

научно-технический журнал

ВЕСТНИК



MGCSU

Спецвыпуск

3/2009



материалы оборудование технологии

Научно-технический журнал Вестник МГСУ

Периодическое научное издание

Спецвыпуск №3/2009

Москва

Научно-технический журнал Вестник МГСУ.
Специальный выпуск № 3. 2009.
Периодическое научное издание. Москва, МГСУ.

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации ПИ №ФС77-21435 от 30 июня 2005 г.

Редакционная коллегия:

Главный редактор - ректор МГСУ, акад. РААСН, д.т.н., проф. - **В.И. Теличенко**; зам. главного редактора - проректор по научной работе МГСУ, чл.- корр. РААСН, д.т.н., проф. - **Е.А. Король**; зам. главного редактора - проректор по учебной работе МГСУ, д.ф.-м.н., проф. - **М.В. Самохин**; зам. главного редактора - проф., к.т.н. Н.С. Никитина; отв. секретарь - академик РАЕН, проф., д.т.н. **А.Д. Потапов**; редактор - **Е.Н. Аникина**; верстка - **Д.А. Матвеев**.

Редакционный совет:

Теличенко В.И. (председатель), **Амбарцумян С.А.**, **Баженов Ю.М.**, **Дмитриев А.Н.**, **Король Е.А.** (зам. председателя), **Кошман Н.П.**, **Круглик С.И.**, **Никитина Н.С.** (зам. председателя), **Николаев С.В.**, **Маклакова Т.Г.**, **Мэрфи Анжела** (Университет Центрального Ланкашира, Англия), **Паль Ян Петер** (Технический Университет Берлина, ФРГ), **У Хой** (Пекинский Университет строительства и архитектуры, Китай), **Ян Буйнак** (Университет Жилина, Словакия), **Бегларян А.Г.** (Ереванский государственный университет архитектуры и строительства, Армения), **Потапов А.Д.** (отв. секретарь), **Пупырев Е.И.**, **Самохин М.В.** (зам. председателя), **Сидоров В.Н.**, **Тер-Мартirosян З.Г.**, **Травуш В.И.**, **Чунюк Д.Ю.** (зам. отв. секретаря)

Адрес редакции:

129337, Москва, Ярославское ш. 26. МГСУ, Тел. +7 (499) 183-56-83,
Факс +7 (499) 183-56-83
e-mail: vestnikmgsu@mgsu.ru, <http://www.iasv.ru>, Электронная версия
<http://www.mgsu.ru>

Все материалы номера являются собственностью редакции, перепечатка или воспроизведение их любым способом полностью или по частям допускается только с письменного разрешения редакции.



Уважаемые коллеги!

С 28 сентября по 2 октября 2009г в Институте строительства и архитектуры МГСУ в рамках празднования 65-летия Строительно-технологического факультета при поддержке Федерального агентства по науке и инновациям проведена «Международная неделя строительных материалов».

Это было широкомасштабное мероприятие, в котором приняли участие преподаватели и ученые, а также представители научных фирм, строительных организаций и вузов из Монголии, Польши, Украины, Белоруссии, Казахстана и России.

В период кризиса проведение «Международной недели строительных материалов» своевременно и целесообразно, т. к. необходимо поделиться опытом с коллегами и вместе подумать об улучшении свойств строительных материалов, чтобы они не уступали международным аналогам.

В первый день 28 сентября делегатов «Международной недели строительных материалов» приветствовали ректор МГСУ В. И. Теличенко, проректор по научной работе Е. А. Король, зарубежные и российские гости.

Во второй день 29 сентября проходила международная конференция «Современные проблемы строительного материаловедения», результаты которой опубликованы в сборнике трудов ИСА №2.

Заседание круглого стола 30 сентября по «Вопросам применения нанотехнологий в строительстве» проходило оживленно и эмоционально, возникало много вопросов, мнений насколько применителен термин «нано» в строительном материаловедении. В заключение участники круглого стола пришли к единому мнению, что направленное регулирование свойств строительных материалов возможно и целесообразно.

Материалы круглого стола опубликованы в сборнике «Применение нанотехнологий в строительстве».

Научные чтения, посвященные памяти выдающегося российского ученого профессора Горчакова Григория Ивановича, проводились 1 октября в год 75-летия со дня основания кафедры «Строительные материалы». Доклады «чтений» опубликованы в сборнике трудов «Современные строительные материалы».

Заключительный этап чтений - открытие мемориальной доски, посвященной памяти Г. И. Горчакова. На открытии выступали ректор МГСУ В. И. Теличенко, проректор Е. Н. Король, директор института Н. И. Сенин, коллеги и ученики Григория Ивановича, присутствовали дочь и сестра профессора.

В последний день 2 октября проведен семинар для студентов, аспирантов и молодых ученых по новым строительным материалам, на котором яркое выступление представителя компании КНАУФ о производстве сухих смесей вызвало желание у молодежи увидеть все своими глазами на производстве.

«Международная неделя строительных материалов» получила довольно широкое освещение в строительной прессе. Результаты представлены в строительной газете в двух газетах «Стройка», в газете «Строительные кадры», а также в журналах «Строительные материалы» и «Строительные материалы XXI век».

Это первое широкомасштабное мероприятие в ИСА МГСУ, но не последнее, я в это верю, т. к. подобный обмен передовым опытом в различных аспектах строительной науки чрезвычайно полезен.

Всего на «Международной неделе строительных материалов» был представлен 81 доклад. Наиболее интересные публикации из наших сборников мы представляем в данном специальном выпуске «Вестника МГСУ»

**Зам. директора ИСА
по научной работе профессор**

Орлова А. М.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Король Е.А.

Московский государственный строительный университет

Снизить расход тепла, воды, электроэнергии - эту актуальную задачу решают сегодня архитекторы и строители во всем мире. Согласно анализу международных данных тенденции строительного проектирования в настоящее время в соответствии с основными требованиями заказчиков проектов современных зданий, направлены на оптимизацию потребления энергии, при одновременном обеспечении высокого уровня комфортности.

Подписанный президентом Дмитрием Медведевым Указ «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» содержит ряд шагов, призванных снизить к 2020 году энергоёмкость валового внутреннего продукта Российской Федерации не менее чем на 40 процентов по сравнению с 2007 годом.

Проблемы климатологии, энергосбережения, разумеется, имеют прямое отношение ко всем сферам жизнеобеспечения, в том числе к строительству и эксплуатации жилищ. Очевидно, что основной тенденцией в строительстве на ближайшие годы станет проектирование зданий, в которых функциональность и комфортность сочетались бы с энергоэффективностью и экологичностью.

Вместе с тем проектирование энергоэффективных зданий до настоящего времени является актуальной проблемой строительной науки и практики, так как через стены теряется до 40% тепла, через окна и крышу - по 18%, еще 14% уходит через вентиляцию и 10 % - через подвал. То есть большая часть тепловой энергии практически уходит на экологически неблагоприятное отопление атмосферы городов.

Эта проблема также актуальна в мегаполисах России и находит отражение в перспективных планах и программах их градостроительного развития. Например, в нашей столице на ее решение направлена городская программа "Энергосберегающее домостроение в городе Москве на 2010-2014 гг. и на перспективу до 2020 года" (Постановление Правительства Москвы от 9 июня 2009 г. N 536-ПП). Год назад городские власти решили полностью отказаться от так называемого выборочного ремонта в пользу комплексного, причем с обязательным выполнением требований к проектам по энергоэффективности зданий.

При реконструкции зданий и сооружений в Москве сегодня используются энергоэффективные технологии. Иногда это может послужить даже одной из причин реконструкции, например, если требуется обеспечить необходимое значение теплопроводности стен в связи с изменением нормативных значений.

Морозные периоды зим последних лет подтвердили, что потребитель уже не желает мириться с низкой комфортностью условий проживания, которая нередка даже во вновь построенном жилье. Промерзание стен, конденсат в оконных проемах, грибок, разгерметизация стыков, разрушение и коррозия элементов конструкций - это лишь неполный перечень проблем, осложняющих нашу жизнь, а порой представляющих ей угрозу. В основе их лежат принятые проектировщиками решения по тепловой защите

здания и качество реализации этих решений строителями и эксплуатирующими организациями.

Помимо требований комфортности, необходимость контроля теплозащиты зданий вызвана устойчивым ростом цен на энергоносители и ужесточением нормативов тепловых потерь через ограждающие конструкции. Таким образом, в нынешних условиях качество тепловой защиты превратилось в весомое потребительское свойство здания и услуг по его эксплуатации.

В 2003 г. СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» установил нормативное приведенное сопротивление теплопередаче в размере $3,16 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$ (для Московского региона). Однако, чтобы «вписаться» в заданные нормативы, необходимо использовать новые эффективные теплоизоляционные материалы и конструкции. В противном случае, как толщина наружных ограждающих конструкций, так и их стоимость были бы непомерно высокими. Например, при сохранении однослойной конструкции стен из полнотелого кирпича их толщина должна составить около двух метров.

Поэтому выполнение повышенных требований по теплозащите зданий неизбежно ориентирует на новые подходы к строительству, на применение более сложных конструктивных решений и технологии и, как следствие этого усложнения, на усиление контроля за качеством строительной продукции, т.к. при нарушениях технологий строительства резко снижается эффективность теплозащиты.

Причем, если при проектировании покрытий, чердачных и цокольных перекрытий осложнений не возникает, то проектирование наружных стен требует поиска качественно новых технических решений.

Эти проблемы начинаются уже при внедрении энергоэффективных окон. Новые конструкции окон, особенно из ПВХ, как правило, имеют толщину оконных коробок 70-90 мм, что в 2,5-3 раза тоньше ранее применяемых. Это открывает на оконных откосах стен зоны с низкими температурами и вызывает образование на них обильного конденсата и его перехода в виде пара в воздух помещения. В первую очередь это заметно в зданиях с увеличенной толщиной стен. Увеличение влажности воздуха в помещении вынуждает к частому открыванию форточек, и это на 50-70% снижает заложенный эффект повышения теплозащитных качеств окон.

Кроме того, при определенных погодных условиях даже постоянное открывание окон не приводит к снижению относительной влажности воздуха в помещениях до нормативного значения. Таким образом, внедрение энергоэффективных окон без конструктивного решения всего оконного проема с учетом конвекции и организации воздухообмена зачастую приводит к обратному эффекту, т.е. к снижению теплозащитных качеств окон в условиях эксплуатации и ухудшению условий для проживания. При натурных обследованиях зданий установлено, что благоприятный микроклимат в помещениях наблюдается там, где строители отступили от новых нормативных требований в сторону большей воздухопроницаемости окон и стен.

Наружные стены за счет преобладания площади их поверхности над площадью любого другого элемента наружных ограждающих конструкций имеют наибольший в абсолютном выражении потенциал энергосбережения. На зданиях, построенных до 80-х годов, при минимальном повышении энергоэффективности здания (с $0,9$ до $1,8 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$) доля экономии за счет утепления стен составляет более 70% всей возможной экономии тепла.

С теплотехнической точки зрения условно различают три основных вида стен по числу основных слоев: однослойные, двухслойные и трехслойные (последние приме-

няются в основном при новом строительстве, поэтому в данной статье как способ утепления не рассматриваются).

Однослойные стены наиболее просты в исполнении, а при обеспечении необходимых теплозащитных свойств - их эксплуатации. Поэтому этот тип конструкции, выполненный из конструкционно-теплоизоляционных материалов и изделий, совмещающих несущие и теплозащитные функции, может быть с успехом применен при проведении модернизации и реконструкции зданий.

С точки зрения современных требований к теплозащите наиболее приемлемы легкие бетоны, изготавливаемые по различным технологиям. При плотности легких бетонов не более 500 кг/м^3 и расчетном значении коэффициента теплопроводности не более $0,15 \text{ Вт/(м}^2 \text{ }^\circ\text{C)}$ возможно их использование в качестве теплоизоляционного материала. Стены из легких бетонов в зависимости от плотности и прочности могут проектироваться самонесущими, с обязательной защитой от внешних атмосферных воздействий (облицовка, штукатурный, гидроизоляционный слой и т.п.). Натурные обследования зданий с ячеистобетонными стенами показали, что несоблюдение требований их защиты от внешних атмосферных осадков приводит к снижению фактического сопротивления теплопередаче почти в 2 раза.

Двухслойные стены содержат несущий и теплоизоляционный слои. Это наиболее распространенный и «естественный» тип конструкции при утеплении существующих зданий. Также он получил широкое применение и в новом современном строительстве, обеспечивая высокую энергоэффективность без существенного увеличения толщины наружных стен.

Надо учитывать, что переход в строительстве от однослойных стен к многослойным с высоким термосопротивлением приводит к увеличению температурных напряжений в узлах соединений различных наружных слоев стен.

Как правило, в качестве теплоизоляционного материала используется какой-либо утеплитель, защищенный от внешних разрушающих воздействий. Основным видом применяемых утеплителей являются минераловатные изделия (более 65%), на стекловатные материалы приходится 8%, еще 20% - на пенопласты, доля теплоизоляционных бетонов не превышает 3%. Существуют также теплоизоляционные штукатурные и окрашивающие покрытия с пенополистирольным («Родипор») или вакуумно-керамическим («Термо-Шилд») наполнителем.

В последнее время в целях утепления зданий стали применять материалы, отражающие тепловое излучение, самым распространенным из которых является алюминиевая фольга. Однако расчеты показывают, что реальный эффект от использования теплоотражающих свойств этих материалов в конструкции стен весьма незначителен (увеличение сопротивления теплопередаче на $0,2\text{-}0,3 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$). Поэтому чаще всего их предлагают на рынке в составе утеплителей (например, фольга с пенополиэтиленом). Наиболее целесообразно использование этих материалов на тех участках наружных строительных конструкций, где имеется наибольшая разница температур внутри и снаружи здания, в частности для утепления чердачных помещений и кровли, зон за радиаторами отопительных систем и др.

Необходимо помнить, что в коэффициентах теплопроводности материалов в сухом состоянии и этих же материалов в ограждающей конструкции имеется существенное различие. Например, пенополистирольные плиты плотностью 40 кг/м^3 имеют коэффициент теплопроводности в сухом состоянии $0,038 \text{ Вт/(м}^2 \text{ }^\circ\text{C)}$, а в ограждающей конструкции здания, расположенного в центральной полосе России, с учетом увлажнения стены при эксплуатации, тот же коэффициент имеет значение $0,05 \text{ Вт/(м}^2 \text{ }^\circ\text{C)}$.

Однако при проектировании слоя тепловой изоляции часто по ошибке закладываются те данные о свойствах теплоизоляционных материалов, которые выбраны по рекламе или по результатам лабораторных испытаний материала в сухом состоянии. В этом случае при использовании того же пенополистирола реальный эффект будет ниже на 30%.

В двухслойных стенах теплоизоляционный слой может располагаться либо снаружи, либо изнутри.

Внутренняя теплоизоляция открывает основной несущий слой конструкции стены воздействию циклического промерзания-оттаивания, что ведет к ускоренной потере его прочностных свойств, что должно быть учтено при расчете долговечности здания. При внутреннем способе утепления существует проблема ярко выраженной тепловой неоднородности наружной ограждающей конструкции с мостами холода в местах стыков внешней стены с перекрытиями и внутренними стенами. По ним холод поступает в помещение, создавая локальные некомфортные условия. К недостаткам этого способа можно также отнести сокращение внутренней площади помещений.

Наконец главная проблема внутреннего способа утепления состоит в необходимости обеспечения надежной защиты теплоизоляционного слоя от увлажнения и накопления влаги в толще утеплителя, что требует специального теплотехнического расчета и тщательного изготовления.

Вследствие разницы давлений водяного пара снаружи и внутри здания через ограждающую конструкцию всегда происходит диффузия водяного пара в наружную сторону. При проектировании ограждающих конструкций из нескольких слоев задача состоит в ослаблении диффузии водяного пара во внутренние слои стены и отвода влаги, проникшей внутрь ограждения. С этой целью проектируют пароизоляционные слои, которые следует располагать как можно ближе к внутренней поверхности несущего слоя стены. Применять теплоизоляцию с внутренней стороны допустимо только при условии надежного пароизоляционного слоя со стороны помещения, что на практике трудно выполнимо.

Однако у внутренней теплозащиты есть весомые технологические преимущества. При применении напыляемых утеплителей из пенополиуретана с помощью одной операции решаются сразу четыре задачи:

- обеспечение высокой прочности сцепления с несущим слоем (кирпичом, бетоном, деревом, металлом и т.д.) на уровне 2-3 кг/см²;
- достижение с высокой точностью расчетных нормируемых характеристик теплоизоляционного слоя;
- образование пароизоляционного слоя, в случае необходимости регулируемого;
- незначительная толщина слоя изоляции по сравнению с другими теплоизоляционными материалами.

Применение плитных и рулонных теплоизоляционных материалов не дает возможности решить эти задачи одновременно. Кроме того, как показали обследования, внутреннее утепление фасадов этими материалами приводит к массовому появлению плесени в новостройках из-за наличия достаточной воздушной прослойки между плитным (рулонным) утеплителем и несущей конструкцией.

Итак, в случае с напыляемым утеплением изнутри обеспечивается главное требование - сопротивление пароизоляции соответствует п. 5.3 СП 23-101-2000 «Проектирование тепловой защиты зданий». При этом величина затухания амплитуды колеба-

ний температуры наружного воздуха в такой конструкции увеличивается, так как более теплоустойчивый материал расположен изнутри (п. 9.1. СП 23-101-2000).

При применении внутренней напыляемой теплоизоляции создается сплошной и надежный пароизоляционный слой, что гарантирует отсутствие накопления влаги в теплоизоляционном слое (п. 5.10 СП 23-101-2000).

К общим достоинствам внутренней теплоизоляции относится практическая невозможность допущения технологического брака. В основном здесь нужен только контроль толщины покрытия, что легко достигается в построечных условиях. Зависимость от человеческого фактора минимальна. Внутреннее утепление можно выполнять в любое время года, в то время как работы по наружной теплоизоляции могут производиться лишь 7-8 месяцев в году. Наконец, производство внутренней теплоизоляции значительно дешевле наружной по стоимости материалов, трудоемкости, установке дорогостоящих строительных лесов.

Наибольшее развитие на сегодняшний день получили исследования и разработки в области актуальных задач энергосбережения в части создания новых технических решений ограждающих конструкций.

Современные высокие требования к энергосбережению и теплозащите зданий в РФ привели к использованию новых типов многослойных ограждающих конструкций с применением эффективных теплоизоляционных материалов. Однако срок службы этих материалов значительно ниже конструкционных материалов в составе комплексной конструкции. Кроме того, в эксплуатационных условиях их физико-механические свойства значительно изменяются. Большинство эффективных утеплителей зарубежного производства не в полной мере удовлетворяют широкому спектру климатических параметров РФ. Это приводит к необходимости неоднократной замены (и соответственно воспроизводства) утеплителя в процессе эксплуатации в течение жизненного цикла основной системы жизнедеятельности человека, с вытекающими отсюда не только техническими, социальными и организационными проблемами, но и с проблемой энергосбережения.

В связи с этим одной из центральных проблем энергосбережения в строительной сфере является повышение энергоэффективности основных энергосберегающих инженерно-строительных систем жизнеобеспечения населения и производственного персонала всех, без исключения, отраслей народного хозяйства и, в первую очередь, за счет применения ограждающих конструкций с теплоизоляционным слоем из материалов низкой теплопроводности, обеспечивающих равную долговечность с сочетаемыми конструкционными материалами на базе внедрения малозатратных и быстрокупаемых технологий.

Наряду с принятием мер по повышению эффективности теплоизоляции необходимы специальные технологии вентиляции теплоснабжения и кондиционирования, а также энергоэффективные алгоритмы управления инженерным оборудованием, закладываемые в системы автоматизации, которые и обеспечат энергосберегающий режим. Например, в виде дневных и сезонных циклов воздухообмена, интеллектуального кондиционирования, энергосберегающих светильников, рационального использования естественного освещения и тепла солнечных лучей.

Так, например, внедрение проекта автоматизированного управления системой освещения офисного здания с использованием контроллеров Текомат-Фокстрот позволило уменьшить на 20-40% расход электроэнергии. А внедрение автоматизированной системы Building Menedgment System в офисном здании площадью 13 тыс. кв. метров позволило повысить безопасность и снизить коммунальные платежи на 8-10% . Дис-

петчеризация систем торгового комплекса площадью 14 тыс. кв. метров позволила отказаться от штатной эксплуатационной службы и сэкономить на этом до 100 тыс. рублей в месяц. При этом стоимость самой системы и ее монтажа на стадии приемки объекта в эксплуатацию оценивается в 1,5 млн. рублей.

Таким образом, актуальные вопросы энергоэффективности зданий напрямую связаны с целым рядом направлений строительной науки, объектов исследований и разработок, включая объемно-планировочные решения гражданских и промышленных зданий, ограждающие конструкции, техническую эксплуатацию зданий, отопление и вентиляцию, теплофикацию и газоснабжение, теплотехнику и котельные установки, информационные системы и технологии управления энергетическими ресурсами, отоплением и вентиляцией в промышленных и гражданских зданиях, а пути их решения носят комплексный характер, позволяющий достигнуть синергетический эффект в обеспечении энергоэффективности зданий.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОСИСТЕМ В СТРОИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

Баженов Ю.М.

Московский Государственный Строительный Университет.

Решение больших задач по жилищному и другим видам строительства требует создания и широкого применения новых материалов и технологий. Внедрение в технологию бетона новых эффективных модификаторов структуры и свойств, композитных вяжущих веществ, тонкодисперсных добавок, волокнистых наполнителей и совершенствования с учётом их воздействия структуры и технологии бетона, позволяют существенно повысить прочность бетона и получить новые перспективные виды.

Структура и свойства бетона, в первую очередь, определяются качеством цементного камня. Вовлечение в технологию бетона новых сырьевых компонентов позволило существенно снизить В/Ц и тем самым увеличить плотность цементного камня и его прочность, изменить характер гидратации цементного камня, способствуя получению более прочных и стойких гидросиликатов и наиболее тонкой и плотной стойкой структуры цементного камня, что так же ведёт к повышению его прочности [1].

Тонкозернистый гель из новообразований цемента в сочетании с молекулами супер- или гиперпластификатора, образуются при гидратации цемента, быстрее и полнее заполняет меньшую первоначальную пористость твёрдой фазы которое достигается за счёт уменьшения В/Ц и использования тонкодисперсных добавок. В результате ускоряется рост прочности бетона, что позволяет производить сборные железобетонные изделия без тепловой обработки, обеспечив заметную экономию энергоресурсов, а также ускорить возведение монолитных конструкций и облегчить их возведение в зимний период.

Уменьшение размеров кристаллитов цементного камня и его пор ведёт к повышению прочности материала. Гидратация цемента в стеснённом и тонкораздробленном пространстве твёрдой фазы при низких В/Ц и использовании тонкодисперсных по-

рошковых наполнителей позволяет получить очень прочную структуру, стойкую к различным внешним воздействиям. Большие перспективы открывает применение в технологии бетона наноматериалов, то есть вещество с размером от 0,1 до 100 нм, в которых изменение размеров частиц приведёт к возникновению нового качества материала. Технология получения таких частиц и дальнейшая работа с ними относится к нанотехнологиям. Наночастицы содержатся в ряде минерального сырья для бетона и возникают в процессе его приготовления. В технологии бетона используют различные дисперсные порошкообразные материалы (табл.1). Комплексное использование их при формировании структуры бетона позволяет получить очень плотную и прочную структуру материала. Весьма важное применение не столько разного по размерам сырья, а использование материалов, способных к взаимодействию и создающих плотную и прочную контактную зону на поверхности частиц твёрдой фазы.

Т а б л и ц а 1

Состав и свойства различных материалов.

Химический компонент	Цемент, % массы	Зола-унос, % массы	Микрокремнезем, % массы	Нанокремнезем, % массы
SO ₂	18-24	40-60	80-99	100
Al ₂ O ₃	4-8	23-24	0,5-3,0	-
Fe ₂ O ₃	1-5	2-16	0,1-5,0	-
CaO	61-69	1-2,5	0,7-2,5	-
Средний размер частиц, мкм	~10-20	~10-30	0,1-0,3	0,007-0,04
Плотность, кг/дм ³	3,10-3,13	2,15-2,45	2,22-2,40	2,20
Удельная поверхность, м ² /г	0,3-0,6	0,3-0,8	16-22	30-300
Форма	Порошок	Порошок	Порошок, суспензия	Коллоидный раствор, порошок

Для бетона и порошковых строительных композитов гидратационного твердения уже сегодня используют наноматериалы: наносиликаты, фуллерены и другие. При получении эффективных гиперпластификаторов создают молекулы наноразмеров с разной структурой в зависимости от назначения. Для повышения эффективности суперпластификаторов в них вводят наночастицы, например, фуллерены, способствующие диспергации материала и его взаимодействию с цементом и твёрдой фазой бетона. Для специальных бетонов используют минеральное сырьё, содержащее наночастицы.

При гидратации цемента, особенно в присутствии модификаторов, образуются коллоидные частицы наноразмеров и гелеподобные тонкие слои на поверхности цементных зёрен. Сохранение подобных структур в затвердевшем бетоне способствует повышению его качества.

Для получения тонкозернистых бетонов и композитов целесообразно применять механохимическую активацию, многостадийное перемешивание, термоактивацию и другие специальные технологические приёмы и оборудование.

Научные достижения последних лет, выполняемые технологические разработки и опытная проверка предлагаемых технологий позволяют предложить для более широкого внедрения в производство строительных материалов и в строительство ряд новых материалов и технологий:

- Композиционные вяжущие вещества, например вяжущие низкой водопотребности (ВНВ) и смешанные вяжущие с использованием золошлакового сырья и комплексных наноструктурированных модификаторов структуры и свойств. Это позволяет увеличить количество вяжущих веществ при одинаковом объеме цемента, и соответственно увеличить объём производимого бетона сократить расход цемента при производстве бетонов и растворов (1кг модификаторов экономит 30-50 кг цемента), повысить качество и долговечность бетонов, растворов и строительных композитов, улучшить экологическую обстановку в ряде регионов.

- Комплексные модификаторы структуры и свойств бетонов, растворов и строительных композитов нового поколения, получаемые с использованием нанотехнологий и в 1,5-2 раза более эффективные по сравнению с традиционными материалами. Производство этих материалов является малотоннажным, сравнительно малозатратным, но требует высоких технологий. Такое производство доступно для малых и средних предприятий при наличии соответствующего оборудования и кадров. В России имеются большие сырьевые ресурсы для развития подобных производств. Создание подобного производства в РФ позволит отказаться от импорта дорогостоящих модификаторов из-за рубежа.

- Специальные бетоны, растворы и композиты для нового поколения строительных конструкций и сооружений (высотных зданий, мостов, туннелей, производственных и общественных зданий, сооружений для добычи природных ископаемых на шельфе морей и т.д.). С использованием наносистем проще и доступнее получить самоуплотняющиеся литые бетоны; высокопрочные бетоны с прочностью до 200 МПа, которые по другой технологии получить невозможно; бетоны со специальными свойствами, например, для радиационной защиты, декоративные и другие [2].

- Лакокрасочные, отделочные и ремонтные материалы, клеи и материалы специального назначения на основе систем гидратационного твердения и цементно-полимерных комплексов.

- Новые эффективные технологии производства бетона и растворов, в том числе для зимнего бетонирования, обеспечивающие получение тонкозернистой высококачественной структуры материала за счет создания и сохранения наносистемных элементов структуры. Подобные технологии, сравнительно простые в исполнении, обеспечивают уменьшение экономических затрат, ускоряют производство строительных работ.

- Природное и технологическое сырьё с содержанием наносистемных элементов и сырья, модифицированное наносистемами, что позволяет повысить качество бетонов и строительных композитов, расширить области их применения.

В настоящее время в целом по России около 5% бетона изготавливается с применением композиционных вяжущих и модификаторов последнего поколения, т.е. около 5 млн. м³ бетона. При средней стоимости бетона 2000 р/м³, стоимость продукции, выпускаемой с применением элементов нанотехнологии, составляет около 10 млрд. рублей. В ближайшие десять лет следует ожидать увеличение объемов строительных материалов, изготавливаемых с использованием наносистем, в несколько раз (в 3-10 раз) и стоимость этой продукции составит более 300 млрд. рублей.

Используют или производят материалы с наносистемами ряд организаций в различных регионах РФ. Интересные работы с использованием специальных порошков «Микрофур» (ФРГ) проводит совместно с МГСУ российско-немецкая компания «Интра-Бау». Современные бетоны с использованием комплексных модификаторов, в том числе на строительстве комплекса «Москва-Сити», ООО «Мастер-бетон», а также ряд бетонных заводов г.Москвы, Московской области и других регионов РФ: в Санкт-Петербурге применяют бетоны с суперпластификатором и фуллеренами, в Белгороде бетон на основе ВКВС (высококонцентрированных вяжущих суспензий).

Внедрение в производство строительных материалов и в строительство наносистем и нанотехнологии позволит преодолеть дефицит цемента, ускорить строительство, повысить его качество, снизить стоимость и тем самым обеспечить выполнение национальных проектов по подъему экономики и обеспечению решения социальных вопросов и улучшению условий жизни народов РФ.

Литература

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. Изд. АВС, 2007 г., 526 с.
2. Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашников В.И. Модифицированные высококачественные бетоны. Изд. АВС, 2006 г., 369с.

ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ И ПУТИ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Орешкин Д.В.

Московский Государственный Строительный Университет

Развитие строительного материаловедения и производства строительных материалов должно осуществляться с учетом целесообразности строительства, технических требований, безопасности, в том числе, экологической, надежности, функциональности, экономичности и для завоевания Россией лидирующих позиций в этих областях.

После принятия решения о целесообразности строительства, определения технических и конструктивных требований происходит выбор строительного материала: например, для стен. Причем, с учетом перечисленных требований может быть выбрано несколько видов подходящих материалов. Следовательно, необходимо развитие науки и производства разных строительных материалов. Нельзя в российских масштабах отдавать приоритет какому-то единственному стеновому материалу, как было в советское время для сборного железобетона. Сейчас похожее положение хотят отдать монолитному домостроению. Но целесообразно ли это в наших климатических условиях? Даже в самых южных районах зима длится 4...5 месяцев. Проблемы поддержания положительной температуры в твердеющем бе-

тоне и технические вопросы с этим связанные широко известны. Нужны ли старым, даже старинным городам нашей страны дома с ультрасовременной архитектурой? И необходимы ли будут такие железобетонные объекты через 50...100 лет? Я уже не говорю о сверхвысотном домостроении на наших грунтах, которые вряд ли можно отнести к скальным породам. Строительство небоскребов можно объяснить только огромной стоимостью городской земли и непомерной жадностью российских чиновников. Слишком много проблем возникает при строительстве и эксплуатации сверхвысотных зданий. Не решены вопросы надежности, пожарной безопасности и др. В США строительство небоскребов было оправдано наличием скальных пород с большой несущей способностью. Но самыми главными обстоятельствами были отсутствие исторических традиций на новых землях и старой архитектуры, а также не слишком высокий эстетический уровень переселенцев.

В конце пятидесятых, начале шестидесятых годов двадцатого века начало развиваться в СССР крупнопанельное домостроение. Это развитие продолжалось вплоть до конца восьмидесятых годов. В основу его была положена концепция минимальной стоимости жилья. Пятиэтажки были выбраны потому, что для них не нужны были лифты, водяные насосы для подачи воды. Для их строительства требовалось немного технических средств. В моде было мнение Н.С. Хрущева о том, что земли у нас много и надо строить вширь, а не в высоту. С точки зрения экономики строить много было невыгодно, поскольку на это, в основном, тратились финансы из государственного бюджета.

После принятия в 2003 году Федерального закона «О техническом регулировании» перед Россией в очередной раз встала проблема о технической независимости. Опять мы пытаемся сначала разрушить, а затем создать что-то новое. При этом не надо отбрасывать нормативную базу, которая разрабатывалась многие десятилетия. Следовательно, основной проблемой строительного материаловедения является создание современной нормативной документации, которая включала бы в себя всё позитивное из наработанного ранее, стимулирующая к дальнейшему развитию науки и производства в области строительства. Нормативная база должна позволять выпуск только качественных материалов, изделий и конструкций. Для разработки такой базы нужны компетентные специалисты, которые пока еще есть. Парадокс нынешней ситуации заключается в том, что конкурсы на разработку этих документов выигрывают зачастую энергичные люди, которые не имеют ни знаний, ни базового образования в этой области. Самой главной проблемой материаловедения в области промышленного, гражданского и специального строительства является человеческий фактор, консерватизм авторитетных ученых, не позволяющих пробиться новому и перспективному. Как показывает опыт, для реализации этой проблемы требуются волевые решения и время.

Нормативный документ по конкретному вопросу должен быть единственным в той области строительства или материалов. Иллюстрацией того, чего не должно быть, служит наличие нескольких нормативных документов по строительной теплотехнике. Это вносит сумятицу при проектировании зданий.

Нормативные документы должны поставить законодательный заслон устаревшим материалам, бракоделам, любителям «пихать» в материалы всякую дрянь, людям, скептически относящимся к соблюдению технологии. Должны быть определены те

СОДЕРЖАНИЕ

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ <i>Король Е.А.</i>	5
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОСИСТЕМ В СТРОИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ <i>Баженов Ю.М.</i>	10
ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛО- ВЕДЕНИЯ И ПУТИ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Орешкин Д.В.</i>	13
О МАТЕРИАЛОВЕДЧЕСКОЙ КОНЦЕПЦИИ СОЗДАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ФУНКЦИОНАЛЬНО ЗАДАНЫМИ СВОЙСТВАМИ <i>Сахаров Г.П., Горчаков Г.И.</i>	18
СТРУКТУРА И СВОЙСТВА МАЛОЩЕБЕНОЧНЫХ БЕТОНОВ НА ЩЕБНЕ ИЗ БЕТОНА <i>Воронин В.В., Алимов Л.А., Балакшин А.С.</i>	24
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТЕНОВЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ <i>Горбунов Г.И., Пронина Т.Н.</i>	29
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, СИНТЕЗИРУЕМЫЕ В ГИДРОТЕПЛОСИЛОВОМ ПОЛЕ <i>Соков В. Н.</i>	40
К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ОДНОРОДНОСТИ МАТЕРИАЛОВ И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ <i>Ефименко А.З., Кузнецов А.А., Свистунов К.Н.</i>	51

РАСШИРЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА МЕСТНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ – ЭФФЕКТИВНЫЙ ПУТЬ СНИЖЕНИЯ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА МАЛОЭТАЖНЫХ ДОМОВ	
<i>Коровяков В.Ф.</i>	54
ПРИМЕНЕНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ	
<i>Сахаров Г.П.</i>	62
ПОЛУЧЕНИЕ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭТИЛЕНОВОЙ МАТРИЦЫ	
<i>Горковенко М.Ю., Орлова А.М.</i>	72
ПРОИЗВОДНЫЕ ФЕРРОЦЕНА – ИНГИБИТОРЫ ДЫМООБРАЗОВАНИЯ ГАЛОГЕНСОДЕРЖАЩИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	
<i>Ушков В.А., Тарасов В.А., Нагановский Ю.К., Орлова А.М.</i>	76
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	
<i>Григорьева Л.С., Рукин А.В., Крескина А.В.</i>	82
НАНОМОДИФИЦИРОВАННЫЙ МЕЛКОЗЕРНИСТЫЙ БЕТОН	
<i>Лукутцова Н.П., Матвеева Е.Г.</i>	84
ЛЕГКИЕ БЕТОНЫ НА ОСНОВЕ СМЕШАННЫХ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦЕОЛИТОВ И ГОРЕЛЫХ ПОРОД	
<i>Егорова А.Д., Кириллина А.А., Заболоцкая Л.П.</i>	90
ТЕХНОЛОГИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ И ОГНЕЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ	
<i>Жуков А.Д., Смирнова Т.В.</i>	93
ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЛАВАЮЩИХ КРЫШ ИЗ НЕТРАДИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ РВС НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ	
<i>Землянский А.А., Валиулин М.Р.</i>	96

ПОЛУЧЕНИЕ ДЕКОРАТИВНЫХ ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ НА ЗАПОЛНИТЕЛЯХ ИЗ БЕТОННЫХ ОТХОДОВ <i>Ефименко А.З., Пилипенко А.С.</i>	100
ПРИМЕНЕНИЕ НАВЕСНЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ С ВОЗДУШНЫМ ВЕНТИЛИРУЕМЫМ ЗАЗОРОМ НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ ГОРОДА МОСКВЫ <i>Ивакина Ю.Ю.</i>	103
СВЕРХЛЕГКИЕ КЛАДОЧНЫЕ РАСТВОРЫ <i>Кириллов К.И., Семенов В.С.</i>	106
НОВОЕ ПОКОЛЕНИЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ: ПЕНЕТРИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ НА МИНЕРАЛЬНОЙ ОСНОВЕ <i>Ляпидевская О.Б., Безуглова Е.А.</i>	112
ОПТИМИЗАЦИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА КОМПОЗИЦИЙ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЕЗОБЖИГОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНГЛОМЕРАТОВ <i>Белов В.В., Смирнов М.А., Лебедев А.Н.</i>	117
МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИИ МНОГОСЛОЙНЫХ СТЕНОВЫХ ОГРАЖДЕНИЙ <i>Местников А.Е., Кардашевский А.Г., Рожин В.Н.</i>	125
ФРАКТОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗРУШЕНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОЛЫМИ СТЕКЛЯННЫМИ МИКРОСФЕРАМИ ПРИ ТРЁХТОЧЕЧНОМ ИЗГИБЕ <i>Орешкин Д.В., Семенов В.С., Первушин Г.Н.</i>	128
ПУТИ СНИЖЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА <i>Булгаков Б.И.</i>	132
ВЛИЯНИЕ РЕАКЦИОННОСПОСОБНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ АНТИПИРЕНОВ НА СВОЙСТВА РЕЗОЛЬНЫХ ПЕНОФЕНОПЛАСТОВ <i>Бряйко М.Г., Григорьева Л.С., Соков В.Н.</i>	138

ДОЛГОВРЕМЕННАЯ ПРОЧНОСТЬ МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПЕРВИЧНОГО И ВТОРИЧНОГО ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ <i>Попов А.В., Соловьева Е.В., Попова М.Н., Аскадский А.А., Голованов А.В.</i>	142
К ВОПРОСУ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НОВЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ <i>Ращенко С.А.</i>	147
СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛИТНОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗСОДЕРЖАЩИХ ТБО <i>Рукин А.В., Григорьева Л.С., Сафонова Е.С.</i>	150
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГАЛЬВАНОШЛАМОВ В КАЧЕСТВЕ ПИГМЕНТА <i>Орлова А.М., Славин А.М.</i>	154
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭФФУЗИВНЫХ ПОРОД ЗАБАЙКАЛЬЯ <i>Урханова Л.А., Хардаев П.К., Заяханов М.Е.</i>	159
ГОРЮЧЕСТЬ И ДЫМООБРАЗУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Орлова А.М., Ушков В.А, Тарасов В.А., Лалаян В.М.</i>	164
РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ЦЕМЕНТНЫХ СИСТЕМ С ПОЛЫМИ СТЕКЛЯННЫМИ МИКРОСФЕРАМИ В ПРОЦЕССЕ ТВЕРДЕНИЯ НА НАНОУРОВНЕ <i>Орешкин Д.В., Беляев К.В., Семенов В.С.</i>	171
СТРУКТУРА И ПРОНИЦАЕМОСТЬ ВОЛОКНИСТЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Шойхет Б.М.</i>	179
ПРОБЛЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ЦЕОЛИТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ <i>Абрамова П.С.</i>	185

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНО-СОЛЕВЫХ СИСТЕМ
ЛАНТАНОИДОВ**

Батырева В.А., Григорьева Л.С......188

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

Шарипов С.М., Бекпергенова Ж.Б., Софронова Л.И......193

**АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ НА ОСНОВЕ
НАНОМЕХАНИЧЕСКОГО ГИРОСКОП-АКСЕЛЕРОМЕТРА**

Григорьев В.А......196