

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОТХОДЫ КАК ИСТОЧНИК РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Одной из наиболее острых проблем современной цивилизации является проблема рационального использования сырьевых ресурсов и утилизации отходов. Известно, что в отходы превращается от 10 до 90 % природного сырья; затраты на их удаление и складирование составляют до 20 % стоимости основной продукции; стремительно возрастают площади земельных угодий, отчуждаемых для складирования отходов; из-за накопления отходов существенно ухудшаются экологические условия.

Одним из наиболее перспективных направлений утилизации промышленных отходов является использование их в качестве техногенного сырья в производстве строительных материалов – одной из наиболее ресурсоёмких отраслей промышленности [1–4]. За счет отходов промышленность строительных материалов может покрыть значительную, а возможно, большую часть потребности в сырьевых ресурсах, которые во многих случаях уже технологически подготовлены: измельчены, обожжены и т.д.

Ниже приведен краткий обзор исследований, проведенных за последние годы в Ровенском государственном техническом университете (РГТУ) на кафедре технологии строительных изделий и материаловедения, по рассматриваемой проблеме.

Эффективные малоцементные бетоны. Экспериментально-теоретические исследования показали возможность экономии цемента в бетонах до 20..30 % при введении каменноугольных зол Бурштынской и Ладыженской ГРЭС совместно с суперпластификаторами (СП) С-3, Дофен, а также с модифицированными ЛСТ и щелочными стоками. Способ модифицирования этих ПАВ (стходов промышленности) разработан на кафедре технологии строительных изделий и материаловедения РГТУ. Применение СП, способствуя образованию так называемых стесненных условий гидратации цементно-зольного вяжущего, создает особенно благоприятные условия для проявления структурообразующей роли зольного наполнителя.

Наиболее значительный эффект от применения композиции зола-унос + СП достигается в литых и мелкозернистых бетонах. Максимальная эффективность зола-унос в бетоне достигается при оптимальном сочетании состава бетона, расхода золы и ее дисперсности.

К наиболее перспективным наполнителям цементных бетонов относятся микрокремнеземистые продукты. Исследования показали, что введение в качестве активного наполнителя в бетон до 50 кг микрокремнезёма — отхода производства ферросилиция – позволяет экономить при производстве 1 м³ бетона до 100..150 кг цемента.

Перспективным направлением повышения активности зольного наполнителя в бетонах является комбинирование его с активирующими присадками, в качестве которых исследованы микрокремнезем и известково-карбонатная пыль. За счет повышения гидравлической и структурообразующей активности композиционных наполнителей экономия цемента в бетонах с добавками СП повышается до 40..50 %, при этом открывается возможность изготовления бетонов классов В15..В25 с расходом цемента менее 200 кг/м³.

Применение комплексных и активированных наполнителей в сочетании с СП позволяет при умеренных расходах цемента ($300..400 \text{ кг/м}^3$) изготавливать высокопрочные бетоны классов В50..В70 из рядовых портландцементов марок М400..М500.

Бесцементные бетоны. Энергозатраты на производство портландцемента, необходимого для получения 1 м^3 бетона, достигают до 170 кг у.т. При замене портландцемента мало-энергоёмкими вяжущими веществами происходит радикальное снижение интегральной энергоёмкости строительных изделий.

Введение ускорителей твердения, суперпластификаторов, а также добавок карбонатного наполнителя обеспечивает значительное улучшение свойств бесклинкерных известково-золевых и известково-шлаковых вяжущих. Как показали опытно-промышленные испытания, на основе таких модифицированных вяжущих можно изготавливать тяжелые бетоны классов 7.5-22.5, легкие бетоны с органическими (костра льна, скоп, стружка, опилки, очесы) и неорганическими заполнителями, теплоизоляционные и конструкционно-теплоизоляционные ячеистые бетоны.

Проведены исследования бетонов с использованием в качестве вяжущих золы-уноса, измельченных отходов минераловатного производства, ваграночных шлаков, боя керамических и стеклянных изделий, а также керамзитовой пыли при их затворении каустифицированным содовым плавом. На основе этих вяжущих разработаны тяжелые и ячеистые бетоны, по основным техническим свойствам вполне пригодные для большого ассортимента строительных изделий и конструкций.

Вибропрессованный бетон на гранитном отсеве. До 80% массы бетона занимают заполнители: песок и щебень. Получение кондиционных заполнителей, которые соответствуют действующим стандартам, связано с энергоёмкими технологическими операциями дробления, классификации, отделения пылеватых и глинистых примесей. В ряде регионов Украины получение кондиционных заполнителей связано с высокими транспортными затратами, в том числе трудности связаны с недостаточными запасами песка. Вместе с тем на карьерах нерудных материалов при переработке горных пород остаётся до 30% отсевов, применение которых ограничено высоким содержанием пылеватых фракций и нестандартным гранулометрическим составом. Нами разработана технология изготовления мелкоштучных стеновых изделий (пустотелых блоков), дорожных плит, бордюров из вибропрессованного бетона, в котором в качестве основного заполнителя используется гранитный отсев, который содержит около 20% пылеватых фракций.

Разработана методика проектирования вибропрессованного мелкозернистого бетона на гранитном отсеве, которая позволяет определять состав бетона необходимого класса прочности, учесть особенности заполнителей и способа уплотнения.

Фосфогипсовые материалы и с применением отходов асбестоцементного и известкового производств. Остройшей экологической и технической проблемой является использование крупнотоннажных отходов химической промышленности – фосфогипса. Известные зарубежные и отечественные технологии его переработки являются достаточно сложными, экологически малопривлекательными, требующими больших капиталовложений.

Разрабатывается перспективное направление получения дигидратных безобжиговых вяжущих на основе фосфогипса, для нейтрализации которого используются отходы асбестоцементного и известкового производств. Из новых фосфогипсовых вяжущих получены отделочные изделия, искусственный мрамор, изделия для полов, перегородок и др.

Большое количество отходов накапливаются на предприятиях, выпускающих асбестоцементные изделия, в частности, на Здолбуновском ЦШК. Эти отходы могут служить легким заполнителем бетонов, в сочетании с активизаторами твердения для

бесцементных бетонов, использоваться для материалов контактного твердения, теплоизоляции.

При обжиге извести во вращающихся печах в большом количестве образуется пыль-унос, которая может быть квалифицирована как карбонатная известь с активностью до 30%. На основе этой пыли разработаны и внедрены технологии получения строительных растворов, ячеистых бетонов, других легких композитов.

Керамические материалы на основе нового минерального сырья. В западных областях Украины в качестве наиболее распространенного керамического сырья используются лессовидные суглинки, не позволяющие, как правило, получать кирпич и другую продукцию высокого качества. Сырьевая база керамических изделий может быть существенно расширена за счет применения базальтовых туфов - породы, сопутствующей базальтам, не разрабатываемой в настоящее время или сбрасываемой в отвал.

Разведанные запасы этого сырья только на Рафаловских карьерах превышают 70 млн. т. Лабораторные и производственные испытания

показали, что на основе базальтовых туфов можно изготавливать черепицу, облицовочную плитку, лицевой кирпич. Добавка базальтовых туфов позволяет улучшить керамические свойства суглинков и повысить на 1-2 степени марочность кирпича.

Кроме этого, базальтовая пыль, улавливаемая при дроблении, может быть с успехом использована для получения химически стойких и декоративных глазурных покрытий для облицовочной керамики и электрофарфора.

Базальтовый туф может быть использован в качестве сырья для цементных двух- и трёхкомпонентных шихт взамен глины и железистого компонента пиритных огарок, колашниковой пыли доменных печей).

Теплоизоляционные материалы. В условиях ужесточения норм по термическому сопротивлению ограждающих конструкций жилых зданий все большее значение приобретают теплоизоляционные материалы. Разработаны новые технологии получения таких материалов с использованием органического техногенного сырья, например, на основе льняной костры, не требующие специального связующего, а также с использованием фосфогипса и асбестоцементных отходов, хлопковых очесов, торфа или скопа — отхода Луцкого картонно-рубероидного завода.

Для прогнозирования свойств композиционных строительных материалов и оптимизации технологических параметров расчета составов разработан комплекс экспериментально-статистических математических моделей, алгоритмы для их анализа и совместного решения, а также соответствующее программное обеспечение.

Лакокрасочные материалы из местного сырья. Приготовление лакокрасочных материалов требует сложных технологических операций и использования дорогостоящего и дефицитного сырья (формальдегидной и алкидной смол, соединений производных целлюлозы), различных растворителей (ацетон, уайт-спирит, сольвент, скипидар) всё это удорожает лаки и краски, создаёт вредные условия труда. На кафедре создавались малотоксичные быстровысыхающие масляно-смоляные лаки и эмали с использованием в качестве основного сырья сосновой живицы, которую в большом количестве собирают в лесных хозяйствах Ровенской области. Разработанная технология не требует специального сложного оборудования. Получены лаки — лак канифольный и лак резинатный, которые можно использовать для покрытия масляных красках, покрытия металлических и деревянных (кроме паркетных) поверхностей конструкций, эксплуатируемых внутри помещений. Лак резинатный представляет собой раствор резината кальция, модифицированного натуральной или полунатуральной олифой, в скипидаре. Лак канифольный - это раствор в скипидаре

канифоли, модифицированной олифой, с добавлением резината кальция как сиккатива. Основным полуфабрикатом этих лаков является канифоль, полученная отгонкой при 130..150°C скипидара от живицы. Резинат кальция получается путём сплавления канифоли (до 250°C) с известью. На основе лаков можно получать белые и цветные эмали с использованием известных пигментов.

Материалы и изделия на основе кристаллических веществ. Разработаны теоретические основы и технологии изготовления изделий на основе активированных отходов дробления и переработки алюмосиликатных и карбонатных горных пород. Технология изготовления изделий базируется на установленной на кафедре способности механоактивированных кристаллических материалов, названных петроцемен-тами создавать при прессовании прочный и водостойкий камень. Механическая активация кристаллических горных пород осуществляется путём совместного помола с добавками - активизаторами твердения: сульфатами металлов, кислотами, щелочами. Материалы на основе горных пород и сульфатов металлов получили название сульфопетроцементов. Разработаны технологии изготовления стеновых (кирпич, камень) и облицовочных материалов (плитка), плит для полов, дорожных изделий (плиты, бордюры), Изделия специального назначения (щелоче-, -кислото-, -жаростойкие и др.) Прочность изделий достигает 30..40 МПа.

Механоактивированные кристаллические материалы интенсивно взаимодействуют с фосфорной кислотой и растворами её соли. Это позволило разработать новую группу вяжущих - фосфопетроцементов, прочность которых достигает 150 МПа при высокой кислото-, -щелоче-, -жаростойкости. На основе механоактивированного фосфогипса и фосфатной кислоты получено водостойко фосфатно-фосфогипсовое вяжущее, изделия из которого достигают прочности до 50 МПа.

Себестоимость изделия из таких материалов на 20..30 % ниже в сравнении с аналогичными изделиями из керамики и цемента

Проблема использования промышленных отходов в производстве строительных материалов — поистине неисчерпаемая научно-производственная проблема. Наш университет намерен интенсивно заниматься ею и в дальнейшем. Однако, банк имеющихся разработок у нас и в других исследовательских коллективах в основном остается невостребованным промышленностью. Трудности с финансированием не позволяют выполнить весь требуемый по каждой разработке объем опытно-конструкторских и проектных разработок.

В передовых странах мира с рыночной экономикой роль техногенного сырья становится все более значимой. Например, в ФРГ использование золошлакового сырья составляет около 80, Франции — 65, Великобритании — 53 %. На Украине эта цифра едва достигает 10 %.

Переход к рыночной экономике создает благоприятные условия для увеличения степени использования промышленных отходов в такой ресурсоёмкой отрасли, как промышленность строительных материалов. Однако, без целенаправленного создания системы экономических стимулов и четкого определения государственных приоритетов по отношению к техногенному сырью проблему утилизации промышленных отходов решить в обозримом будущем невозможно.

В соответствии с существующей практикой назначения цен на природное сырье, оно в большинстве случаев оказывается более дешевым, чем техногенное сырье, поскольку последнее перед отгрузкой потребителю может нуждаться в предварительной сушке, очистке, грануляции и т.д.

В расчетах экономического эффекта использования отходов для конкретных предприятий не учитывается дополнительный эффект от предотвращения негативного действия отходов на окружающую среду. Например, для заводов гипсовых из-

делий Украины выгоднее использовать природный гипсовый камень, чем крупнотоннажный отход химической промышленности фосфогипс при отмывке и нейтрализации примесей в нем, хотя народнохозяйственная эффективность получения гипсовых вяжущих из фосфогипса не вызывает сомнений.

Складывается парадоксальная ситуация: на складирование и хранение фосфогипса требуются капиталовложения примерно такие же, как на добычу природного гипсового камня. Логичнее было бы затратить эти средства на подготовку фосфогипса для получения материалов, законсервировав разработку природного сырья; тем более, что на Украине свыше 2/3 месторождений гипсовых пород сосредоточено в одном Донецко-Приднепровском бассейне, причем часть их находится в сложных горно-геологических условиях.

Не способствует решению проблемы и несовершенство действующего земельного и экологического законодательства. Предусмотренное законодательством полное возмещение убытков от отчуждения земли под отвалы фактически не производится, тем более, что реальный экологический вред не может быть просчитан.

Кардинальное решение проблемы комплексного использования промышленных отходов невозможно без целевых государственных программ, которые должны предусматривать применительно к региональным производственным комплексам схемы рационального потребления сырьевых ресурсов с приоритетным использованием промышленных отходов. В соответствии с этой схемой должна осуществляться и инвестиционная политика. В программах должны отражаться интересы как поставщиков, так и потребителей техногенного сырья, предусмотрено выполнение необходимых исследовательских и проектных работ, выделение соответствующих ассигнований и ресурсов. Государственная программа комплексного использования сырья должна быть подкреплена и системой нормативных актов в области налогового, экологического и земельного законодательства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дворкин Л.И., Пашков И.А. Строительные материалы из отходов промышленности. — Киев : Выща шк., 1980. — 208 с.
2. Отходы химической промышленности в производстве строительных материалов / Л.И. Дворкин, В.Л. Шестаков, И.А. Пашков, А.П. Дымчук. — Киев : Будивэльнык, 1986. — 128 с.
3. Дворкин Л. И. Снижение расхода цемента и топлива в производстве сборного железобетона. — Киев : Выща шк., 1985. — 98 с.
4. Л.И. Дворкин, В.Л. Шестаков, Б.Н. Богомолов. Принципиально новые приёмы и методы использования техногенных продуктов при производстве различных видов строительных материалов. Учебное пособие. — Институт повышения квалификации специалистов промстройматериалов. Москва: Гос. ассоциация "Союзстройматериалы", 1990