

УДК 691:504.064

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И МАТЕРИАЛОВ

Пугин К.Г., Пугина В.К.

*ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,
Пермь, e-mail: 123zzz@rambler.ru*

На основе анализа особенностей вовлечения и технологий использования ресурсного потенциала отходов производства показано отставание России в вопросах замещения природного сырья при производстве строительных материалов и конструкций. Выделено, что основными причинами отказа от использования ресурсного потенциала отходов предприятий строительной индустрии являются: несовершенство нормативно-правовой базы, регламентирующей обращение с отходами производства, относительно низкие цены на первичные природные материалы и сырье, невысокий уровень платежей за размещение в окружающей среде не утилизируемых отходов производства. Для повышения объемов вовлечения отходов производства в технологии получения строительных материалов предлагается комплексная система, включающая не только прямое производство, но и инструменты активного воздействия на другие производства целевых продуктов, в том числе формирующие номенклатуру выпускаемой продукции и регулирующие объем и качество отходов, образующихся при этом производстве.

Ключевые слова: отходы производства, строительные материалы, утилизация

FEATURES OF USE OF THE RESOURCE POTENTIAL OF WASTE PRODUCTS FOR BUILDING CONSTRUCTIONS AND MATERIALS

Pugin K.G., Pugina V.K.

Perm National Research Polytechnic University, Perm, e-mail: 123zzz@rambler.ru

Based on the analysis of the features and technologies involving the use of the resource potential of waste production shows Russia lagging behind in matters of replacement of natural raw materials in the production of building materials and structures. It stressed that the main reasons for non-use of the resource potential of the enterprises of the construction industry waste are inadequate legal and regulatory framework governing the treatment of industrial waste, the relatively low prices for primary raw materials and natural materials, low level of payments for the placement of environmental non-utilized waste. To increase the volume involving waste production technology of building materials is offered a comprehensive system that includes not only direct production, but also the tools of active influence on other production target products, including forming its product range and adjusting the volume and quality of waste generated during this production.

Keywords: production waste, construction materials, recycling

Крупнотоннажные отходы производства близки по своему химическому составу к природным сырьевым материалам, что определяет перспективность использования этих отходов взамен первичных природных материалов при производстве строительных материалов. Однако производители строительных материалов в силу ряда причин недостаточно используют ресурсный потенциал отходов производства в технологиях получения строительных материалов, предпочитая первичное природное сырье. Это происходит в силу ряда социальных, экологических, экономических, технологических и иных причин и приводит к размещению не утилизируемых остатков отходов производства в объектах окружающей среды. В нашей стране за последнее десятилетие объем утилизируемых крупнотоннажных отходов производства составляет порядка

6–8% от общего объема образования отходов, что существенно ниже показателей ряда зарубежных стран: Китай – 37%, Западная Европа (Франция, Великобритания, Германия, Дания) – до 58%, Северная Америка (США, Канада) – до 63%, Япония – до 87% [7]. Такое большое отставание РФ от показателей утилизации отходов развитых стран указывает на системные ошибки в подходе к формированию условий обращения с отходами производства в стране в целом.

Большая часть не утилизируемых твердых отходов производства, размещенных в окружающей среде, представлена многотоннажными отходами горнодобывающих и перерабатывающих предприятий, шлаками черной и цветной металлургии, золами и шламами ТЭС, работающих на угле и сланцах, отходами основной химической и целлюлозно-бумажной промышленности.

Отходы этих отраслей промышленности характеризуются высоким уровнем заложенного в них потенциала, вовлечение которого в ресурсный цикл производства строительных материалов позволило бы существенно сократить использование первичных природных материалов и вернуть в хозяйственный оборот обширные территории, занятые под размещение этих отходов [1–3].

Основными причинами отказа от вовлечения в ресурсный цикл производства строительных материалов отходов производства и, как следствие этого, использования первичных природных материалов и размещения не утилизируемых остатков в окружающей среде, по нашему мнению, являются:

– несовершенство нормативно-правовой базы, регламентирующей обращение с отходами производства, которая не стимулирует использование экологически ориентированных технологий, отвечающих принципам наилучших доступных технологий в производстве строительных конструкций и материалов, позволяющих предотвратить или минимизировать образование отходов производства, а также обеспечить вовлечение в ресурсный цикл заложенного в отходах потенциала экологически безопасными методами;

– отсутствие достаточного набора экономически доступных технически возможных и экологически безопасных технологий, в том числе и инженерно-технической инфраструктуры на предприятиях по обезвреживанию и переработке отходов производства, в целях получения строительных конструкций и материалов, конкурентоспособных с аналогами, произведенными из первичных материалов;

– относительно низкие цены на первичные природные материалы и сырье при высоких затратах на обезвреживание и переработку отходов производства в целях получения из них строительных конструкций и материалов;

– невысокий уровень платежей за размещение в окружающей среде не утилизируемых отходов производства;

– недостаточная экологическая грамотность и активность референтных групп населения, формирующих общественное мнение и социальный заказ на совершенствование систем обращения с отходами производства в направлении повышения их экологической безопасности;

– недостаточная эффективность работы органов законодательной и исполнительной

власти по совершенствованию системы обращения с отходами в целях повышения ее экологической безопасности, экономической и социальной эффективности.

Использование отходов различных производств в качестве сырья при получении строительных конструкций и материалов имеет ряд особенностей. Строительные конструкции и материалы эксплуатируются в течение продолжительного периода времени, возможен их прямой контакт с человеком и объектами окружающей среды. В состав отходов могут входить опасные вещества, химические соединения, в состав которых входят опасные вещества, которые могут изменять свои свойства под действием времени и агрессивных внешних факторов, химический состав отходов может изменяться в значительных интервалах при долгосрочном размещении в окружающей среде или изменении исходного сырья (технологических режимов), используемых при получении целевых продуктов в процессах производства, в которых образуются отходы [4–6]. При продолжительном периоде эксплуатации строительных конструкций возможно изменение воздействия со стороны объектов окружающей среды, например изменение влажности, поднятие грунтовых вод, изменение кислотности среды размещения строительных конструкций, ветровая и водная эрозия, механическое разрушение. Все это может привести к загрязнению прилегающей территории и водных объектов опасными химическими веществами, входящими в состав строительных материалов. Водная среда при этом может выступать как инициатор загрязнения и как среда способная переносить загрязнитель на многие километры от источника загрязнения.

Для обеспечения геоэкологической безопасности строительных конструкций и материалов, полученных на основе отходов, можно выделить основные особенности, к которым необходимо отнести: возможность наличия опасных веществ; использование строительных конструкций в условиях контактов с агрессивными природными средами; длительность эксплуатации (до 100 лет) строительных конструкций и материалов.

В этой связи необходимо очень внимательно подходить к вопросу использования отходов в качестве сырья при производстве строительных материалов.

Для повышения объемов вовлечения отходов производства в технологии получения строительных конструкций и материалов

и обеспечения при этом геоэкологической безопасности получаемых строительных конструкций и материалов необходима комплексная система, включающая не только прямое производство строительных конструкций и материалов, но и инструменты активного воздействия на другие производства целевых продуктов, в том числе формирующие номенклатуру выпускаемой продукции и регулирующие объем и качество отходов, образующихся при этом производстве. Таким комплексным инструментом может быть система управления обращением с отходами производства, нацеленная на достижение приемлемых целевых показателей по обеспечению геоэкологической безопасности использования строительных конструкций и материалов, полученных из отходов, и объемы вовлекаемых отходов.

Используемые в настоящее время системы управления обращением с отходами производства несовершенны и не соответствуют современным требованиям. Объектами управления в действующих системах обращения с отходами являются образовавшиеся (свежий выход) и накопленные ранее отходы, что противоречит общепринятым иерархическим принципам управления обращением с отходами, в которых приоритет отдается предотвращению или минимизации образования отходов. Методической основой действующих систем управления обращением с отходами является менеджмент отходов, который эффективен на уровне обращения с отходами отдельных производств, но не позволяет эффективно решать задачи по интеграции системы обращения с отходами в общую систему развития территории, которая строится на более общей методической основе – ресурсном менеджменте [8–10]. В настоящее время в РФ предприятия, занятые производством целевых продуктов, самостоятельно должны решать, что делать с отходами. Они не заинтересованы, а в большинстве случаев не имеют финансовой возможности внедрять технологии экологической направленности по обращению с отходами, так как это связано с приобретением оборудования и его эксплуатацией.

В настоящее время разработано большое количество технических решений по утилизации отходов производства с получением строительных конструкций и материалов. Основными приоритетами при реализации этих технологий являются получение строительных конструкций и материалов наименее затратным путем и их соответ-

ствие нормативным требованиям, которые ориентированы только на потребительские свойства получаемых строительных конструкций и материалов и не учитывают возможность формирования вторичной техногенной нагрузки на объекты окружающей среды при их использовании у конечного потребителя [11–13].

В зависимости от цели (использование материальных или энергетических ресурсов отходов или их уникальных свойств) можно выделить следующие направления утилизации отходов:

- замена отходами первичных природных материалов – аналогов по минералогическому составу, основным физико-химическим свойствам. Целевой функцией при этом может быть тотальная замена первичных материалов отходами в целом без переработки или их отдельных компонентов путем подготовки, обезвреживания и т.д. Такое направление позволяет максимально использовать материальный ресурс, заложенный в отходах;

- использование специфических свойств отходов, определяющих их физическую, химическую и биологическую активность, позволяющих их использовать при получении строительных конструкций и материалов на их основе или с добавлением в виде вяжущих, нейтрализующих, сорбционных, антисептических, красящих и иных востребованных свойств.

В технологиях первого направления отходы производства можно рассматривать по аналогии с техногенными месторождениями полезных ископаемых или горных пород. При этом целевая функция утилизации реализуется в виде извлечения из отходов отдельных элементов или разделения их на фракции, различающиеся по крупности, плотности, форме, минералогическому составу и т.д. В отдельных случаях, когда отходы по своим свойствам идентичны первичным природным материалам – горным породам и не содержат ценных активных компонентов, которые целесообразно извлекать, возможно использование таких отходов в целом без предварительного выделения отдельных компонентов, например в качестве инертного заполнителя при производстве строительных конструкций и материалов (цементобетонов, асфальтобетонов и др.) и изделий из них, материалов для рекультивации техногенно нарушенных земель и т.д.

В технологиях, в которых используются специфические свойства отходов, их

можно рассматривать в качестве активных компонентов создаваемых сырьевых смесей для получения целевых строительных конструкций и материалов и продуктов на их основе. При этом химическая активность отходов при взаимодействии с первичными природными компонентами или с отходами других производств может проявляться в виде взаимной нейтрализации кислотности/щелочности компонентов, обезвреживания опасных соединений, усиления полезных и ослабления опасных свойств, появления новых эмерджентных свойств материалов.

По подготовительным мероприятиям технологии утилизации можно разделить на требующие (не требующие) предварительной физико-механической, химической, термической или комплексной (химико-термической, механо-физико-химической) подготовки отходов. Предварительная подготовка отходов к процессам утилизации может привести кроме затрат первичных материалов, энергетических и иных ресурсов к образованию вторичных отходов, сбросам и выбросам, что может формировать вторичную экологическую техногенную нагрузку на объекты окружающей среды при реализации технологии утилизации. Это необходимо учитывать при разработке и выборе технологий утилизации отходов. Приоритет необходимо отдавать технологиям, позволяющим максимально использовать материальный ресурс отхода экологически безопасными способами без формирования вторичной экологической техногенной нагрузки выше приемлемого уровня при экономической доступности и технической возможности его реализации.

Термин «приемлемый уровень техногенной нагрузки» здесь нами вводится и понимается как уровень техногенной нагрузки на объекты окружающей среды (атмосфера, водные среды (подземные воды, реки, моря, озера и т.п.), ландшафт, литосфера и почва) в виде изменения химического минералогического, вещественного их составов, внесения в состав отдельных структур, изменения направления движения потоков воздуха и вод и т.д. в пределах ниже установленных норм санитарно-гигиенических и других государственных и отраслевых документов. Это связано с тем, что любая деятельность человека будет затрагивать некоторые объекты окружающей среды, влиять на них если не в прямом действии так в опосредованном, которое может проявиться через большой период времени. Снизить это воздействие

возможно за счет отказа от данной деятельности или допустить некоторое техногенное воздействие в пределах ассимиляционной способности самой окружающей среды.

По степени экологической опасности выделенные направления утилизации можно разделить на безопасные (без образования вторичных отходов и формирования техногенной нагрузки выше приемлемого уровня); и малоопасные (с образованием вторичных отходов в приемлемых масштабах с классом экологической опасности не выше используемых отходов).

На современном этапе развития вновь разрабатываемые технологии утилизации отходов производства должны соответствовать фундаментальным принципам устойчивого развития технологий, которые позволяют максимально вовлечь в хозяйственный оборот ресурсный потенциал отходов, минимизировав при этом образование вторичных и не утилизируемых остатков отходов; обеспечить приемлемый уровень формирования техногенной нагрузки на окружающую среду при утилизации; обеспечивать экономическую доступность и техническую возможность реализации технологии в промышленных масштабах. Реализация таких технологий обращения с отходами позволит не только использовать их ресурсный потенциал экологически безопасными методами, но и сократить потребление первичных природных ресурсов, исключить заделживание земельных территорий под размещение вновь образующихся отходов и в целом снизить ТН на объекты ОС и население до приемлемого уровня.

Предприятия стройиндустрии являются одними из основных потребителей природных ресурсов, значительная часть которых могла бы быть замещена вторичными, полученными на основе отходов различных производств. Строительная отрасль характеризуется разнообразием универсальных технологий и технических средств переработки исходного сырья в целевые продукты. Как показал проведенный ранее анализ используемых технологических средств, они могут быть использованы без существенного технического перевооружения для переработки отходов производства, близких к замещаемому природному сырью, что является положительным фактором, позволяющим с наименьшими экономическими затратами (не производя технического перевооружения предприятий) заменить первичное природное сырье на вторичное – техногенное.

Список литературы

References

1. Барахтенко В.В. Промышленные отходы – сырье для строительных материалов будущего: Иркутский регион / Е.О. Костюкова, В.В. Барахтенко, Е.В. Зелинская, Ф.А. Шутов // Экология урбанизированных территорий. – 2009. – № 4. – С. 73–78.
2. Вайсман Я.И. Тенденции и перспективы управления твердыми бытовыми отходами на урбанизированных территориях // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Урбанистика. – 2011. № 1. – С. 81–99.
3. Потапов А.Д., Воронцов Е.А., Тупицына О.В., Сухоносова А.Н., Савельев А.А., Гришин Б.М., Чертес К.Л. Принципы управления экологически безопасным градостроительным восстановлением территорий, нарушенных размещением отходов разного генезиса // Вестник МГСУ. – 2014. – № 7. – С. 110–132.
4. Пугин К.Г. Вопросы экологии использования твердых отходов черной металлургии в строительных материалах // Строительные материалы. – 2012. – № 8. – С. 54–56.
5. Пугин К.Г., Вайсман Я.И., Калинина Е.В. Управление эмиссиями токсичных компонентов промышленных отходов металлургических, нефтеперерабатывающих и химических предприятий путем их использования в строительной отрасли // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2011. – № 7. – С. 31–34.
6. Пугин К.Г. Использование отходов предприятий химической и металлургической отрасли для изготовления асфальтобетонных дорожных покрытий / К.Г. Пугин, Е.В. Калинина // Экология и промышленность России. – 2011. – № 10. – С. 28–30.
7. Ролле Н.Н., Молодкина Л.М., Чусов А.Н. Экология строительства. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2014. – 233 с.
8. Сватовская Л.Б. Инженерно-химические подходы к детоксикации литосферы с помощью минеральных геоантродотов сульфато-кальциевой природы / Л.Б. Сватовская, М.В. Шершнева, М.М. Байдарашвили, А.М. Сычева, М.Ю. Савельева // Естественные и технические науки. – 2012. – № 5(61). – С. 253–254.
9. Теличенко В.И. Комплексная безопасность в строительстве: учебное пособие / В.И. Теличенко, В.М. Ройтман, А.А. Бенуж. – М.: НИУ МГСУ, 2015. – 144 с.
10. Теличенко В.И., Ройтман В.М., Слесарев М.Ю., Щербина Е.В. Основы комплексной безопасности строительства: монография. – М.: Изд-во АСВ, 2011. – 168 с.
11. Теличенко В.И., Потапов А.Д., Слесарев М.Ю., Щербина Е.В. Экологическая безопасность строительства: учебник. – М.: Архитектура-С, 2009. – 312 с.
12. Тихомирова Е.Г., Семин Е.Г. Механохимическая активация зол иловых осадков – эффективный способ решения геоэкологической задачи ресурсосбережения // Экология и промышленность России. – 2015. – № 4. – С. 33–35.
13. Чусов А.Н. Риски в природно-технических системах, образованных при вторичном использовании твердых бытовых отходов // Проблемы региональной экологии. – 2015. – № 3. – С. 138–143.
1. Barahtenko V.V. Promyshlennye othody syre dlja stroitelnyh materialov budushhego: Irkutskij region / E.O. Kostjukova, V.V. Barahtenko, E.V. Zelinskaja, F.A. Shutov // Jekologija urbanizirovannyh territorij. 2009. no. 4. pp. 73–78.
2. Vajsman Ja.I. Tendencii i perspektivy upravlenija tverdymi bytovymi othodami na urbanizirovannyh territorijah // Vestnik Permskogo nacionalnogo issledovatel'skogo politehnicheskogo universiteta. Urbanistika. 2011. no. 1. pp. 81–99.
3. Potapov A.D. Principy upravlenija jekologicheski bezopasnym gradostroitelnyim vosstanovleniem territorij, narushennyh razmeshheniem othodov raznogo genezisa / Potapov A.D., Voroncov E.A., Tupicyna O.V., Suhonosova A.N., Savelev A.A., Grishin B.M., Chertes K.L. // Vestnik MGSU. 2014. no. 7. pp. 110–132.
4. Pugin K.G. Voprosy jekologii ispolzovanija tverdych othodov chernoj metallurgii v stroitelnyh materialah // Stroitelnye materialy. 2012. no. 8. pp. 54–56.
5. Pugin K.G. Upravlenie jemissijami toksichnyh komponentov promyshlennyh othodov metallurgicheskikh, neftepererabatyvajushhij i himicheskikh predpriyatij putem ih ispolzovanija v stroitelnoj otrasli / Pugin K.G., Vajsman Ja.I., Kalinina E.V. // Zashhita okruzhajushhej sredy v neftegazovom komplekse. 2011. no. 7. pp. 31–34.
6. Pugin K.G. Ispolzovanie othodov predpriyatij himicheskoy i metallurgicheskoy otrasli lja izgotovlenija asfaltobetonyh dorozhnyh pokrytij / K.G. Pugin, E.V. Kalinina // Jekologija i promyshlennost Rossii. 2011. no. 10. pp. 28–30.
7. Rolle N.N. Jekologija stroitelstva / Rolle N.N., Molodkina L.M., Chusov A.N. SPb.: Izd-vo Politehn. un-ta, 2014. 233 p.
8. Svatovskaja L.B. Inzhenerno-himicheskie podhody k detoksikacii litosfery s pomoshhju mineralnyh geoantidotov sulfato-kalcievoj prirody / L.B. Svatovskaja, M.V. Shersheva, M.M. Bajdarashvili, A.M. Sycheva, M.Ju. Saveleva // Estestvennye i tehicheskie nauki. 2012. no. 5(61). pp. 253–254.
9. Telichenko V.I. Kompleksnaja bezopasnost v stroitelstve: uchebnoe posobie / V.I. Telichenko, V.M. Rojtmann, A.A. Benuzh. Moskva: NIU MGSU. 2015. 144 p.
10. Telichenko V.I. Osnovy kompleksnoj bezopasnosti stroitelstva: monografija / Telichenko V.I., Rojtmann V.M., Slesarev M.Ju., Shherbina E.V. Moskva: Izdatelstvo ASV, 2011. 168 p.
11. Telichenko V.I. Jekologicheskaja bezopasnost stroitelstva: Uchebnik / Telichenko V.I., Potapov A. D., Slesarev M.Ju, Shherbina E.V. M.: Arhitektura pp. 2009. 312 p.
12. Tihomirova E.G. Mehanohimicheskaja aktivacija zol ilovyh osadkov jeffektivnyj sposob reshenija geojekologicheskoy zadachi resursoberezenija / Tihomirova E.G., Semin E.G. // Jekologija i promyshlennost Rossii. 2015. no. 4. pp. 33–35.
13. Chusov A.N. Riski v prirodno-tehnicheskikh sistemah, obrazovannyh pri vtorichnom ispolzovanii tverdych bytovyh otdodov // Problemy regionalnoj jekologii. 2015. no. 3. pp. 138–143.