

Нанотехнологии в строительстве: без сюрпризов

В №2 за 2009 г. мы опубликовали подборку, посвященную нанотехнологическим разработкам в строительной отрасли. И пообещали возвращаться к этой теме в мониторинговом режиме. Честно говоря, рассчитывали на заметные подвижки уже через год, имея в виду, разумеется, отечественную науку и производство. Очевидно, поторопились.



Наноцемент для шахт стратегического назначения

В Калужском региональном центре наноиндустрии в Обнинске создан наномодифицированный цемент с особыми свойствами: быстро застывающий и, главное, выдерживающий высокие температуры. Такой цемент незаменим как в доменном производстве, так и для шахт стратегических ракет. Шахты стратегических ракет при использовании этого цемента становятся многократно прочнее, хотя при старте ракеты температура горения топлива достигает 3000°. Возможно также изготовление из этого наноцемента посадочных полос аэродромов для приема сверхтяжелых самолетов.



«Роснано» и «Пеноплэкс» внедрили нано в пенопласт

Научно-технический совет «Роснано» принял решение финансировать проект «Создание промышленного производства вспенивающегося полистирола с добавлением наноразмерного минерального наполнителя для улучшения теплоизолирующих свойств пенополистирола». Предполагается строительство в Киришах завода с проектной мощностью 50 тысяч тонн продукции в год.

Технологию получения нового полистирола с добавлением наноструктурированного графита разработали специалисты «Пеноплэкса». Отработка технологии осуществлялась на собственной опытно-экспериментальной установке. Модифицированный графит позволяет улучшить теплоизолирующие свойства полистирола на 20%. Предполагается, что суммарный экономический эффект от использования нового продукта составит до 12% по сравнению с использованием обычного пенопласта.

О современном положении дел

Большинство авторов сходится во мнении, что нанотехнологии, применяемые сегодня в строительстве, не являются прорывными, предлагая частные решения в конкретных случаях. Специалисты сетуют на то, что недружественная институциональная среда препятствует внедрению инноваций – надежда на невидимую руку рынка уступает место упованиям на мудрость всемогущего государства.

Справедливости ради надо сказать, что проблемы возникают не только в наших пенатах. Инновации в любой стране должны пройти полный круг испытаний, апробацию и сертификацию, прежде чем поступят на стройплощадку. У нас же дополнительные проблемы создает неразбериха с нормами и техническими регламентами. Главное же – разрушен экономический механизм, связывавший в единую цепочку науку, промышленность и образование. Инженерные площадки и мелкие технологические фирмы, являющиеся движущими силами инноваций – первые фактически сжаты со свету еще в 1990-е гг., вторые если и возникают, то с невероятным скрипом. Предприниматели всячески отбиваются от вложения средств даже в прикладные, не говоря уже о фундаментальных исследованиях. К этому добавляются давно не обновлявшаяся материально-техническая база и сложности с подготовкой, привлечением и повышением квалификации новых кадров в области нанотехнологий и наноматериалов.

В то же время ожидать нанотехнологическую революцию в строительной области не стоит не только по причине нашего отставания и общей заскорузлости. Как считает профессор МГСУ **В.Фаликман**, к этому не располагает присущий ей внутренний консерватизм.

Подобный здоровый скептицизм и лозунги типа «Человечество находится на пути к миру с заданными свойствами» – как это согласуется одно с другим?..

Первоочередная задача – снижение себестоимости

Одним из важнейших критериев оценки перспективности внедрения нанотехнологических инноваций в строительную отрасль служит их конечная себестоимость. Наномодификаторы для бетона и строительных растворов по цене 100 долларов за грамм – при том что их прочностные качества вырастают на 30% – вряд ли будут востребованы.

Наноструктурировать следует материалы массового применения – бетон, металл, композиционные материалы на основе волокон, – считает президент Российской и Международной инженерных академий **Б.Гусев**. – С точки зрения массового строительства из технологий предпочтительными оказываются химические процессы типа «золь-гель» и технологии, использующие механические принципы и методы микровзрыва, в то время как вакуумные, лазерные, криогенные технологии, несмотря на всю их перспективность, являются более дорогостоящими.

Другой ресурс снижения себестоимости, по свидетельству генерального директора Научно-технического центра прикладных нанотехнологий **А.Пономарева**, связан с эффектом реализации гигантских резонансов усиления поля на поверхности наночастиц, следствием чего оказывается крайне высокий уровень значений дисперсионных сил и – соответственно – чрезвычайно малое количество требуемого «исходного материала». Речь идет о так называемых астральных – многослойных углеродных наночастицах фуллероидного типа тороидальной формы, вводимых в композиты.

Одним из перспективных направлений применения нанотехнологий в строительной отрасли признано армирование композитов углеродными нанотрубками. Однако их производство осложнено невысокими скоростями роста и высокими энергозатратами. Как пишет профессор Пермского государственного технического университета **А.Кетов**, использование в качестве катализаторов пиролиза наночастиц переходных металлов позволило получать углеродные нанотрубки при относительно невысоких температурах с повышенной производительностью.

Ресурсы снижения производственных затрат обнаружили также благодаря применению нанотехнологий при производстве пеностекла – материала, известного еще с 1930-х гг. Смысл нового технологического подхода заключается в нанесении на поверхность частиц стекла на-

норазмерной пленки реагентов, которая придает ему два новых свойства – способность к схватыванию и газыделение при повышенных температурах. Помимо повышения рентгенобельности и возможности использования стеклобоя это позволяет также расширить номенклатуру продуктов.

Понятно, что задачи, стоящие перед строительной отраслью в нанотехнологической сфере, не сводятся к экономическим. Обозначим лишь некоторые: расширение ресурсных резервов наносырья за счет природных (например, высокопластичных глин) и техногенных (к примеру, шламовых отходов предприятий) источников; с одной стороны, дисциплинарное разведение, а с другой – объединение усилий и возможностей науки и бизнеса; модернизация образовательного процесса в области нанотехнологий и наноматериалов, придание ему непрерывного характера, создание открытой сети дистанционного обучения; решение проблем нанобезопасности и наноэкологии помещений и исследование влияния нанодфектов на разупрочнение и износ материалов и конструкций и др.

Наномодифицированные бетоны как наиболее перспективное направление

По уверению специалистов, в ближайшие пять лет благодаря различным наноструктурирующим добавкам прочность бетонов может достигнуть от 300 до 600 МПа, что почти в десять раз выше средних показателей, морозостойкость может превысить 3000 циклов замораживания-оттаивания, долговечность даже в морской воде перешагнет 100-летний рубеж. При этом наномодифицирующие добавки составляют не более 2-3% от общей массы бетона. Один из примеров – ученые московского «Наноцентра» МЭИ, ООО «Нанотроника», НПО «Синтетика-Строй» из Новочеркасска, НТЦ «Прикладные технологии» из Санкт-Петербурга разработали бетон, прочность и морозоустойчивость которого выше обычного на 50 и 150% соответственно, вероятность появления трещин в три раза ниже, при этом вес в шесть (!) раз меньше.

Другая не менее важная задача связана со снижением экономических показателей – уже сегодня созданный автоматизированный комплекс по производству домов из неавтоклавного, гидрофобизированного в объеме пенобетона с наноструктурирующими катализаторами, по оценке заместителя генерального директора аналитического центра «Нанотех» **В.Раховского**, дает впечатляющую цифру от 6500 рублей за 1 м². В Белгородском государственном техническом университете им. В.Шухова разработан альтернативный вяжущий состав, основанный на наноразмерных модификаторах и обладающий абсолютной огнестойкостью, высокими теплоизоляционными свойствами, экологической чистотой – при этом он заметно дешевле цемента. Генеральный директор компании «СтройБетонСервис» **А.Владимиров** свидетельствует об опыте получения бетона с меньшей себестоимостью благодаря добавкам, включающим фуллереновую сажу и углеродные нанотрубки.

Сегодня насчитывается множество разновидностей наноразмерных добавок и – соответственно – наномодифицированных цементов и бетонов. Эти модификаторы различаются механизмами действия, что связано с их пространственно-геометрическими параметрами, термодинамическими и кинетическими, кристаллохимическими и технологическими аспектами. По словам профессора Самарского государственного архитектурно-строительного университета **В.Кореньковой**, возможности реализации механизмов модифицирования определяются видом, характеристиками и дозировкой наноразмерных частиц.

С сожалением приходится констатировать, что в реальной практике строительства примеров использования нанобетонов, мягко говоря, не слишком много. Регулярны ссылки лишь на сданный в эксплуатацию еще в конце 2007 г. автодорожный мост в Кимрах Тверской области, где дорожные плиты выполнены из легкого наноструктурированного бетона. Обнадеживающий факт: технический мониторинг за состоянием конструкций моста, который осуществляет подрядчик – специалисты МО-90, каких-либо отклонений не обнаружил.

О других материалах

Перспективные нанотехнологические разработки ведутся в области асфальтобетонных покрытий. Директор Департамента Научно-технической экспертизы **С.Калужный** рассказывает



Авиационные полимеры будут использоваться в строительстве

Всероссийский институт авиационных материалов (ВИАМ) разработает полимерные композиционные материалы для строительной отрасли Москвы, – заявил журналистам руководитель Департамента науки и промышленной политики города Евгений Пантелеев.

По словам директора ВИАМ Евгения Каблова, до сих пор подобные материалы использовались только в авиационной промышленности. Но в строительстве мы также хотим иметь конкурентоспособную продукцию, – сказал он. – Опыт работы в этой сфере у нас есть, но нам необходимо провести комплекс испытаний. Две поставки таких материалов в Краснодарский край нами уже сделаны. В ближайшее время будет утвержден координатор программы, контролирующей опытные работы, а первые итоги специалисты подведут уже через два года.



Начались массовые поставки пеностекла

Начались массовые поставки насыпного пеностекла пермского ЗАО «Пеноситал» для строительных объектов Москвы. Пеностекло, изготовленное с применением нанотехнологий, будет использоваться для утепления межэтажных перекрытий, фундаментов и кровель домов. Это не первая поставка для московского рынка. В прошлом году столичные строители в качестве эксперимента использовали 60 кубических метров пеностеклянного материала. Эксперимент оказался удачным. ЗАО «Пеноситал» первым из предприятий Пермского края успешно прошло научно-техническую экспертизу и получило финансовую поддержку «Роснано».



Томские установки PVD сделают из окон солнечные батареи

Научно-технический совет «Роснано» также принял решение финансировать проект по расширению выпуска установок для нанесения модифицирующих покрытий нанометровой толщины на материалы и изделия с помощью плазмы магнетронного разряда. Это позволит вывести мелкосерийное производство, основанное Томским политехническим университетом, на новый уровень и расширить его присутствие как на российском, так и на зарубежных рынках. Установки, производимые в Томске, относятся к технологиям PVD, основанным на физических процессах осаждения нанометровых покрытий. Согласно прогнозам объем мирового рынка технологий PVD к 2015 г. составит 12,8 млрд долларов (в 2008 году – 6,9 млрд долларов). Наноразмерные покрытия могут эффективно применяться и в жилищном строительстве, например, наноситься на листовое стекло, наделяя его заданными свойствами.



Москву согреет энергосберегающая нанокраска

Для утепления зданий в Москве будут применять наноматериал, – заявил первый заместитель мэра Москвы Петр Бирюков. Эта энергосберегающая краска, разработанная российскими учеными, намного эффективнее и долговечнее всех существующих аналогов. Кроме того, она обладает шумоизоляционными и антикоррозийными свойствами. В основе наноматериала – керамические шарики с вакуумом внутри. Причем для полного утепления здания достаточно всего 4 мм покрытия, а наносить его можно при помощи обычного распылителя краски. Кроме того, отечественная разработка может помочь справиться с сосульками – они просто не образуются на покрашенных нанокраской крышах. Перспектива применения такой нанокраски не имеет границ. Например, ее использование в бесцветной расклевке позволит вести утепление исторических памятников без вмешательства в фасадную поверхность, – рассказал Петр Бирюков.

о запуске проекта по налаживанию производства добавки для асфальтобетонных покрытий «Унирем», которая представляет собой композиционный материал на основе активного порошка, получаемого методом высокотемпературного сдвигового измельчения отработавших автопокрышек. Это позволяет повысить долговечность дорожного полотна, его сопротивление скольжению и растрескиванию, увеличить стойкость к перепадам температуры, ударопрочность и пр.

Помимо бетонов среди наиболее продвинутых в смысле восприятия нанотехнологических инноваций значатся, прежде всего, стальные конструкции и арматурные стали, за ними следуют керамические и силикатные материалы, теплоизоляционные материалы, краски, лаки, эмали и др. Однако в массовой печати «человеку с улицы» чаще всего рассказывают о чудесах типа самоочищающихся покрытий, паропроницаемых стекол, нанопленок для светопрозрачных покрытий, пропускающих лучи определенного спектра, самовосстанавливающихся красок и бетонов, «залызывающих» возможные повреждения (в последнем случае, правда, с помощью специальных полимерных составов).

Несколько слов об успехах нанотехнологий в области защиты стальных конструкций от коррозии, которых добились специалисты питерского СПИИ «ВНИПИЭТ». Речь идет об опыте 15-летних наблюдений на объектах атомной энергетики за конструкционными материалами, изготовленными в том числе из дешевых низкоуглеродистых сталей. В основе предложенного метода – предварительное оксидирование стали с последующим введением в обессоленную воду микроконцентрата нитрита натрия. В результате сталь защищает оксидная пленка с узкими капиллярами и электрическое поле.

В заключение кратко воспроизведем новеллу генерального директора компании «Optim Consult» из Гуанчжоу **Е. Колесова** о последних нанотехнологических успехах китайских коллег, которые, по его оценке, подошли к стадии внедрения целого ряда научных разработок. Что-то уже реализовано – в частности, антибактериальные керамические продукты на основе использования соответствующей функции наночастиц с применением инфракрасного излучения, способствующие улучшению кровообращения, повышению иммунитета и даже приостановке преждевременного старения. Другой пример – из реализованных: нанопористое полупрозрачное покрытие для стен, создающее эффект термоса – сохраняющее тепло в помещении зимой и прохладу летом; им покрыты стены Шанхайского музея науки и технологий, следующий этап – распространение новой технологии на сферу массового жилищного строительства. Еще один вид покрытия, призванный противостоять загрязняющим воздействиям, воспроизводит эффект лотоса, когда капли воды, подобно ртути, скатываются с поверхности листа, смывая всю грязь и не оставляя следов; уже есть реализации, в частности, Большой национальный театр в Пекине. Наконец, последняя из приводимых Е. Колесовым разработок – специальное нанопокрытие, способное накапливать солнечную энергию днем и излучающее свет в ночное время; область применения – вплоть до окон обычных домов, тем более что его цена ниже распространенных гелиобатарей.

По оценке вице-президента Нанотехнологического общества РФ Г.Малинецкого, у России – и ее строительной отрасли, в частности – остались считанные годы на то, чтобы вскочить в последний вагон стремительно удаляющегося поезда – не далее чем до 2014–2018 гг., на которые предположительно приходится массовое освоение и запуск в производство научно-технических инноваций, преимущественно в области NBIC-технологий, которые призваны очертить профиль надвигающегося шестого кондратьевского уклада...

Литература

1. I Международная научно-практическая on-line-конференция «Применение нанотехнологий в строительстве» – www.nanobuild.ru/nanoconf.pdf
2. Нано по случаю. Ученые обсуждают нанотехнологии в строительстве – www.grandsmeta.ru/nb-2009int/pages/id_1555
3. www.nanonewsnet.ru/blog/nikst
4. Нанотехнологии просятся в строительную отрасль – www.stroidelo.net.ru/dokumentaciya/stroitel'naya-nauka/nanotehnologii-prosyatsya-v-stroitel'nuyu-otrasl
5. Перспективные направления и разработки в строительстве – www.str-t.ru/articles/351/
6. Нанотехнологии в строительстве – www.remont.komimarka.ru/modules/articles/article.php?id=368
7. «Нано» приходят в энергетику – www.eprussia.ru/epr/122/9446.html

Обзор подготовил
Дмитрий Фесенко