВ Результаты исследований в области нанотехнологий и наноматериалов. Часть 6

Обзор результатов диссертационных исследований магистрантов, аспирантов, докторантов в области нанотехнологий и наноматериалов в строительстве, ЖКХ и смежных отраслях экономики

УДК 66.011

КАРПОВ Алексей Иванович, канд. техн. наук, референт, Международная инженерная академия; Газетный пер., 9, стр. 4, г. Москва, 125009, Российская Федерация, e-mail: info@nanobuild.ru



РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ НАНОТЕХНОЛОГИЙ И НАНОМАТЕРИАЛОВ.

Часть 6

С целью популяризации научных достижений в реферативной форме публикуются основные результаты исследований российских и зарубежных ученых.

По направлению «Цементные композиты с добавками многослойных углеродных нанотрубок» разработана технология получения и оптимальные составы КНМД, введение которых в количестве 12 мас.% от количества цемента обеспечивает через 8–12 часов для безпропарочных ВПБ ранней расплужочной прочности более 15–40 МПа, марки по водонепроницаемости выше W20 и морозостойкости F600–F700. Технология обеспечивает двукратное увеличение производительности работ и оборачиваемости металлооснастки. Разработана технология производства ВПБ, отличительной особенностью которой от традиционных является дополнительное создание на линии приготовления химических добавок принципиально нового узла по приготовлению КНМД на основе МУНТ, включающего микродозатор с размером доз от 5 г, ультразвуковой диспергатор мощностью 4 кВт и рабочей частотой 22 кГц и турбулентный смеситель мощностью 7,5 кВт. Разработанная технология

обеспечивает точную дозировку и равномерность распределения КНМД в смеси. Разработаны ТУ № 5745-111-02069622-2013 производства КНМД на основе МУНТ различной чистоты очистки и дисперсности для высокопрочных железобетонных блоков отделки перегонных тоннелей метро.

Для специалистов также интересны результаты исследований Мирошникова Е.В. «Наноструктурированное перлитовое вяжущее и пенобетон на его основе», Алаторцевой У.В. «Конструкционные сталефибробетоны, модифицированные комплексными углеродными микро- и наноразмерными добавками», Крекотень А.В. «Физико-химическое изучение нанокompозитных материалов, получаемых темплатно методом управляемого золь-гель синтеза», Бабаева М.С. «Получение и исследование наночастиц полимер-коллоидных комплексов на основе полимеров N,N-диаллил-N,N-диметиламмоний хлорида и додецилсульфата натрия», Данг Конг Нгиа «Особенности фотополимеризации метакрилатов, содержащих модифицированный нанодиоксид титана и свойства материалов на их основе» и др.

Публикуемые материалы могут быть использованы специалистами в научной и практической деятельности в строительстве, ЖКХ, смежных отраслях экономики.

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, наноразмерные добавки, наночастицы, нанодиоксид титана, наноструктурированное вяжущее, нанокompозитные материалы.

DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2014-6-6-80-95

Цементные композиты с добавками многослойных углеродных нанотрубок

Актуальность

В мировой строительной индустрии стремительно возрастают доля и роль высокопрочных бетонов, способствующих развитию архитектурных форм и функционально новых видов сооружений. Бетоны классифицируют как многокомпонентные композиционные материалы на основе минеральных вяжущих, свойства которых могут регулироваться в широких пределах за счет модификации различными добавками, в том числе наноуровня [1].

Для модификации цементных композиций добавками наноуровня широко применяются углеродные нанотрубки, наиболее эффективны-

ми из которых являются многослойные (МУНТ). Основным достоинством МУНТ является их высокая поверхностная энергия и сильное дисперсионное взаимодействие с ингредиентами цементных композитов. Благодаря этому МУНТ вводится в состав композитов в микродозах, равных 0,001–0,0005% от массы цемента, что обусловлено не только экономией, но и агрегативной устойчивостью нанотрубок, а также обеспечением при этом высоких физико-механических характеристик цементных композитов.

Изучение опыта использования МУНТ для модификации цементных композиций позволило установить, в основном, их высокую эффективность влияния на прочность, в особенности в ранние сроки твердения. В то же время, в некоторых работах усматриваются противоречия в полученных разными авторами численных значениях прочности цементного камня (далее ЦК) вплоть до отсутствия повышения прочности или даже его уменьшения при модификации цементных композиций МУНТ. Отсутствуют данные влияния микродоз МУНТ разных производителей с различными характеристиками (способ производства, степень очистки, дисперсность частиц и т.д.) на свойства цементных композитов. Незначительное количество работ по комплексному исследованию процессов структурообразования композитов, модифицированных МУНТ, не дает однозначного ответа на механизмы формирования новообразований, их объема, вида, размерности, дифференциальной пористости. В связи с этим проведение комплексных исследований влияния добавок МУНТ на свойства и структуру цементных композитов является актуальной задачей.

Цель работы – разработка состава и технологии получения комплексных наномодифицированных добавок с МУНТ различной дисперсности для модификации цементных композитов.

Научная новизна

Установлено, что ультразвуковая диспергация функционализированных в изопропиловом спирте МУНТ приводит к уменьшению среднего размера глобул «Graphistrength» в 558 раз, «Таунита» в 110 раз, «ФУНТ» в 12 раз. Выявлено, что введение КНМД приводит к увеличению прочности цементного камня и раствора в возрасте 1 суток (на 70–90% и 92–115%, а бетона в возрасте 10 часов – на 100–115% выше, чем

у контрольных образцов), достигаемой за счет ускорения гидратационных процессов и формирования в присутствии МУНТ большего объема новообразований в виде более дисперсных кристаллов этtringита, С–S–Н(І), тоберморита и гелевой фазы, плотно заполняющих межзерновое пространство.

Впервые проведением сравнительных исследований структуры ЦК на четырех масштабных уровнях в системе «макро-мезо-микро-нано» установлено, что введение 0,0005 МУНТ приводит к уменьшению протяженности усадочных трещин, обнаруженных на мезоуровне, и увеличению доли нанопор (размером <100 нм) на 14% и 7% при одновременном снижении доли более крупных пор (размером >500 нм) в 2 и 6 раз, соответственно, для микро- и наноструктурного уровней.

Установлен механизм повышения водонепроницаемости с W18 до (>W20) и морозостойкости с F300 до F600–F700 для ВПБ класса В45, модифицированного КНМД, по сравнению с контрольным составом, заключающийся в уменьшении протяженности усадочных трещин на 12% и 113%, коэффициента формы на 27 и 34%, коэффициента длины трещины на 27 и 34%, соответственно, при 0,0005 и 0,05% МУНТ, а также увеличении доли пор наноразмерности и уменьшении капиллярных пор.

Практическая значимость

Разработана технология получения и оптимальные составы КНМД, введение которых в количестве 12 мас.% от количества цемента обеспечивает через 8–12 часов для безпропарочных ВПБ раннюю распалубочную прочность более 15–40 МПа, марки по водонепроницаемости свыше W20 и морозостойкости F600–F700. Технология обеспечивает двукратное увеличение производительности работ и оборачиваемости металлооснастки.

Разработана технология производства ВПБ, отличительной особенностью которой от традиционных является дополнительное создание на линии приготовления химических добавок принципиально нового узла по приготовлению КНМД на основе МУНТ, включающего микродозатор с размером доз от 5 г, ультразвуковой диспергатор мощностью 4 кВт и рабочей частотой 22 кГц и турбулентный смеситель мощностью 7,5 кВт. Разработанная технология обеспечивает точную дозировку и равномерность распределения КНМД в смеси.

Разработаны ТУ № 5745-111-02069622-2013 производства КНМД на основе МУНТ различной чистоты очистки и дисперсности для высокопрочных железобетонных блоков обделки перегонных тоннелей метро.

Внедрение результатов исследований

Результаты диссертационных исследований апробированы на заводе ЖБИ МУП «Казметрострой» при изготовлении железобетонных блоков обделки перегонных тоннелей метро.

Апробация работы

Основные положения и результаты научной работы представлялись и докладывались на ежегодных всероссийских конференциях КазГАСУ (Казань, 2011–2013 гг.), конференциях общероссийского и международного уровня, таких как: XII и XIII международные научно-практические конференции «Нанотехнологии в промышленности. Nanotech–2011, 2012» (г. Казань); II и III международные конференции «Нанотехнологии для экологичного и долговечного строительства» (г. Каир, Египет), научно-практическая конференция студентов и аспирантов «Наука и инновации в решении актуальных проблем города» (г. Казань, 2012 г.). Проект «Разработка мини завода для производства новых составов наномодифицированных добавок для керамики и бетонов высокой прочности» – победитель конкурсной программы «Идея-1000» в номинации «СТАРТ-1» в 2011 году, и в течение 2011–2012 годов проекту было оказано паритетное финансирование со стороны Инвестиционно-венчурного фонда РТ и Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (Фонд Бортника, г. Москва). Результаты исследований и образцы разработанной в диссертации КНМД выставлялись на VI–VIII Казанских венчурных ярмарках. Работа выполнялась в рамках программы СТАРТ-1 по государственному контракту № 9046 р/14895 от 27.04.2011 г.

Для специалистов интересны результаты исследований *Мирошникова Е.В.* «Наноструктурированное перлитовое вяжущее и пенобетон на его основе» [2], *Алаторцевой У.В.* «Конструкционные сталефибробетоны, модифицированные комплексными углеродными микро- и на-

норазмерными добавками» [3], Крекотень А.В. «Физико-химическое изучение нанокompозитных материалов, получаемых темплатно методом управляемого золь-гель синтеза» [4] и др.

Научная новизна исследований *Мирошникова Е.В.* «Наноструктурированное перлитовое вяжущее и пенобетон на его основе».

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность получения бесцементного наноструктурированного вяжущего на основе эффузивных кремнеземсодержащих пород кислого состава. Алюмосиликатное аморфизованное вещество с повышенным содержанием воды при минимальных энергозатратах позволяет синтезировать при мокрой механохимической активации вяжущие системы, имеющие высокую седиментационную устойчивость. Это возможно за счет содержания нанодисперсного компонента и формирования при помол золь, а затем геля алюмокремниевой кислоты, с последующим структурообразованием по полимеризационно-поликонденсационному механизму.

Установлена возможность получения наноструктурированных вяжущих перлитового состава с необходимым разжижением системы на стадии помола, что позволяет повысить эффективность процесса минерализации при получении пенобетона. Вяжущее обладает тиксотропным характером течения, переходящим в ньютоновское без дополнительного комплексного модифицирования. Данное явление обусловлено формированием саморегулирующейся системы за счет присутствия в сырье, наряду с кремнеземом, минеральных фаз, содержащих ионы щелочных металлов и глинозем.

Предложен механизм оптимизации НПВ при введении рационального количества лимонной кислоты, заключающийся в гидрофилизации поверхности частиц вяжущего и снижении потенциала в присутствии модификатора за счет наличия полярных групп, что сопровождается снижением поверхностного натяжения на границе раздела фаз и пептизацией до первичных агрегатов. Снижение энергии коагуляционного контакта до величины, сравнимой с энергией теплового движения, приводит к повышению агрегативной устойчивости системы, изменению реологического характера течения со структурированного на ньютоновский.

Выявлена корреляция между уровнем шума, издаваемого мельницей при производстве НВ, и кинетикой помола сырья, заключающийся

в том, что установившийся уровень шума соответствует режиму неэффективного помола. Этот факт позволяет регулировать время загрузки материала, что обеспечивает снижение энергозатрат на производство вяжущего, уменьшает технологический период перехода на новый вид сырья, а также дает возможность осуществлять контроль технологического процесса.

Практическая значимость работы *Алаторцевой У.В.* «Конструкционные сталефибробетоны, модифицированные комплексными углеродными микро- и наноразмерными добавками» заключается в следующем:

- разработаны составы сталефибробетона с комплексными модифицирующими добавками из легкого жаростойкого фибробетона. Получено два патента на изобретение РФ (№ 2361847, 2386599);
- разработаны практические рекомендации по применению фибробетонной смеси с упрочнителем из фибры «Миксарм» и нанодобавками;
- практические рекомендации и результаты проведенных исследований применялись при расчете составов фибробетонов для бетонирования полов яхт-клуба, расположенного по адресу: 400007, г. Волгоград, нижняя терраса Краснооктябрьского района, ул. Матвососяна. Экономический эффект от применения разработанных составов фибробетонов с учетом значительного сокращения расхода цемента и арматурных каркасов составляет 101 640 (сто одна тысяча шестьсот сорок) рублей при площади напольного покрытия 840 кв. м.

Научная новизна исследований *Крекотень А.В.* «Физико-химическое изучение нанокompозитных материалов, получаемых темплатно методом управляемого золь-гель синтеза»:

1. Синтезированы впервые в одну стадию силикатные нанокompозитные материалы минерализацией мицеллярных структур АПГ и олигомерных ЦД, установлено каталитическое воздействие низкомолекулярных темплатов на реакции гидролиза и конденсации нового совместимого прекурсора ТГЭОС, регулирующих осаждение силиката, проведено систематическое изучение структуры и свойств полученных нанокompозитов совокупностью физико-химических методов, и на этой основе предложена молекулярная модель их формирования.

2. Разработаны оригинальные подходы получения селективных сорбентов и люминесцентных материалов иммобилизацией в силикатной матрице комплексов включения ЦД и мицелл АПГ с солюбилизированным водонерастворимым красителем люминолом, проводимой в водных растворах при нейтральных рН и комнатной температуре.

3. Предложен новый метод одностадийного формирования наноразмерного кристаллического диоксида титана на жидкокристаллическом лецитиновом темплате при комнатной температуре, в котором регулирование структурной организации лецитина в неводной среде и протекание золь-гель процесса осуществляются простым варьированием концентрации воды. Охарактеризовано фазовое поведение в системе лецитин-алкан-вода при изменении следовых количеств H_2O , и впервые обнаружена трансформация полимероподобных мицелл в мультислойный жидкий кристалл. Предложен механизм образования наночастиц диоксида титана на жидкокристаллическом темплате.

Не менее интересны для специалистов результаты диссертационных исследований магистрантов, аспирантов, докторантов в области нанотехнологий и наноматериалов в смежных отраслях экономики. Ниже приведен краткий обзор некоторых из них.

Наночастицы благородных металлов (Au, Pd, Rh) на поверхности чешуек графена: получение, строение, свойства и каталитическая активность

Актуальность

Создание новых композиционных материалов на основе наночастиц перспективно в силу того, что уникальные свойства наночастиц, помещенных в различные матрицы, сохраняются и даже усиливаются при этом. В настоящее время перспективным направлением синтеза композиционных наноматериалов является создание композитов на основе графена и родственных ему структур.

Графен, являющийся уникальным двумерным материалом, толщиной всего в один sp^2 -углеродный атом, обладает широким спектром

свойств, необычных для соединений подобного типа. Кроме графена существуют вещества, родственные ему по структуре: фуллерены, нанотрубки, графит, оксид графена, модифицированный графен.

Наночастицы благородных металлов (Au, Pd, Rh и других) как в дисперсиях, так и окруженные различными матрицами, являются одним из наиболее изучаемых классов нанобъектов, благодаря их оптическим и каталитическим свойствам. Наночастицы золота играют роль универсального модельного объекта для исследования различных свойств наночастиц благородных металлов. Дисперсный палладий в виде палладиевой черни, а также коллоидного палладия известен длительное время, однако строение и свойства составляющих их частиц стали изучаться сравнительно недавно. Кроме того, палладий и родий являются каталитически активными металлами, поэтому наночастицы палладия и родия – перспективные кандидаты для использования в качестве катализаторов в различных органических реакциях для синтеза новых веществ.

Материалы на основе графена (а также родственных ему соединений) и наночастиц благородных металлов, находящихся на его поверхности, могут найти свое применение в катализе, топливных элементах, химических сенсорах и других областях. Поэтому в настоящее время актуальной является разработка метода нанесения наночастиц благородных металлов (Au, Pd, Rh) на поверхность графена, исследование их физико-химических свойств, а также каталитической активности.

Цель работы – получение композитов, представляющих собой наночастицы благородных металлов (Au, Pd, Rh) на поверхности чешуек графена; исследование их состава, строения, физико-химических свойств и возможности применения в катализе.

Научная новизна

Разработаны методики осаждения наночастиц благородных металлов на поверхности оксида графена; исследовано взаимодействие наночастиц благородных металлов (Au, Pd, Rh) с поверхностью оксида графена; показано, что оксид графена может выступать в качестве эффективной подложки (псевдолиганда) и фиксировать на своей поверхности наночастицы благородных металлов.

Доказано, что спектральная характеристика наночастиц золота – полоса плазмонного резонанса – сохраняется при нанесении их на поверхность оксида графена.

Впервые изучено взаимодействие нанокompозитов – наночастиц благородных металлов (Pd, Rh, Au) на поверхности оксида графена со сверхкритическим изопропанолом; установлено, что превращение оксида графена в графен под действием СКИ не приводит к существенному изменению состава и строения наночастиц Pd, Rh и Au на его поверхности.

Показано, что композиты наночастицы палладия на поверхности оксида графена успешно проявляют себя в качестве катализаторов в модельных реакциях кросс-сочетания.

Впервые проведено модифицирование поверхности оксида графена путем двухстадийного метилирования; получен нанокompозит – наночастицы родия на поверхности метилированного оксида графена, показана возможность их применения в качестве катализаторов в реакции гидроформулирования непредельных углеводородов.

Практическая значимость работы

Разработан и реализован оригинальный метод получения нанокompозиционных материалов на основе графена. Полученные нанокompозиты могут быть использованы в таких областях, как катализ, суперконденсаторы, сенсоры и т.д.

Апробация работы

Основные результаты работы докладывались на следующих научных конференциях: ежегодная научная конференция – конкурс ИОНХ РАН (Москва, 2010 г.), международная научно-техническая конференция «Наука и образование–2011» (Мурманск, 2011 г.), Ежегодная конференция молодых ученых ИОНХ РАН (Москва, 2011 г., 2012 г., 2013 г.), XIV международная научно-техническая конференция «Наукоемкие химические технологии–2012» (Тула, 2012 г.), IX International «Conference Mechanisms of Catalytic Reactions» (St. Petersburg, 2012 г.), международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов–2013» (Москва, 2013 г.).

Также интересны результаты следующих исследований:

Бабаев М.С. «Получение и исследование наночастиц полимер-коллоидных комплексов на основе полимеров N,N-диаллил-N,N-диметиламмоний хлорида и додецилсульфата натрия» [7];

Данг Конг Нгуа «Особенности фотополимеризации метакрилатов, содержащих модифицированный нанодиоксид титана и свойства материалов на их основе» [8] и др.

Например, научная новизна работы *Бабаева М.С.* «Получение и исследование наночастиц полимер-коллоидных комплексов на основе полимеров N,N-диаллил-N,N-диметиламмоний хлорида и додецилсульфата натрия» заключается в следующем.

Впервые систематически исследованы ПКК на основе (со)полимеров N,N-диаллил-]Г,]Ч-диметиламмоний хлорида с мицеллообразующим анионным ПАВ – додецилсульфатом натрия, определено влияние мольного соотношения компонентов, условий взаимодействия компонентов, концентрации и ионной силы раствора на размерные характеристики частиц ПКК.

Выявлено влияние молекулярно-массовых характеристик поли-]Ч,]М-диаллил-]Г,]Ч-диметиламмоний хлорида на его лиофилизирующую способность и размерные характеристики частиц полимер-коллоидных комплексов на их основе. Показано, что с ростом молекулярной массы средний размер частиц ПКК закономерно увеличивается.

Впервые показано, что уменьшение числа ионогенных звеньев в макромолекулах сополимеров]Ч,]М-диаллил-1]Г,]М-диметиламмоний хлорида приводит к увеличению лиофилизирующей способности полиэлектролитов и, соответственно, к закономерному увеличению размеров частиц полимер-коллоидных комплексов на основе данных полиэлектролитов.

Впервые оценены размерные характеристики систем частиц полимер-коллоидных комплексов на основе полисульфонилпирролидиний хлорида, химически модифицированного лекарственными соединениями, и определены условия, при которых они являются наносистемами.

Практическая значимость работы *Данг Конг Нгуа* «Особенности фотополимеризации метакрилатов, содержащих модифицированный нанодиоксид титана и свойства материалов на их основе»: изученные

материалы обладают свойством обратимой фотоиндуцированной гидрофильности и после дополнительных исследований могут быть рекомендованы для получения самоочищающихся защитно-декоративных покрытий. Способность сополимеров БзМА с ДМА ПЭГ с добавками наночастиц диоксида титана экранировать УФ-составляющую света представляет интерес для стеклоконструкций строительного назначения. Эффект, выявленный на примере полибензилметакрилата и выраженный в повышенной потере массы как результат последующего УФ-облучения, может быть использован для пленок и упаковочных материалов, способных ускоренно разлагаться под действием солнечного света.

Редакция электронного издания «Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал» предлагает магистрантам, аспирантам, докторантам опубликовать результаты своих исследований в области нанотехнологий и наноматериалов в строительстве, ЖКХ и смежных отраслях экономики [9].

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

**ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МАТЕРИАЛА ДАННОЙ СТАТЬИ
ПРОСИМ ДЕЛАТЬ БИБЛИОГРАФИЧЕСКУЮ ССЫЛКУ НА НЕЁ:**

Карпов А.И. Результаты исследований в области нанотехнологий и наноматериалов. Часть 6 // Нанотехнологии в строительстве. – 2014, Т. 6. – № 6. – С. 80–95. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2014-6-6-80-95.

DEAR COLLEAGUES!

THE REFERENCE TO THIS PAPER HAS THE FOLLOWING CITATION FORMAT:

Karpov A.I. Results of research in the area of nanotechnologies and nanomaterials. Part 6. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2014, Vol. 6, no. 6, pp. 80–95. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2014-6-6-80-95 (In Russian).

Библиографический список:

1. *Хузин А.Ф.* Цементные композиты с добавками многослойных углеродных нанотрубок: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dslib.net> (дата обращения: 10.11.2014).
2. *Карпов А.И.* Развитие нанотехнологий в строительстве – актуальнейшая задача ученых и инженеров // Нанотехнологии в строительстве. – 2013, Т. 5. – № 1. – С. 42–55. – URL: http://nanobuild.ru/ru_RU/ (дата обращения: 10.11.2014).
3. *Алаторцева У.В.* Конструкционные сталефибробетоны, модифицированные комплексными углеродными микро- и наноразмерными добавками: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dslib.net> (дата обращения: 10.11.2014).
4. *Крекотень А.В.* Физико-химическое изучение нанокompозитных материалов, получаемых темплатно методом управляемого золь-гель синтеза: Автореф. дис. канд. хим. наук. – Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dslib.net> (дата обращения: 10.11.2014).
5. *Иони Ю.В.* Наночастицы благородных металлов (Au, Pd, Rh) на поверхности чешуек графена: получение, строение, свойства и каталитическая активность: Автореф. дис. канд. хим. наук. – Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dslib.net> (дата обращения: 10.11.2014).
6. *Жарикова Е.Ф.* Углеродные многослойные цилиндрические нанотрубки как матрицы для получения магнитоактивных материалов и модифицирующие агенты для улучшения термостабильных и механических характеристик полимеров: Автореф. дис. канд. хим. наук. – Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dslib.net> (дата обращения: 10.11.2014).
7. *Карпов А.И.* Результаты исследований в области нанотехнологий и наноматериалов. Часть 5 // Нанотехнологии в строительстве. – 2014, Т. 6. – № 5. – С. 68–85. – URL: http://nanobuild.ru/ru_RU/ (дата обращения: 10.11.2014). – DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2014-6-5-68-85.
8. *Данг Конг Нгуа.* Особенности фотополимеризации метакрилатов, содержащих модифицированный нанодиоксид титана и свойства материалов на их основе: Автореф. дис. канд. техн. наук. – Электронная библиотека диссертаций [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dslib.net> (дата обращения: 10.11.2014).
9. *Гусев Б.В.* Развитие нанотехнологий – актуальнейшее технологическое направление в строительной отрасли // Нанотехнологии в строительстве. – 2011, Т. 3. – № 2. – С. 6–20. – URL: http://nanobuild.ru/ru_RU/ (дата обращения: 10.11.2014).

Контакты**e-mail: info@nanobuild.ru**

The review of the results of master, Ph.D. and Doctorates research in the area of nanotechnologies, nanomaterials, housing and communal services and joint economic spheres

UDC 66.011

KARPOV Alexey Ivanovich, Ph.D. in Engineering, referent, International Academy of Engineering; Gazetny str., 9, bld. 4, 125009, Moscow, Russian Federation, e-mail: info@nanobuild.ru



RESULTS OF RESEARCH IN THE AREA OF NANOTECHNOLOGIES AND NANOMATERIALS. Part 6

To popularize scientific achievements in construction the main results of Russian and foreign scientists' research are published in the form of abstract.

The result of research «Cement composites with additives of multi-layer carbon nanotubes (MLCN)» is a new production technology and optimal compositions for complex nanomodified additives (CNMA). Introduction of such additives in the quantity of 12 mass.% of cement mass provides within 8–12 hours early stripping strength more than 15–40 Mpa, water impermeability more than W20 and frost resistance F60–F700. The technology provides double increase of work performance and metalriging turnover. The difference between the new production technology and the traditional one is that the line of production of chemical additives contains a new unit designed for manufacture of CNMA based on MLCN. The unit consists of precision feeder (the size of dose is 5 g.), ultrasound dispersant with power 4 kW and frequency of operation 22 kHz and turbulent mixer with power 7,5 kW. The developed technology provides precise dose and even distribution of CNMA in mixture. The author developed technical conditions № 5745-111-02069622-2013 for manufacture of CNMA based on MLCN of different refinement purity and dispersiveness for high strength reinforced-concrete blocks used as finishing materials in subway tunnels.

The specialists may be also interested in results of the research «Nanostructured perlite binder and foam concrete based on it» by Miroshnikov E.V., «Constructional steel fiber concretes modified with complex carbon micro- and nanosize additives» by Alatorceva U.V., «Physical and chemical study of nanocomposite template-assembled materials produced with the controlled sol-gel synthesis» by Krekoten' A.V., «Production and study of nanoparticles of polymer-colloid complexes based on polymers of chloride N,N-diallyl-N,N-dimethylammonio and dodecylsulfate sodium» by Babaeva M.S., «Characteristics of photopolimerization of methacrylates containing modified titanium nanooxide and propertis of the materials based on methacrylates» by Dang Kong Ngia etc.

Published materials can be used by the specialists in their scientific and practical activities in construction, housing and communal services as well as in the joint economical spheres.

Key words: carbon nanotubes, nanosize additives, nanoparticles, titanium nanodioxide, nanostructured binder, nanocomposites materials.

DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2014-6-6-80-95

References:

1. *Khuzin A.F.* Cementnye kompozity s dobavkami mnogoslojnyh uglerodnyh nanotrubok [Cement composites with additives of multi-layer carbon nanotubes] Abstract of Ph.D. thesis. Electronic library of theses. Available at: <http://dslib.net> (date of access: 10.11.2014).
2. *Karpov A.I.* Development of nanotechnologies in construction – a task which is of great importance for scientists and engineers. *Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction*. 2013, Vol. 5, no. 1, pp. 42–55. Available at: http://nanobuild.ru/en_EN/ (Accessed 10.11.2014). (In Russian).
3. *Alatorceva U.V.* Konstrukcionnye stalefibrobetony, modifitsirovannye kompleksnymi uglerodnymi mikro- i nanorazmernymi dobavkami [Constructional steel fiber concretes modified with complex carbon micro- and nanosize additives]. Abstract of Ph.D. thesis. Electronic library of theses. Available at: <http://dslib.net> (date of access: 10.11.2014).
4. *Krekoten' A.V.* Fiziko-himicheskoe izuchenie nanokompozitnyh materialov, poluchаемых templatno metodom upravlyaemogo zol'-gel' sinteza [Physical and chemical study of nanocomposite template-assembled materials produced with the controlled sol-gel synthesis] Abstract of Ph.D. thesis. Electronic library of theses. Available at: <http://dslib.net> (date of access: 10.11.2014).

5. *Ioni Ju.V.* Nanochasticy blagorodnyh metallov (Au, Pd, Rh) na poverhnosti cheshuek grafena: poluchenie, stroenie, svojstva i kataliticheskaja aktivnost' [Nanoparticles of noble metals (Au, Pd, Rh) on the surface of flake of graphene: production, structure, properties and catalytic activity]. Abstract of Ph.D. thesis. Electronic library of theses. Available at: <http://dslib.net> (date of access: 10.11.2014).
6. *Zharikova E.F.* Uglerodnye mnogoslojnye cilindricheskie nanotrubki kak matricy dlja poluchenija magnitoaktivnyh materialov i modificirujushhie agenty dlja uluchshenija termostabil'nyh i mehanicheskikh harakteristik polimerov [Carbon multi-layer cylindric nanotubes as matrices to produce magnetoactive materials and modifying agents for improvement of thermal stable and mechanical characteristics of polymers]. Abstract of Ph.D. thesis. Electronic library of theses. Available at: <http://dslib.net> (date of access: 10.11.2014).
7. *Karpov A.I.* Results of research in the area of nanotechnologies and nanomaterials. Part 5. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2014, Vol. 6, no. 5, pp. 68–85. Available at: http://nanobuild.ru/en_EN/ (Accessed 10.11.2014). (In Russian). DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2014-6-5-68-85. (In Russian).
8. *Dang Kong Ngia.* Osobennosti fotopolimerizacii metakrilatov, sodержashhih modifitsirovannyj nanodioksid titana i svojstva materialov na ih osnove [Characteristics of photopolimerization of methacrylates containing modified titanium nanooxide and propertis of the materials based on methacrylates]. Abstract of Ph.D. thesis. Electronic library of theses. Available at: <http://dslib.net> (date of access: 10.11.2014).
9. *Gusev B.V.* Development of nanotechnologies – the most important technological direction in construction. Nanotechnologies Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2011, Vol. 3, no. 2. pp. 6–20. Available at: http://nanobuild.ru/ru_RU (Accessed: 10.11.2014).

DEAR COLLEAGUES!

THE REFERENCE TO THIS PAPER HAS THE FOLLOWING CITATION FORMAT:

Karpov A.I. Results of research in the area of nanotechnologies and nanomaterials. Part 6. Nanotehnologii v stroitel'stve = Nanotechnologies in Construction. 2014, Vol. 6, no. 6, pp. 80–95. DOI: dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2014-6-6-80-95 (In Russian).

Contact information

e-mail: info@nanobuild.ru