

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

DOI: 10.12737/22637

Сулейманова Л.А., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ИЗДЕЛИЯ И КОНСТРУКЦИИ

ludmilasuleimanova@yandex.ru

Применение в строительстве современных высококачественных, ресурсосберегающих материалов, изделий и конструкций позволит существенно снизить материалоемкость и энергоемкость строительных объектов и значительно повысить эффективность строительной отрасли. Современный уровень развития производства строительных материалов, изделий и конструкций играет одну из ключевых ролей в решении экологических проблем цивилизации.

Ключевые слова: строительные материалы, изделия, конструкции, энергосбережение, ресурсосбережение, долговечность

Промышленность строительных материалов является приоритетной отраслью, определяющей текущее состояние национальной экономики и потенциал ее развития, включая обновление основных фондов, строительство и ремонт объектов промышленности, транспортной и инженерной инфраструктуры, строительство в необходимом объеме комфортного и качественного жилья, занятость населения в средних и малых населенных пунктах, а также размер государственных расходов, связанных с реализацией программ развития.

Деятельность отрасли напрямую зависит от уровня инвестиционной активности – инвестиций в основной капитал, спроса на строительные материалы со стороны индустриальных потребителей, населения. Существенное влияние на отдельные предприятия отрасли оказывают импортные поставки продукции, слабая реализация экспортного потенциала промышленности строительных материалов.

Объемы производства традиционных строительных материалов полностью покрывают внутренний спрос, за исключением строительных материалов, являющихся новыми для российского рынка и (или) характеризующихся небольшим объемом потребления или большей привлекательностью для потребителей по соотношению цены и качества, то есть более конкурентоспособных. В целом мощностей по производству строительных материалов достаточно для обеспечения спроса в прогнозном периоде до 2025 года, а по некоторым позициями до 2030 года (в зависимости от

рассматриваемых сценариев социально-экономического развития) [1].

Одной из основных целей Стратегии развития промышленности строительных материалов на период до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года [1] является создание в Российской Федерации производства номенклатуры современных высококачественных энергосберегающих и конкурентоспособных строительных материалов, изделий и конструкций, как на внутреннем, так и внешнем рынках с учетом потребностей и имеющейся сырьевой базы.

Строительная отрасль – одна из самых динамично развивающихся областей промышленности, потребляющая огромное количество ресурсоемких материалов – металла, цемента, заполнителей, кирпича, бетона, теплоизоляционных и других материалов.

В настоящее время к современным материалам предъявляются жесткие требования. Материалы должны быть недорогими, безопасными, экологически чистыми, иметь длительный срок эксплуатации, стойкость к возгоранию, удобство в процессе монтажа или укладки.

Существуют разные точки зрения по вопросу о том, что является первичным в строительстве – материал или конструкция? В соответствии с нашей точкой зрения первичным является материал, а конструкция – это материал, которому придана определенная конфигурация с соответствующими размерами, при этом форма, размеры конструкции, ее несущая способность, надежность и экономичность определяются свойствами материала, из которого она изготовлена. Каков материал – такова и конструкция. Горным

породам, дереву, металлу, железобетону соответствуют свои, отличающиеся друг от друга, изделия и конструкции. Вначале приобретает или создается материал, устанавливаются все его характеристики, а потом уже проектируются соответствующие этому строительному материалу изделия, конструкции, здания и сооружения. Только такой подход позволит возводить надежные, энергоэффективные и экономичные строительные объекты.

Поэтому одним из основных направлений повышения эффективности строительства является применение ресурсосберегающих материалов, изделий и конструкций.

Для производства строительных материалов, изделий и конструкций используется различное природное сырье, имеющее разную степень технологической готовности. Энергоемкость всех строительных материалов можно снизить за счет квалифицированного выбора исходного сырья. В первую очередь целесообразно применять такое сырье, которое в большей степени подготовлено самой природой к производству и требующее меньших затрат энергии на его обработку, сырье с дефектностью кристаллических решеток минералов; наличием минералообразующей среды, жидкости, газа; с большей степенью аморфизации минералов и более высокой реакционной способностью. Основные методические положения выбора наименее энергоемкого сырья для производства различных строительных материалов, изделий и конструкций разработаны в Белгородском государственном технологическом университете им. В.Г. Шухова [2–5].

Если сравнить основные строительные материалы по энергоемкости, то самым энергоемким строительным материалом является сталь, для производства 1 т которой требуется 32290 МДж тепловой энергии, а для производства 1 т портландцемента в 8, кирпича в 12, железобетона в 16, тяжелого бетона в 23, ячеистого бетона в 25 раз меньше. При этом масса 1 м³ материала самая большая также у стали – 7,8...8 т. Средняя плотность тяжелого железобетона 2,4...2,5 т/м³, легкого железобетона – 0,7...2 т/м³, ячеистого бетона – 0,3... 1,2 т/м³, кирпича – 1,7... 1,8 т/м³. На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что наиболее энергоемким после металла является цемент, а наименее энергоемкими и материалоемкими являются бетон и железобетон. Они также дешевле и долговечнее стали. Для их производства имеется сырье, включая отходы различных производств, их

технология сравнительно проста, безотходна, экологически чистая. Возможно широкое регулирование основных свойств бетона (средней плотности, прочности, долговечности). Поэтому эти материалы были основными строительными материалами в XX веке, таковыми они останутся и в XXI веке; альтернативы им нет. В XX веке в России в строительстве было применено более 10 млрд. м³ бетона и железобетона. Практически все ответственные несущие конструкции изготавливаются из железобетона: длинномерные преднапряженные мостовые конструкции, колонны высотных зданий, балки покрытий, подкрановые балки, крупноразмерные оболочки, трубы различного назначения, шпалы, дорожные и аэродромные покрытия, плотины, гидроэлектростанции, защитные оболочки АЭС, очистные сооружения и многие другие.

Однако, эти материалы должны претерпеть глубокие качественные изменения, связанные со значительным повышением прочности и долговечности, чтобы существенно увеличить срок службы строительных объектов. Наши исследования показывают, что структура бетона, и в частности тяжелого, в большей степени неоднородна, дефектна и это определяет его прочность и долговечность, так как все эти характеристики взаимосвязаны между собой. Долговечность – это обобщенное понятие, включающее атмосферо-, морозо- и коррозионную стойкость, био-, радиационную стойкость и другие аналогичные свойства. Бетон считается и является долговечным, если его прочность сохраняется стабильной во времени в различных условиях эксплуатации, ибо прочность – это интегральная величина энергии внутренних связей в материале с конкретной структурой, обеспечивающая его целостность, тождественность самому себе и способность сопротивляться разрушению от воздействия различных факторов. Чтобы значительно увеличить величину внутренних связей в бетоне, а следовательно и его сопротивляемость необходимо значительно повысить его однородность и снизить дефектность структуры. Структуру бетона можно считать однородной, если все его компоненты имеют одинаковые химический, минералогический составы и геометрические показатели, одинаковое строение, физико-механические свойства, соблюдается однородность состава в каждом микрообъеме и т.д.

Создать такую однородность структуры бетона путем простого подбора исходных компонентов крайне затруднительно, если

вообще возможно. Однако, достичь такой однородности практически всегда можно за счет очень тонкого совместного измельчения всех составляющих формовочной массы. Поскольку все естественные и искусственные неорганические материалы образованы из одних и тех же химических элементов, но в разном сочетании, то совместное тонкое измельчение различных материалов будет приводить к получению массы, состоящей из одних и тех же первичных химических элементов. Например, при тонком помоле сухой бетонной смеси, состоящей из гранитного щебня, природного песка и портландцемента, она в итоге будет состоять в основном из следующих химических элементов: K, Na, Ca, Ba, Mg, Al, Si, O, Fe и S, поскольку химический состав исходных компонентов такой: гранит состоит главным образом из K, Na, Ca, Mg, Al, O, Si; песок - из Si, O, K, Na, Ca, Ba, Al, Fe; портландцемент - из Ca, O, Si, Al, Fe, Mg, Na, K, S. При этом количество отдельных химических элементов в смеси может колебаться в определенных пределах. В этом случае выравниваются химические, физико-механические и геометрические характеристики компонентов бетона, снижается контактная дефектность, в максимальной степени используется поверхностная энергия твердой фазы. В процессе помола смеси повышается ее однородность по составу, меняется форма и состояние поверхности частиц, что в конечном итоге повышает интегральную энергию химических связей между элементарными частицами в единице объема материала. Разрушение материала при помоле - это процесс разрыва в основном химических связей между элементарными частицами твердого тела и разделения его на части. Разрыв связей возникает тогда, когда расстояние между элементарными частицами превышает некоторое критическое значение, после чего силы притяжения между ними перестают действовать. С теоретической точки зрения восстановить эти связи можно только сближая элементарные частицы между собой на такое расстояние, когда между ними снова возникнут силы притяжения, что возможно только при приложении очень больших давлений. Однако, в реальных условиях в местах разрыва химических связей на поверхности твердой фазы возникает огромное количество элементарных частиц, обладающих большим некомпенсированным зарядом. В результате на свежобразованную поверхность за сравнительно короткий срок притягиваются пары воды, пылеватые и другие частицы, и поверхностная энергия твердой фазы быстро

уменьшается. Если осуществляется сухой совместный помол компонентов бетонной смеси, включая вяжущее, то существует большая вероятность того, что на свежобразованную поверхность частиц наполнителя будут притягиваться частицы вяжущего и тончайшим слоем покрывать их поверхность. Следовательно, при тонком совместном измельчении сухой бетонной смеси за счет поверхностных сил будет осуществляться равномерное распределение вяжущего по поверхности наполнителя. Однако слой вяжущего на поверхности частиц наполнителя будет очень тонким, и чтобы соединить в последующем все частицы твердой фазы в единый плотный монолит при весьма низком В/Ц, потребуется создать значительные давления. Тонкоизмельченная масса будет иметь повышенную водопотребность, что крайне нежелательно по известным причинам. Для снижения водопотребности такой смеси необходимо вводить в нее суперпластификаторы и модификаторы бетона, желательнее при помоле применять интенсивные способы перемешивания и уплотнения особо жестких смесей с низким В/Ц или же аналогичные способы уплотнения сухих смесей с последующей их пропиткой водой без или под давлением.

Реализован энергетический потенциал композиционных вяжущих с содержанием клинкерной составляющей до 70 % прочностью на сжатие не менее 80 МПа, заключающийся в использовании модификатора вяжущего и наполнителей различного генезиса при полимодальном распределении частиц композиционных вяжущих [6–16].

За счет использования механохимической активации исходного сырья возможно производство наноструктурированных строительных материалов с улучшенными характеристиками.

Технология должна создавать условия для максимального сближения частиц твердой фазы при уплотнении и твердении бетона, что будет способствовать возникновению большего количества более прочных связей между составляющими смеси. Полученный таким способом бетон в наших исследованиях достигал прочности 150 МПа и более. Практика показывает, что увеличение прочности как тяжелого, так и легкого бетонов, например, с 40...50 до 60..80 МПа позволяет не только уменьшить объем бетона и массу конструкций на 20...25 %, расход металла на 10...15 %, снизить трудоемкость изделий, но и существенно повысить их долговечность со

всеми вытекающими отсюда материальными и энергетическими выгодами. При увеличении же прочности бетона до 100...150 МПа и выше можно достичь еще большего эффекта. Высокопрочные бетоны должны использоваться в основном для изготовления облегченных прочных и долговечных железобетонных несущих каркасов и конструкций зданий и сооружений.

На смену морально устаревшим пустотным перекрытиям и покрытиям (тяжелым, металло- и энергоемким с неудовлетворительной тепло- и звукоизоляцией) должны прийти облегченные, металло- и энергосберегающие слоистые перекрытия и покрытия с лучшими звуко-, теплоизоляционными качествами и технико-экономическими показателями из высокопрочного тяжелого и легкого бетона на пористых заполнителях.

Если сравнить по материалоемкости и энергоемкости все виды бетонов, то наиболее эффективным для изготовления стеновых изделий оказывается ячеистый бетон, который довольно широко используется в строительной практике России, Белоруссии, Украины, Швеции, Германии, Польши, Прибалтики и других стран при постоянном увеличении объема его производства.

В основном производятся блоки из автоклавного газобетона и неавтоклавного пенобетона. Характеристики автоклавного ячеистого бетона: средняя плотность 400...700 кг/м³, прочность на сжатие 2...7 МПа, морозостойкость F15...F35, теплопроводность 0,1...0,18 Вт/мК. Неавтоклавный пенобетон имеет худшие характеристики. Поэтому задача заключается в том, чтобы получить и использовать менее энергоемкий неавтоклавный ячеистый бетон, не уступающий автоклавному по качеству, в том числе и при изготовлении монолитных стеновых конструкций. Эта задача успешно решается в Белгородском государственном технологическом университете им. В.Г. Шухова.

Нами разработан общий алгоритм получения новых материалов с требуемыми показателями качества, с использованием которого созданы инновационные технологии ячеистобетонных изделий, а развитые представления о динамике процесса формирования ячеистой структуры газобетонов неавтоклавного твердения, позволили за счет использования разработанных композиционных вяжущих и технологических приемов производства улучшить свойства неавтоклавных газобетонов. Получены теплоизоляционный газобетон неавтоклавного твердения D300, B1,

$\lambda = 0,07$ Вт/(м·°C), F35; конструкционно-теплоизоляционные газобетоны D400, B1,5, $\lambda = 0,08$ Вт/(м·°C), F50; D500, B2,5, $\lambda = 0,10$ Вт/(м·°C), F50, которые превышают по характеристикам свойства традиционных ячеистых бетонов неавтоклавного твердения [16–23].

Весьма эффективным и малоэнергоемким стеновым материалом, незаслуженно оттесненным на задний план, является бетон на основе гипса и композиционного гипсового вяжущего. О его эффективности с энергетической точки зрения свидетельствуют следующие факты. Для варки гипса необходима температура 140...170 °C, для обжига цемента - 1400...1500 °C. Гипсобетон твердеет быстро и без дополнительных тепловых затрат. Бетон и железобетон на цементе упрочняются очень медленно. Для ускорения твердения их подвергают тепловой обработке, на что тратится 2,5...5 ГДж/м тепловой энергии. Этот материал отличается хорошим внешним видом, экологической чистотой, сравнительно малой средней плотностью (300...1500 кг/м³) и теплопроводностью, несгораемостью, достаточной несущей способностью и долговечностью. Материал легко обрабатывается и быстро твердеет без тепловой обработки. Гипсобетон можно с успехом применять для изготовления внутренних стеновых панелей и блоков, перегородок, отделочных плит, гипсокартонных листов, архитектурных изделий, сухих смесей и других изделий, эксплуатирующихся в сухих условиях. Бетоны на основе композиционного гипсового вяжущего могут использоваться для производства наружных стен, перегородок, легких перекрытий, сантехкабин, вентблоков, полов, гипсоволокнистых плит, для изготовления монолитных изделий в построечных условиях [24].

Применение бетона на гипсовых вяжущих вместо портландцемента позволяет отказаться от тепловой обработки, что экономит 200 кг условного топлива на 1м³ изделий, снижает металлоемкость производства в 2...2,5 раза, расход электрической энергии – в 2 раза, повышает производительность труда в 1,8...2,5 раза [25]. Не случайно, что в США объем производства и применения гипсобетона примерно в 25 раз больше, чем в России.

Одним из важнейших путей экономии топливно-энергетических ресурсов является сокращение тепловых потерь через ограждающие конструкции зданий, через изоляцию теплопроводов и технологического оборудования. На отопление зданий в России

расходуется ежегодно по разным источникам 200...240 млн. т. условного топлива, при этом до 30 % тепловой энергии теряется в окружающую среду. В связи с этим в РФ для отопления 1 м² площади зданий в среднем тратится в 2 раза больше энергии, чем в Германии и в 3,7 раза больше, чем в Швеции и Финляндии. Решать эту проблему необходимо за счет увеличения производства и широкого использования в строительстве эффективных теплоизоляционных материалов, по производству которых Россия отстает, например, от таких стран как США, Швеция, Япония и др. в 5...7 раз. В настоящее время в России на основе различных волокон производится более 70 % теплоизоляционных изделий, примерно 20 % пенопластов, 3 % теплоизоляционных ячеистых бетонов и 0,4...0,6 % изделий из вспученного перлита и вермикулита. Но объем производства всех теплоизоляционных изделий совершенно недостаточный. Расчеты показывают, что 1 м³ тепловой изоляции экономит в год 1,45 т условного топлива. Для удовлетворения всех потребностей строительства необходимо производить и применять в год 45 млн. м³ волокнистых теплоизоляционных изделий и 30 млн. м³ остальных. Многие из производимых на сегодня теплоизоляционных материалов имеют существенные и часто неприемлемые недостатки. С теплотехнической точки зрения наиболее эффективными являются и применяются на практике трехслойные стеновые панели с утеплителем из пенопласта, но они более трудоемкие и менее пожароустойчивые. Альтернативой им по теплотехническим и другим характеристикам могут служить однослойные ограждающие конструкции из ячеистого бетона со средней плотностью 400...500 кг/м³ и прочностью 3...4 МПа, которые менее трудоемкие и более долговечны. Однослойные самонесущие стены зданий высотой до 4...5 этажей целесообразно строить из мелких ячеистобетонных блоков со средней плотностью 400..500 кг/м³ и прочностью 2...4 МПа, так как это приведет к существенной экономии дорогостоящего и энергоемкого металла. Для малоэтажного строительства возможно применение также гидрофобизированных ячеистобетонных блоков со средней плотностью 200...300 кг/м³ и прочностью 1...2 МПа, в том числе с облицовкой из кирпича и других материалов. Для малоэтажного монолитного домостроения предлагается применять неавтоклавный газобетон со средней плотностью D300 и прочностью B1. Стены в этом случае не имеют швов, обладают необходимыми тепло-

техническими и звукоизоляционными качествами, меньшими трудоемкостью и энергоемкостью.

Наряду с вышеуказанными весьма эффективными теплоизоляционными материалами является вспученный перлит и изделия на его основе. В соответствии с работами нашего университета [26–28] на основе перлитового песка можно изготавливать энергосберегающие легкие цементные растворы со средней плотностью, применение которых вместо тяжелых повышает термическое сопротивление стены из ячеистобетонных блоков со средней плотностью 500 кг/м³ на 25%. Это значит, что на 25% снизятся потери тепловой энергии в окружающую среду или на 25 % сократится расход топлива на отопление зданий. Возможно также утепление стен перлитцементным раствором.

Эффективно применение битумперлита со средней плотностью 250...450 кг/м³ и теплопроводностью 0,07...0,1 Вт/мК для тепловой изоляции телопроводов и кровель.

Пенополистиролперлит (пенопластперлит), получаемый путем введения в пенополистирол перлитового песка, по своим качествам (прочности, термостойкости и долговечности) значительно превосходит используемый в строительстве пенопласт и его целесообразнее использовать для тепловой изоляции ограждающих конструкций.

Основные мировые тенденции в развитии промышленности строительных материалов в последние годы представлены на рис. 1.

В развитых странах практически полностью завершён этап перехода на энергоэффективные способы производства, который был спровоцирован первым энергетическим кризисом 1973 года. Завершается следующий этап – максимизация замещения природного топлива техногенными и бытовыми отходами. Так, например, в Германии доля вторичного топлива при производстве цемента составляет более 60 %, а Белоруссия может достигнуть аналогичного показателя в ближайшие несколько лет.

Неизменный тренд последних десятилетий – ужесточение экологических требований к производствам. Дорожные карты устойчивого развития промышленности до 2050 года основной задачей ставят существенное сокращение выбросов в окружающую среду, снижение использования природных материалов и невозобновляемых источников электроэнергии.

Наиболее комплексным показателем развития современного общества является отношение к отходам. Во многих странах мира,

не только относящихся к категории развитых, уровень утилизации отходов давно превысил 50 %. Основная часть из них используется в строительстве и при производстве строительных материалов. В США и Германии, например,

доля утилизации золошлаковых отходов достигает 80 %. В США ежегодно только на изготовление бетона используется 7 млн. тонн отходов.

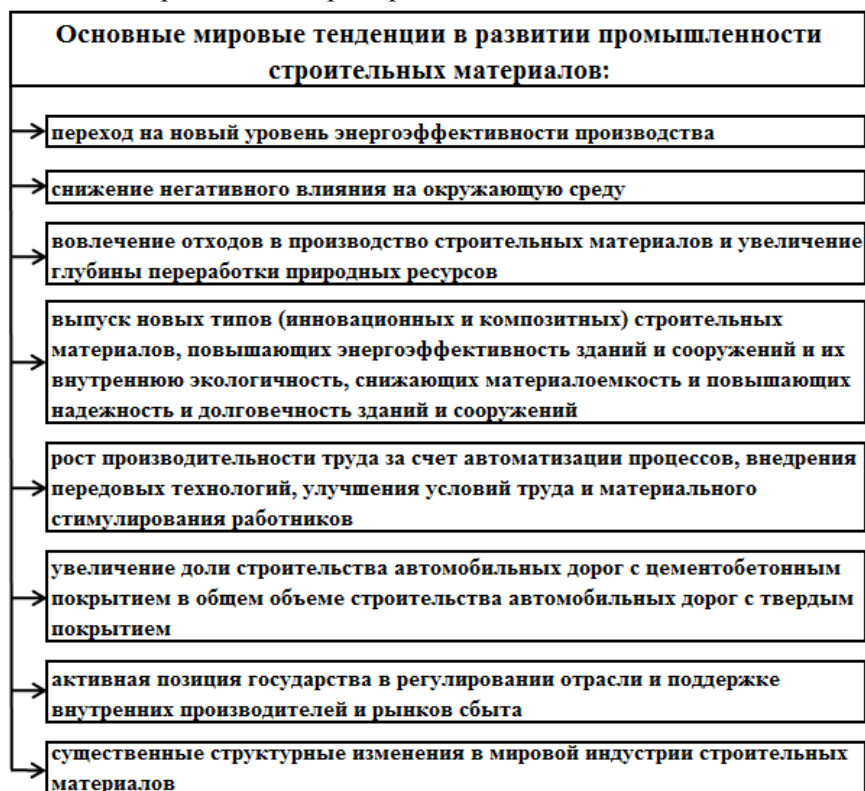


Рис. 1. Основные мировые тенденции в развитии промышленности строительных материалов

Современный уровень развития строительной индустрии предполагает закрепление за производством строительных материалов одной из ключевых ролей в решении экологических проблем цивилизации [1].

Применение в строительстве высококачественных, ресурсосберегающих материалов, изделий и конструкций, таких как: наноцемент и бетоны на его основе с расширенным использованием минеральных и химических добавок при производстве цементов и бетонов; малоклинкерные композиционные вяжущие на базе использования металлургических шлаков, золошлаковых отходов тепловых электростанций, а также безцементные вяжущие и системы с низким водопотреблением; композитные материалы, в том числе керамические композиционные материалы нового поколения на основе модифицированного сырья; современные полимерные материалы; бетон с повышенной прочностью и высокопрочный для ажурного несущего каркаса, ячеистый бетон, гипсобетон, слоистые изделия в комплексе с эффективными теплоизоляционными материалами для ограждающих конструкций; материалы с новыми свойствами и технологии зеленого

строительства позволит существенно снизить материалоемкость и энергоемкость строительных объектов и значительно повысить эффективность строительной отрасли.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стратегия развития промышленности строительных материалов на период до 2020 года и дальнейшую перспективу до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 10 мая 2016 г. № 868-р.
2. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород // В. С. Лесовик. Москва, 2006. –526с.
3. Сулейманова Л.А., Сулейманов А.Г., Ерохина И.А. Общая закономерность получения материалов с высокими качественными показателями // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2006. № 15. С. 155.
4. Сулейманова Л.А. Энергия связи – основа конструктивных и эксплуатационных характеристик бетонов // Известия высших учеб-

ных заведений. Строительство. 2007. № 9. С. 91–99.

5. Сулейманова Л.А. Энергия внутренних связей в материале – основа его прочности, деформативности и сопротивляемости различным факторам // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 6. С. 154–159.

6. Сулейманова Л.А. Композиционное вяжущее с использованием техногенного песка для неавтоклавных газобетонов // Экология: Образование, Наука, Промышленность и Здоровье: сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф. БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. С. 162–165.

7. Сулейманова Л.А., Жерновский И.В., Шамшуrow А.В. Специальное композиционное вяжущее для газобетонов неавтоклавного твердения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2012. № 1. С. 39–45.

8. Лесовик В.С. Состояние и перспективы использования техногенного сырья // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2014. № 7 (959). С. 59–60.

9. Лесовик Р.В., Алфимова Н.И., Ковтун М.Н., Ластовецкий А.Н. О возможности использования техногенных песков в качестве сырья для производства строительных материалов // Региональная архитектура и строительство. 2008. №2. С. 10–15.

10. Лесовик В.С., Хархардин А.Н., Вишнеvская Я.Ю., Алфимова Н.И., Шейченко М.С., Трунов П.В. Композиционное вяжущее. Патент на изобретение RUS 2385301 11.03.2009

11. Алфимова Н.И., Никифорова Н.А. Оптимизация параметров изготовления композиционных вяжущих на основе вулканического сырья // Региональная архитектура и строительство. 2016. № 4 (29). С. 33–39.

12. Агеева М.С., Алфимова Н.И. Эффективные композиционные вяжущие на основе техногенного сырья. Saarbrücken, 2015.

13. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Савин А.В., Шадский Е.Е. Перспективы применения композиционных вяжущих при производстве железобетонных изделий // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 5. (88). С. 95–99.

14. Лесовик Р.В. К выбору техногенных песков для получения композиционных вяжущих и мелкозернистых бетонов // Технологии бетонов. 2015. № 1-2. С. 60–63.

15. Лесовик Р.В. Мелкозернистые бетоны на композиционных вяжущих и техногенных песках: дис. ... д-ра техн. наук / Белгородский государственный технологический университет. Белгород, 2009.

16. Сулейманова Л.А., Лесовик В.С. Газобетоны неавтоклавного твердения на компози-

ционных вяжущих Белгород: Изд-во БГТУ, 2013. 304 с.

17. Сулейманова Л.А., Лесовик В.С., Сулейманов А.Г. Неавтоклавные газобетоны на композиционных вяжущих. Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. 152 с.

18. Сулейманова Л.А. Алгоритм получения энергоэффективного газобетона с улучшенными показателями качества // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2011. № 4. С. 59–61.

19. Сулейманова Л.А., Кара К.А. Газобетоны на композиционных вяжущих для монолитного строительства. Белгород: КОНСТАНТА, 2011. 151 с.

20. Лесовик В.С., Сулейманова Л.А., Кара К.А. Энергоэффективные газобетоны на композиционных вяжущих для монолитного строительства // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2012. № 3. С. 10–20.

21. Suleymanova L.A. Energy-efficient concretes for green construction / L.A. Suleymanova, V.S. Lesovik, K.A. Kara, M.V. Malyukova, K.A. Suleymanov // Research Journal of Applied Sciences. 2014. T. 9. № 12. С. 1087-1090.

22. Suleymanova L.A., Lesovik V.S., Lukuttsova N.P., Kondrashev K.R., Suleymanov K.A. Energy efficient technologies of production and use non-autoclaved aerated concrete // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. №5. T.10. С. 12399-12406.

23. Сулейманова Л.А., Коломацкая С.А., Кондрашев К.Р., Шорстов Р.А. Энергоэффективные пористые композиты для зеленого строительства. В сборнике: Научно-технологические инновации Юбилейная Международная научно-практическая конференция, посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова (XXI научные чтения). 2014. С. 354–359.

24. Lesovik V., Fischer H.-B., Tschernyschova N. Гипсовые композиты для оптимизации системы «Человек – материал – среда обитания» (Gips kompositim System «Mensch – Werkstoff – Lebensraum» // 2. Weima Gypsum Conference – Weimar, 26 – 27 März, 2014. P. 33–46.

25. Ферронская А.В. Эксплуатационные свойства бетонов на основе композиционного гипсового вяжущего // Строительные материалы. 1998. № 6. С. 34–36.

26. Сулейманова Л.А., Ищенко К.М. Теплоизоляционные материалы. Формованные теплоизоляционные материалы с использованием вспученного перлитового песка и отходов его производства. Германия: LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG., 2012. 148 с.

27. Сулейманова Л.А., Ширина Н.В., Ищенко К.М., Башлыкова К.А. Теплоизоляционные материалы на перлитовом сырье. В

сборнике: Инновационные материалы и технологии (XX научные чтения) Материалы Международной научно-практической конференции. 2013. С. 238–243.

28. Евтушенко Е.И., Перетоккина Н.А., Дороганов В.А., Сулейманова Л.А., Сыса О.К., Бедина В.И., Миженина О.В.

Теплоизоляционные материалы на основе искусственных керамических вяжущих различного состава // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 6. С. 149–151

Suleymanova L.A.

HIGH-QUALITY ENERGY-SAVING AND COMPETITIVE BUILDING MATERIALS, PRODUCTS AND CONSTRUCTIONS

The use in the construction of modern high-quality, resource-saving materials, products and constructions will allow to significantly reduce the consumption of materials and power-consuming of building objects and to significantly reduce efficiency of building sector. The present level of development of production of construction materials, products and constructions plays one of the main roles in solving the environmental problems of civilization.

Key words: *building materials, products, constructions, energy-savings, resource-saving, durability.*

Сулейманова Людмила Александровна, доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой строительства и городского хозяйства.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: ludmilasuleimanova@yandex.ru