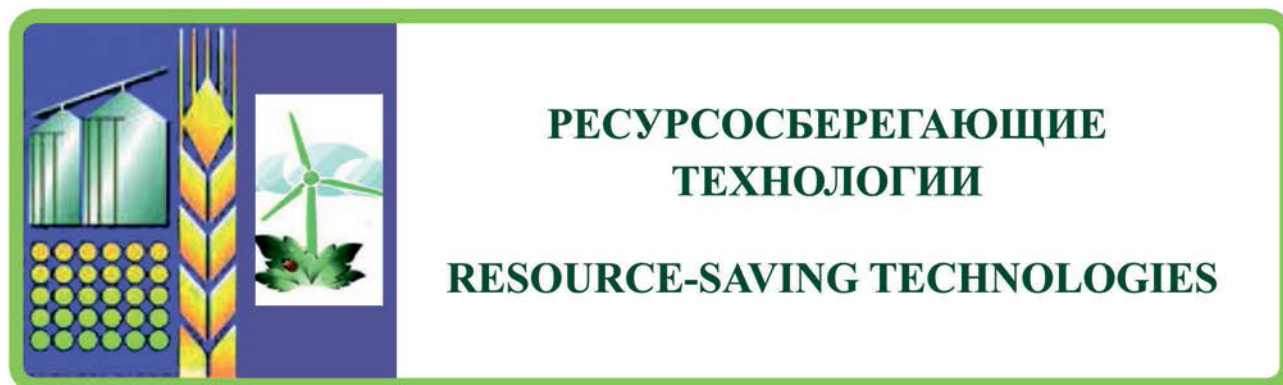




УДК 635.24

РЕСУРСЫ И МЕСТНОЕ СЫРЬЕ В СТРОИТЕЛЬНОМ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

¹А.С. Денисов, доктор технических наук, профессор
¹ А.П. Пичугин, доктор технических наук, профессор
²Х.В.Фишер, доктор наук, профессор

¹ Новосибирский государственный аграрный университет
² Веймарский университет, Германия
E-mail: gmunsau@mail.ru

Ключевые слова: строительные материалы и изделия, техногенные отходы, золошлаковые смеси, органическое растительное сырье, технологии переработки.

Разнообразие техногенных отходов и местного сырья, пригодных для производства строительных материалов и изделий, охватывает огромный перечень и требует срочного решения вопроса их использования в строительстве. Существуют тысячи различных приемов и технологических решений для реализации этих сырьевых ресурсов. В статье дана классификация отходов и местного сырья по происхождению, минеральному, органическому или органоминеральному составу, экологической и технологической принадлежности и другим показателям. По каждому направлению приведены эффективные технологические направления переработки и применения.

LOCAL RESOURCES AND RAW MATERIALS AS IN BUILDING MATERIALS

¹Denisov A.S., Doctor of technical Sc. Professor
¹Pichugin A.P., Doctor of technical Sc. Professor
²Fisher H.V., D., Professor

¹Novosibirsk State University, Novosibirsk
²University of Weimar, Germany

Key words: building materials and products, man-made waste, slag mix, organic vegetable raw materials, processing technology.

A variety of technological wastes and local raw materials suitable for the production of building materials and products covers a huge list and require an urgent decision on the use in construction. There are thousands of different techniques and solutions for the implementation of these raw materials. The article provides a classification of wastes and local raw materials in origin; mineral, organic or organic-composition, environmental and industrial supplies, and other indicators. In each direction are given effective technological areas of processing and application.

Ресурсы в виде разнообразных отходов производства и местного сырья, пригодные для производства строительных материалов и изделий, предопределили большое число технологических приемов по подготовке, переработке и использованию этих веществ в строительстве. Для определения способа наиболее эффективного использования того или иного сырья в конкретных условиях вопрос должен рассматриваться не по одному или нескольким отдельным категориям, а комплексно, т.е. с учетом всех возможных, сопутствующих и влияющих факторов. При этом должны быть учтены следующие основные вопросы: район образования отходов или месторождение строительных материалов, вид, объем и качественные показатели, доступность извлечения, состояние транспортных коммуникаций и их протяженность, наличие погрузо-разгрузочных и прочих устройств и приспособлений для первичной обработки, обогащения или фракционирования материалов, обеспеченность энергоресурсами: электроэнергией, теплом, сжатым воздухом, водой и т.п. Такое обилие вопросов ставит задачу по упрощению определения эффективности использования вторичных ресурсов и местного сырья в современном строительстве. С этой целью проведено разделение всех отходов и местного сырья по трем группам: минеральные, органоминеральные (комбинированные) и органические [1–5].

К первой группе отнесены отходы переработки каменных материалов в виде пиленого камня, отсева, минеральной муки; вскрышные горные породы; тонкодисперсные материалы (хвосты) горно-обогатительных комбинатов; золы и шлаки предприятий энергетики; отходы металлургической промышленности, асбестоцементного производства; керамический бой, стеклобой, отходы заводов железобетонных конструкций. В группу комбинированного сырья включены отходы угледобычи и углеобогащения, химического производства, побочные продукты предприятий пищевой промышленности, строительной индустрии; растворы и воды, содержащие химические продукты; прочие материалы и отходы других отраслей промышленности. К органическим отнесены растительное сырьё (торф, камыш, мох и др.), отходы деревообработки, сельскохозяйственного производства, резинотехнической промышленности, полимерное вторичное сырьё, макулатура и текстильные вторичные материалы [1–5].

Использование отходов и местных сырьевых ресурсов может быть рациональным с точки зрения следующих позиций: восполнение дефицита строительных материалов; удешевление основного материала за счет замены его части; создание безотходных технологий производства; снижение энергозатрат и охрана окружающей среды.

В зависимости от направления использования сырья на предприятиях строительного комплекса принимается тот или иной набор технологических операций, позволяющий получать материал или изделие с требуемыми параметрами свойств. При этом наиболее рациональными формами внедрения отходов можно считать следующие: заполнители для бетонов и растворов; минеральные вяжущие вещества; минеральные добавки; органические добавки и компоненты; стеновые керамические изделия; искусственные пористые заполнители; теплоизоляционные материалы; плитные, щитовые и прочие элементы; защитные покрытия; модифицированные материалы, изделия и элементы [1–5].

Оценивая возможности и эффективность использования отходов и местного сырья в строительстве, можно представить наиболее интересные конкретные формы применения материалов и критерии параметров сопоставления рациональности вариантов.

Одними из самых распространенных местных материалов и отходов производства для легких бетонов являются топливные шлаки, золы и золошлаковые смеси, которые за последние годы нашли применение в различных материалах и изделиях для строительных целей: известково-золяные вяжущие, клинкерные вяжущие вещества, отошающие и выгорающие добавки, заполнители, шлаковые расплавы, шлако-, золо- и золошлаковые бетоны и камни из них. По каждому из этих направлений имеются свои технологии и особенности, регламентирующие рациональное использование отходов [6–9].

В настоящее время для нужд народного хозяйства перерабатывается не более 8–10% зол и шлаков ТЭС, которые в основном идут на замену части цемента и заполнителей – около 12–15% от общего объема использования, в производстве цемента – 6–8, кирпича – 3–5, пористых заполнителей – 1–2%. Учитывая большие запасы зол и шлаков (свыше 10 млрд т) и постоянный их прирост на 70–80 млн т в год, задача разработки новых технических решений по максимальному использованию данных отходов весьма актуальна. Золы и шлаки с высоким содержанием $\text{CaO} + \text{MgO}$ эффективно применять при производстве минеральных вяжущих веществ, а неактивные – для заполнителей различных бетонов. На наш взгляд, рациональным направлением массового применения золошлаковых отходов может быть дорожное строительство (устройство грунтобетонных оснований дорог). Особенно эффективным это может быть в районах Западной Сибири, не имеющих запасов природных каменных материалов [10–15].

Применение золошлаковых смесей в железобетонных конструкциях и изделиях сопряжено с трудностями, вызванными неоднородностью состава этих отходов, что может сказываться на качестве бетона. Золошлаковые смеси классов А и Б должны иметь определенную влажность не более 15 и 35% по массе соответственно, а насыпная масса для класса А не менее 1300 кг/м^3 , Б – не более 1300 кг/м^3 . Регламентируется также содержание органических, сернистых и прочих примесей. Химический состав зол и золошлаковых смесей ограничивается по суммарному количеству окислов кальция и магния; процентное содержание последних не должно быть более 10% в зольной фракции и 1% – в шлаковой фракции [11–16].

Рассматривая фазовый состав зол и шлаков, можно выделить следующие составляющие: стекло, образующееся при резком переохлаждении расплавленных частиц сгоревшего топлива; кристаллическую или не полностью закристаллизованную фазу, получаемую при медленном охлаждении расплава; вещество аморфизованного вида из неорганической части топлива. От количественного соотношения этих основных фаз зависят гидравлические свойства и активность зол и шлаков и, следовательно, возможные пути использования. На наш взгляд, золошлаковые материалы и изделия из них могут быть использованы при строительстве объектов промышленного, сельскохозяйственного и дорожного назначения, а также при возведении сооружений мелиоративного строительства, дамб, насыпей, площадок для хранения техники, зернотоков и т. д.

Выход отходов добычи и переработки минерального сырья составляет: пород вскрыши, пригодных к использованию, – более 450–520 млн м^3 ; отходов обогащения – около 50–75 млн м^3 , шлаков черной металлургии – 30–50 млн т, шлаков и зол ТЭС – 38–56 млн т; отходов цветной металлургии – также миллионы тонн; шламов химической промышленности – более 1500 тыс т. Объем ранее накопленных в отвалах отходов составляет десятки миллиардов тонн, а отвалы занимают сотни тысяч гектаров земель [4, 12–18].

В перспективе до 2025 г. выход отходов промышленности и попутно добываемых пород вскрыши возрастет на 25–40%, отходов обогащения и шлаков черной металлургии – также значительно увеличится. В настоящее время утилизируется 2–3% пород вскрыши, около 10–12% сухих отходов обогащения, 1–4% шлаков черной металлургии. Не нашли пока применения шлаки цветной металлургии, красные шламы алюминиевой промышленности. Поскольку темпы увеличения выхода отходов превышают темпы их утилизации, возрастают объемы отвалов, а уровень использования отходов промышленности недостаточен и не отвечает современным возможностям научно-технического прогресса, задачам охраны окружающей среды и потребностям народного хозяйства [14–19].

Только 30–40% отходов обогащения асбестовой промышленности используются для производства щебня, песка, наполнителя асфальтобетона, посыпки, а неклассифицированные – в качестве балласта железнодорожных путей. Почти все отходы сухой магнитной сепарации железных руд реализуются горно-добывающими предприятиями как щебень, хотя в ряде слу-

чаев они не соответствуют требованиям стандартов по содержанию пластинчатых и игловатых частиц, а также пыли. Производство строительных материалов из пород вскрыши и отходов обогащения может дать значительный экономический эффект, а общий прирост объемов производства нерудных строительных материалов составит сотни миллионов кубометров.

Так, из доменных шлаков можно получать гранулированный шлак, пемзу, щебень, минеральную вату; без переработки они используются в дорожном строительстве [2–5, 20–22].

Не нашли должного применения отходы заводов бетонных и железобетонных конструкций и изделий, отвалы которых также занимают большие площади, хотя существуют разработанные и опробованные технологии эффективной утилизации этих материалов в производстве бетонов и в строительстве.

Разработаны проектные технологические приемы и способы переработки и использования мелких песков и отходов обогащения путем производства изделий из мелкозернистых бетонных смесей. Для отдельных видов вторичных ресурсов слабо изучены направления и рациональные способы их утилизации. Необходимо пересмотреть цены на строительные материалы из вторичных ресурсов, так как ныне существующие расценки тормозят рост объемов потребления последних.

Отходы лакокрасочных материалов (ОЛМ) – это остатки эмалей и грунтовок, образующиеся при окрашивании поверхностей и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства. Наиболее типичными из них являются отходы эмалей пентафталевых и грунтовок глифталевых, фенольных, а также их смеси. В зависимости от свойств исходных лакокрасочных материалов (ЛКМ), методов окрашивания, сроков образования и хранения ОЛМ отходы различают по агрегативному и химическому составам. Составлена классификация таких отходов и намечены варианты использования. Отходы, собранные из ванн гидрофильтров камер окраски пневмораспылением, должны быть обезвожены [20–22].

Отходы древесины и растительного сырья имеют широкое разнообразие. По запасам растительного сырья Россия – одна из самых богатых стран в мире, так как обладает обширной территорией с лесами, камышовыми зарослями, лугами и посевными угодьями. Растительное сырье в качестве строительных материалов используются при возведении различных объектов многие сотни лет, так как оно обладает целым комплексом ценных свойств, таких как доступность и широкая распространенность, малая плотность, низкая теплопроводность, долговечность, технологичность, возможность переработки различными способами, невысокая стоимость и т.д. Все эти качества создали растительному сырью широкую популярность и большие возможности для применения в строительстве, однако как строительный материал оно имеет и некоторые недостатки:

- неоднородность строения (анизотропность), обуславливающая различие показателей прочности и теплопроводности вдоль и поперек волокон, что создает затруднения при использовании для строительных изделий;
- гигроскопичность, т.е. способность поглощать и испарять влагу при изменении влажности и температуры окружающего воздуха; при возрастании влажности растительные волокна набухают, при уменьшении – усыхают;
- загниваемость, т.е. способность разрушаться под действием низших микроорганизмов в неблагоприятных условиях;
- легкая воспламеняемость, из-за которой строительные конструкции и части зданий являются огнеопасными, если не принимать специальных мер для защиты их от возгорания [11–17].

При изготовлении различных изделий, конструкций и деталей из растительных отходов и органического сырья необходимо предотвратить возможное их переувлажнение, приводящее к загниванию и выходу из строя материала. При эксплуатации таких конструкций в условиях коррозионных сред и повышенной влажности необходимо осуществлять антисептирование.

В случае использования деревянных пролетных и несущих конструкций из растительного сырья их необходимо защищать от возгораний. Во многих высокоразвитых странах мира (США, Норвегия, Швеция, Финляндия, Канада, Япония, Россия, Казахстан и др.) в последнее время широкое применение в строительстве получили лёгкие листовые композитные материалы на основе древесных отходов и натуральных волокон растительного сырья [10–16].

Запасы камыша в Западной Сибири

Р е г и о н	Площадь, тыс. га	Урожайность, т/га	Запасы, тыс. т
Алтайский край	60	4–8	360
Омская область	100	4–6	500
Новосибирская область	520	3–5	2080
Томская область	350	3–5	1400
Ханты-Мансийский нац. округ	490	2–4	1470

Огромным резервом в производстве местных строительных материалов являются торф и камыш. Их запасы на территории Западной Сибири неограниченны (таблица). Наиболее эффективно их можно использовать для приготовления торфоплит и камышита. Камышит представляет собой спрессованные и прошитые проволокой прямоугольные плиты и брусья из камыша. В процессе прессования стебли прошивают проволокой с обеих сторон через 14–16 см и ряды ее скрепляют проволочными крючками через 80–100 мм. Размер камышитовых плит: длина – 2,4; 2,6; 2,8 м, ширина – 0,55; 0,95; 1,15; 1,5 м, толщина – 30, 50, 70, 100 мм. Объемная масса колеблется в зависимости от степени прессования от 175 до 250 кг/м³, влажность плит не должна превышать 18% по массе, теплопроводность в зависимости от объемной массы 0,05–0,08 Вт / (м · °С). Камышит гораздо дешевле и легче фибролита, но менее огнестоек: открытым пламенем он не горит, но тлеет. Для защиты от загнивания, а также в санитарных целях его рекомендуется пропитывать 3%-м раствором железного купороса; камышитовые стены и перегородки обязательно оштукатуривают с обеих сторон [2, 13–19].

Для производства камышебетона используют камыш, песок, цемент или гипс. Вяжущее должно обеспечивать надлежащую атмосфероустойчивость, прочность и морозостойкость конструкций. Камыш в камышебетоне выполняет одновременно ряд функций: функцию крупного заполнителя, пустотообразователя и арматуры. Состав камышебетона назначают в зависимости от требуемой прочности. Для несущих стен одноэтажных зданий применяют камышебетон с прочностью при сжатии 2,5 и 3,5 МПа, а для стен двух- и трехэтажных зданий, плит наката и перекрытий прочность стенового материала должна быть не менее 5,0 МПа или 7,5–10,0 МПа. Производство изделий из камышебетона отличается простотой технологии, которая доступна любой строительной организации. Легко организовать производство изделий из камышебетона и при строительстве хозяйственным способом. Аналогичным образом можно готовить торфоплиты и торфобетон на гранулированном торфе [12–19].

Блоки и плиты из камыше- и торфобетона в поперечном разрезе должны иметь однородную структуру за счет равномерного расположения песчаного или мелкозернистого бетона в пустотах, образуемых трубчатыми стеблями камыша. Камышебетон целесообразно применять в виде крупных блоков и плит для сборных конструкций стен и перегородок. Панели стен, перегородок и перекрытий из деревянных рам, заполненных камышитом, можно изготавливать на стройплощадке и монтировать автокраном. Применение этих конструкций позволяет сократить сроки строительства, снизить стоимость жилой площади, повысить сборность до 50–60% и снизить трудоемкость до 0,50 чел.-дня на 1 м³ здания.

В Полтаве построены и много лет эксплуатируются жилые дома, конструкция стен которых состоит из кирпичной кладки толщиной в один кирпич и двух слоев камышитовых плит.

Строители г. Черкассы за счет применения камышита при строительстве жилого поселка для переселенцев снизили стоимость 1 м³ жилой площади более чем в 2 раза по сравнению с домами из кирпичных стен. Экспериментальное строительство одноэтажных жилых домов на одну и две квартиры с различным использованием камышита в их конструкциях, осуществленное в г. Кременчуге, показало целесообразность возведения стен жилых домов с применением камыша [2–6, 14–20].

Зарубежный опыт строительства с применением камыша также насчитывает многолетнюю историю. Изделия из камыша (камышитовые плиты, фашины, камышеволоконистые плиты и плиты из отходов камыша с синтетическими смолами) применяются в ряде зарубежных стран при строительстве жилых домов, сельскохозяйственных сооружений, гаражей, складов и временных сооружений. Так, в Румынии в г. Бузау и Кымпине долгое время было организовано производство деталей сборных щитовых зданий. Щиты изготавливались для стен и перекрытий и состояли из деревянных рам, в которые закладывались камышитовые плиты. Затем эти рамы обшивались с одной или двух сторон листовым материалом. При монтаже стен щиты устанавливались вплотную друг к другу, при этом вертикальные элементы рам образовывали несущие стойки, на которые опирались сборные стропильные фермы.

В г. Бухаресте в 60–70-х годах XX в. осуществлялось опытное строительство двухквартирных жилых домов из железобетонных панелей, в которых были заложены камышитовые плиты. В 60-х годах в г. Браиле (Румыния) были изготовлены плиты из отходов камыша путем прессования их с синтетическими смолами, а также плитки смешанной слоистой структуры из отходов камыша и раздробленной древесины. Связующим служило адгезивное вещество на базе формальдегида, которое в Румынии называют уролит. Технологический процесс изготовления этих плит аналогичен процессу изготовления древесно-стружечных плит [2, 16–19].

В Китае в провинциях Хэбэй, Хэнань и др. камыш широко применяют при строительстве жилых домов. Камышитовые плиты и маты, которые изготавливаются вручную, используют при устройстве перегородок и потолков, а также глинокамышитовых перемычек, применяемых обычно в постройке из необожженного кирпича.

В Польше камышитовые плиты применяли для заполнения деревянных каркасов зданий при постройке одно- и двухэтажных жилых домов, гаражей, птичников, временных сооружений.

В Болгарии камышитовые плиты использовали для устройства обрешетки при черепичной кровле, а также для теплоизоляции и звукоизоляции железобетонных перекрытий, опалубки при устройстве железобетонных перекрытий и заполнения деревянных каркасов зданий.

В Австрии изготавливали камышитовые плиты путем механического прессования и применяли их в строительстве в качестве ограждающего и теплоизоляционного материала [1–6, 10–15].

В Германии, помимо камышитовых плит, изготавливали растительно-волоконистые плиты из рапсовой соломы и камыша. Процесс изготовления этих плит был почти полностью автоматизирован. Солому или камыш предварительно измельчали на соломорезке и превращали в волокнистую массу, которую перемешивали в больших барабанах с добавлением клейковины. Волокнистые плиты размером 1,25 x 2,50 м прессовали на многополочных прессах.

В Голландии также изготавливали камышитовые плиты, которые использовали для устройства обрешетки при черепичных кровлях и в качестве опалубки для монолитного железобетона. Там же из камыша делали маты слабой прессовки толщиной до 0,10 м в виде рулонов, которые применяли для устройства подшивных потолков и для утепления бетонного пола путем укладки их под слой бетона.

Комплексное использование листовых материалов растительного происхождения в качестве конструктивных и отделочных элементов зданий взамен древесины способствует дина-

мичному росту производства древесно-слоистых пластиков, арболита, древесно-волоконистых плит, плит из крупноразмерной стружки и плит из отходов однолетних растений сельскохозяйственного производства (стебли хлопчатника, табака, тростника, камыша; костра льна, конопля и кенафа; пенька; виноградная лоза; солома овса, риса, ржи, пшеницы и т. п.) [1–6, 10–15].

Примером такого органополимерного композиционного плитного строительного материала является соломолит, полученный из целлюлозосодержащих частиц соломы злаковых растений, проклеенных модифицированным связующим – полимерным дифенилметандиизоцианатом. Как заполнитель солома обладает следующими достоинствами: малая средняя плотность при довольно высокой прочности, достаточная сырьевая база, хорошая смачиваемость, низкая теплопроводность, дешевизна и др.

Солома имеет специфические особенности: поверхность стеблей покрыта воском; степень объёмных влажностных деформаций (усушка, разбухание) весьма значительная; повышенная химическая активность; высокая проницаемость и проводимость; наличие упругопластических свойств; значительная упругость при уплотнении проклеенной смеси; резко выраженная ортотропность. Все это вызывает трудности в большинстве операций технологического процесса при получении композита – соломолита. Целлюлоза и лигнин, составляющие основную массу клеточных оболочек соломы и определяющие их механическую прочность, являются достаточно стойкими веществами и вредного влияния на процессы адгезии не оказывают. Влажностные деформации заполнителя (усушка и разбухание) намного ниже, чем у древесины. После смачивания солома высыхает сравнительно быстро, что объясняется трубчатым строением и глянцевицей её стеблей, а также наличием воскового налёта, вследствие чего их поверхность хорошо сопротивляется смачиванию [2–4].

Таким образом, ресурсы нашей страны неограниченны для производства строительных материалов и изделий, поэтому необходимо изучать положительный опыт и активно внедрять отходы и местное сырьё в производство.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пичугин А. П., Денисов А. С., Хританков В. Ф. Экологические проблемы эффективного использования отходов и местного сырья в строительстве // *Строительные материалы: наука*. – 2005. – № 5. – С. 2–4.
2. Субботин О. С., Пичугин А. П., Белан И. В. *Материалы и архитектура малоэтажных зданий, эксплуатирующихся в особых природных условиях: монография*. – Новосибирск: НГАУ-РАЕН, 2012. – 192 с.
3. Безбородов В. А., Парикова Е. В., Пичугин А. П. *Сухие строительные смеси и технология их применения: монография*. – Новосибирск: НГАСУ-НГАУ, 2010. – 126 с.
4. Пичугин А. П., Городецкий С. А., Бареев В. И. *Коррозионностойкие материалы для защиты полов и инженерных систем сельскохозяйственных зданий и сооружений: монография*. – Новосибирск: НГАУ-РАЕН, 2010. – 142 с.
5. *Укрепленные грунты* / В. М. Безрук, И. Л. Гурячков, Т. М. Луканина, Р. А. Агапова. – М.: Транспорт, 1982. – 231 с.
6. Глуховский Е. Д. *Грунтосиликаты*. – Киев: Госстройиздат УССР, 1979. – 64 с.
7. Роль дисперсного армирования в обеспечении качества растворов и мелкозернистых бетонов / И. В. Белан, С. Н. Карпик, А. П. Пичугин, В. Ф. Хританков // *Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона: междунар. сб. научн. тр.* – Саратов: СГТУ, 2013. – С. 80–84.
8. Пичугин А. П., Кудряшов А. Ю., Денисов А. С. Повышение прочности стен полимерной пропиткой при устройстве навесных фасадов // *Строительные материалы*. – 2007. – № 3. – С. 44–47.
9. Белан И. В., Пичугин А. П., Денисов А. С. Сухие строительные смеси с активными и микроармирующими добавками // *Инновационные разработки и новые технологии в строительном материаловедении: междунар. сб. науч. тр.* – Новосибирск: НГАУ-ТГАСУ-РАЕН, 2014. – С. 186–190.

10. Денисов А. С. Совершенствование технологии производства изделий из легких бетонов // Строительные материалы. – 2006. – № 3. – С. 68–69.
11. Денисов А. С., Пичугин А. П. Оптимизация легких бетонов по структурно-деформативным и теплофизическим показателям // Строительные материалы. – 2006. – № 4. – С. 90–92.
12. Гипсобетонные изделия с органическими пористыми заполнителями/ В. Ф. Хританков, Л. В. Шантина, А. С. Денисов, А. П. Пичугин // Строительные материалы. – 2006. – № 7. – С. 10–11.
13. Субботин О. С., Хританков В. Ф. Эффективное применение энергосберегающих конструкций и материалов в жилых зданиях // Жилищное строительство. – 2008. – № 12. – С. 20–23.
14. Денисов А. С., Пичугин А. П. Оптимизация легких бетонов по структурно-деформативным и теплофизическим показателям // Строительные материалы. – 2006. – № 4. – С. 90–92.
15. Эффективные органоминеральные бетоны с повышенными тепло- и звукоизоляционными свойствами/ А. П. Пичугин, А. С. Денисов, В. Ф. Хританков, В. В. Авраменко // Строительные материалы. – 2008. – № 5. – С. 73–75.
16. Денисов А. С. Расчет состава бетона с интегральной структурой // Современные материалы и технологии в строительстве: междунар. сб. науч. тр. – Новосибирск: НГАУ-РАЕН, 2003. – С. 58–61.
17. Пичугин А. П., Банул В. В. Стойкость термонапыляемых полимерных покрытий в средах животноводческих помещений // Строительные материалы. – 2013. – № 5. – С. 47–49.
18. Хританков В. Ф. Легкие органоминеральные бетоны с повышенной звукопоглощающей способностью // Строительные материалы. – 2009. – № 8. – С. 60–63.
19. Прогрессивная концепция формирования стеновых блоков из легкого бетона на обжиговой связке / А. П. Пичугин, А. С. Денисов, В. Ф. Хританков, В. И. Бареев // Строительные материалы. – 2011. – № 12. – С. 22–24.
20. Хританков В. Ф., Кудряшов А. Ю., Пичугин А. П. Оптимизация составов для защиты крупного органического заполнителя и упрочнения материалов стен // Строительные материалы. – 2009. – № 3. – С. 60–63.
21. Прогрессивная концепция технологии формирования и производства стеновой керамики / А. П. Пичугин, А. С. Денисов, В. Ф. Хританков, В. И. Бареев // Строительные материалы. – 2011. – № 12. – С. 22–24.
22. О возможности использования смеси кислых и высококальциевых зол ТЭЦ в производстве автоклавного кирпича / А. В. Викторов, В. Б. Францен, А. С. Денисов, В. Ф. Хританков // Ползуновский вестник АлтГТУ. – 2012. – № 1/2. – С. 38–41.

REFERENCES

1. Pichugin AP Environmental problems of the effective use of local raw materials and waste in the construction / A. P. Pichugin, A. S. Denisov, V. F. Hritankov // Building Materials – Science. – 2005. – № 5. – S. 2–4.
2. OS Subbotin, Pichugin AP, Belan IV Materials and architecture of low-rise buildings, operating in specific environmental conditions. Monograph / Novosibirsk NGAU-Natural Sciences, 2012. – 192 p.
3. Bezborodov VA Parikova EV Pichugin AP Dry construction mixtures and application technology. Monograph / Novosibirsk NSABU-NSAU, 2010. – 126 p.
4. Pichugin AP, SA Gorodetsky, Bareyev VI Corrosion-resistant materials for floor protection and agricultural engineering systems of buildings and structures. Monograph / Novosibirsk NGAU-Natural Sciences, 2010. – 142 p..
5. Bezruk VM Guryachkov IL, Lukanina TM, Agapov RA Reinforced soil. – M.: Transport, 1982. – 231 p.
6. Gluhovsky ED Gruntosilikaty. Kiev: Gosstroizdat the USSR, 1979. 64 p.
7. Belan IV, Karpik SN, Pichugin AP, Khritankov VF The role of particulate reinforcement in providing quality solutions and fine-grained concrete // Resursoenergoeffektivnye technology in the construction industry in the region: Mezhdunar.sb.nauchn.tr. Saratov, Saratov State Technical University, 2013. – S. 80–84.
8. Pichugin AP Kudryashov AY Denisov A. Increasing the strength of the walls of the polymer impregnated with the device suspended facades // Building materials, № 3. – Moscow, 2007. – S. 44–47.

9. Belan IV, Pichugin AP, Denisov AS Dry construction mixtures with active additives and microarming. // Innovations and new technology in building materials: Mezhdunar.sb.nauchn.tr. Novosibirsk, NSAU-Trace-Natural Sciences, 2014. – S. 186–190.
10. Denisov AS Improving manufacturing technology of the lightweight concrete // Building Materials. – 2006. – № 3. – S. 68–69.
11. Denisov AS Optimization of lightweight concrete for structural and deformation-all regulatory and thermal performance / A. S. Denisov, AP Pichugin // Building materials. – 2006. – № 4. – S. 90–92.
12. VF Khritankov Gypsum concrete products with organic porous aggregates / V.F. Hritankov, L. V. Shantina, A. S. Denisov, A. P. Pichugin // Building materials. – 2006. – № 7. – S. 10–11.
13. Subbotin OS Efficient use of energy-efficient designs and materials in buildings / O.S. Subbotin, V.F. Hritankov // Housing construction. – 2008. – № 12. – S. 20–23.
14. Denisov AS Optimization of lightweight concrete for structural and deformative and thermal performance / A.S. Denisov, A.P. Pichugin // Building materials. – 2006. – № 4. – S. 90–92.
15. Pichugin AP Effective organo concretes with high thermal and sound insulating properties / A. P. Pichugin, A. S. Denisov, V. F. Hritankov, V. V. Avramenko / Construction Materials. – 2008. – № 5. – S. 73–75.
16. Denisov AS Calculation of concrete with an integrated structure / A. S. Denisov // Modern materials and technologies in construction: the International sb.nauchn. works. – Novosibirsk, NSAU-Natural Sciences, 2003. – S. 58–61.
17. Pichugin AP, Banul VV // Resistance termonapylyaemyh polymer coatings in areas of livestock buildings [Text] / AP Pichugin, VV Banul // Magazine “Building materials”. Number 5, – M: 2013 S. 47–49.
18. VF Khritankov Light organo concretes with high sound-absorbing capacity // Building materials, – 2009. – № 8. – S. 60–63.
19. Pichugin AP, Denisov AS, Khritankov VF, VI Bareyev The progressive concept of formation of building blocks of lightweight concrete on the burning bundle. // Building materials, – 2011. – № 12. – S. 22–24.
20. Khritankov VF, Kudryashov Yu Pichugin AP Optimization of protection for large organic filler and reinforcement material walls // Building Materials, 2009, № 3. – S. 60–63.
21. Pichugin AP, Denisov AS, Khritankov VF, VI Bareyev Progressive technology concept formation and the production of ceramic wall // Building Materials, 2011, № 12. – S. 22–24.
22. Viktorov AV On the possibility of using a mixture of acid and vysokokaltsievyyh evil purposes in the production of autoclaved brick / AV Viktorov, VB Franzen, AS Denisov VF Khritankov // Polzunovsky AltSTU Gazette. – 2012. – № 1 / 2. – pp. 38–41.