

УДК 666.1

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ СТЕКЛА

Чупрова Л.В., Мишурина О.А.

ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»,
Магнитогорск, e-mail: lvch67@mail.ru

Статья посвящена проблеме загрязнения окружающей среды твёрдыми бытовыми отходами. Обоснована актуальность обозначенной проблемы. Показано, что твёрдые бытовые отходы имеют непостоянный состав, который может изменяться в зависимости от географического положения, времени года, а также уровня промышленного развития страны. Наиболее рациональным способом устранения отходов является их утилизация. Авторы статьи более подробно раскрывают проблему утилизации отходов стекла, решение которой позволит значительно сократить общее количество твёрдых отходов, уменьшить размеры площадей, занятых отвалами. Представлен зарубежный и российский опыт сбора, транспортировки, сортировки стеклоотходов. Приведён обзор областей применения стеклоотходов в различных отраслях промышленности. Сделан вывод о необходимости продолжения поиска и разработки новых направлений использования отходов стекла в различных отраслях народного хозяйства.

Ключевые слова: твёрдые бытовые отходы, стеклоотходы, стеклобой, утилизация, рециклинг, пеностекло, строительные материалы

ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF WASTE RECYCLING OF GLASS

Chuprova L.V., Mishurina O.A.

Nosov Magnitogorsk State Technical University, Magnitogorsk, e-mail: lvch67@mail.ru

Article is devoted to a problem of environmental pollution by municipal solid waste. Relevance of the designated problem is proved. It is shown that municipal solid waste has changeable structure which can change depending on a geographical location, season, and also level of an industrial development of the country. The most rational method of elimination of waste is their utilization. Authors of article open in more detail a glass waste recycling problem which solution will allow to reduce considerably a total quantity of solid waste, to reduce the sizes of the areas occupied with dumps. Foreign and Russian experience of collection, transportation, sorting of steklootkhod is provided. The overview of scopes of steklootkhod is provided in various industries. The conclusion is drawn on need of continuation of search and development of the new directions of use of waste of glass for various industries of a national hozyayostvo.

Keywords: municipal solid waste, steklootkhoda, cullet, utilization, recycling, foamglass, construction materials

Основной тенденцией наступившего столетия является быстрый рост городского населения, приводящий к увеличению в городах количества различных отходов, прежде всего твёрдых бытовых отходов (ТБО), которые необходимо своевременно удалять и безопасно утилизировать.

В России доля городского населения составляет чуть более 73%, что несколько ниже уровня европейских стран. Но, несмотря на это, объём отходов с каждым годом увеличивается, а возможности для их утилизации и переработки уменьшаются, что приводит к ухудшению экологической обстановки в регионах.

В связи с увеличением количества ТБО в настоящее время остро стоит вопрос их утилизации, отвалы которых занимают значительные площади. К настоящему времени на территории Российской Федерации в отвалах и хранилищах накоплено более 80 млрд тонн отходов. Общая площадь занятых отходами земель превышает 2 тыс. кв.км. [10]. По оценкам экспертов, ежегодно в стране образуется более 3 млрд тонн

отходов промышленного производства, более 40 млн тонн твёрдых бытовых отходов. Рост объёмов ежегодного образования и накопления отходов опережает современные технологические и экономические возможности их обезвреживания и утилизации. Из вновь образовавшихся отходов в России утилизации подвергается менее 30% [11].

В основных направлениях экономического и социального развития страны на период до 2020 года указано на необходимость продолжить работу по более широкому вовлечению в хозяйственный оборот вторичных материальных и топливно-энергетических ресурсов, бытовых отходов, а также попутных продуктов [4]. Необходимо также развивать материально-техническую базу организаций, занятых заготовкой и переработкой вторичного сырья.

Сложившаяся в Российской Федерации ситуация в области образования, использования, обезвреживания, хранения и захоронения отходов ведёт к опасному загрязнению окружающей среды, нерациональному использованию природных

ресурсов, значительному экономическому ущербу и представляет реальную угрозу здоровью человечества. Поэтому проблема обезвреживания, переработки и утилизации отходов с каждым годом становится всё более важной и актуальной. При решении проблемы отходов, с одной стороны, уменьшается их отрицательное воздействие на окружающую среду, а с другой – решаются задачи сбережения ресурсов.

По своему составу твёрдые бытовые отходы неоднородны и состоят из макулатуры, чёрных и цветных металлов, пищевых отходов, пластмасс, стекла и текстиля. С учётом данных различных источников, бытовые отходы имеют следующий морфологический состав по объёму (в %): бумага – 41, пищевые отходы – 21, стекло – 12, железо и его сплавы – 10, пластмассы – 5, древесина – 5, резина и кожа – 5, текстиль – 1. Этот состав непостоянный и может меняться в зависимости от географического положения, времени года, а также уровня промышленного развития страны, так как рост производства и потребления различных материалов приводит только к увеличению отходов. По расчётам учёных, около 2% всех природных материалов, вовлекаемых в промышленное производство, перерабатывается в полезную для человека продукцию, остальные 98% становятся отходами и загрязняют окружающую среду [3, 10].

Наиболее рациональным способом устранения отходов является их утилизация. Сегодня практически все основные компоненты ТБО можно перерабатывать. Существуют следующие пути утилизации твёрдых бытовых отходов: организация свалок, вторичное использование отходов, захоронение и их сжигание.

В последние годы наиболее рациональным и ресурсосберегающим способом утилизации отходов признана их вторичная переработка [3], но не всегда этот путь является рентабельным как в экономическом, так и в экологическом плане, так как для его реализации существует ряд проблем. Одной из основных проблем является сортировка отходов. Бумага, битое стекло, пластмасса, жёсть и другой мусор, уже поступивший на свалку, практически невозможно рассортировать. Поэтому сортировать отходы необходимо в тот момент, когда их выбрасывают, но в городах, особенно крупных, это осуществить очень сложно. Необходимо отметить также и тот факт, что бытовой мусор является нестандартизируемым сырьём, которое нельзя использовать для производства высококачественной продукции. Например, макулатура как сырьё используется в основном для производства бумаги низкого

качества. Из неё производят в обёрточную, писчую, туалетную бумагу и салфетки. Из вторичных полимеров можно получать различные композиционные материалы с разными свойствами, но отличающимися от свойств первичных полимеров [3, 14, 15].

В последние годы в России и за рубежом повысился интерес к стекольным отходам, доля которых в твёрдых бытовых отходах составляет около 8–10% от общего количества отходов по массе [12]. Основные направления экономического и экологического развития страны до 2020 г. предусматривают интенсификацию процессов стекловарения и производства строительных материалов, а также всемирное расширение местной сырьевой базы, повсеместное внедрение экологически чистых, безотходных, энергосберегающих технологий.

Основными источниками отходов стекла являются стеклянная тара и листовое стекло, используемое в строительстве, транспортном машиностроении и других отраслях промышленности.

Повышение интереса к стекольным отходам связано с тем, что стекло как материал таких отходов, не горит, не гниёт и не разлагается под действием атмосферных осадков в течение многих лет, очень плохо растворяется в грунтовых водах, даже агрессивных. В связи с этим, возникает проблема в выборе методов утилизации стеклоотходов. Решение этой проблемы имеет немаловажное значение для охраны окружающей среды, так как позволит значительно сократить общее количество твёрдых отходов, уменьшить размеры площадей, занятых отвалами.

Наиболее эффективным направлением утилизации стекольных отходов является использование их в виде стеклобоя. Стекольный бой – это, прежде всего, ценное сырьё. Так, исследования специалистов стран ЕЭС показали, что каждая тонна использованного стеклобоя позволяет экономить 1,2 т первичного сырья, а увеличение количества стеклобоя в шихте на каждые 10% экономит 2% энергии. По данным ряда экономистов, утилизация 1 млн бутылок позволяет сохранить 300 т кварцевого стекольного песка и 100 т кальцинированной соды. На каждые 100 кг вводимого стеклобоя экономится 126 кг первичного сырья [9, 12].

Перспективным направлением утилизации стеклобоя является использование его в качестве сырьевого материала для производства стекла. Применение стекольного боя в стекловарении снижает температуру варки стекломассы, поэтому частичная замена шихты стеклобоем ускоряет процесс

варки стекла, снижает удельный расход топлива, приводит к экономии щелочносодержащего сырья и продлению срока службы стекловаренных печей.

Отходы стекла ввиду физических свойств материала хорошо поддаются сортировке. В зависимости от характеристик и качества отходов стекла различают два основных способа обращения с ними:

- повторное использование оборотной тары – целая стеклянная тара после мытья возвращается в производственный процесс;
- рециклинг и выпуск продукции на основе или с использованием вторсырья.

Рециклинг отходов стекла подразумевает их дробление, расплавление и последующую фильтрацию. Полученная в результате такой переработки стекломасса может быть использована для изготовления различных изделий.

Сбор, транспортировка и особенно сортировка стеклоотходов являются самыми дорогостоящими статьями утилизации стеклобоя. В настоящее время существует несколько методов заготовки отходов стекла: сбор и сортировка отходов на месте их образования; выделение стекла из смешанных отходов на специализированных предприятиях; селективный сбор в контейнерах от населения, а также на территориях общественных и бытовых предприятий [5, 8].

За последние годы за рубежом накоплен большой опыт по организации сбора, переработке и использования стеклобоя. Эффективная работа по сбору стеклобоя за рубежом связана в значительной степени с высокой культурой населения и информационной работой по его привлечению к программе вторичного использования ресурсов. В России стеклобой практически не выделяют из твердых бытовых отходов и чаще всего его вывозят на свалки для захоронения, что отрицательно сказывается на состоянии окружающей среды. Поэтому в настоящее время активно ведётся поиск путей использования отходов стекла в самых различных направлениях [8, 9].

Из отходов стекла уже изготавливают теплоизоляционные материалы, например, пеностекло – лучший из изоляционных материалов для утепления домов и пенодекор – цветные блоки из пеностекла для облицовки наружных стен зданий [1]. Разработаны технологии, предусматривающие использование тарного стекла в строительстве автомобильных дорог.

Процесс производства стекла позволяет с минимальными трудностями перерабатывать стекло, извлеченное из общего объема бытовых отходов. Переработка стеклобоя имеет ряд экологических выгод [13]. При

производстве стекла из стеклобоя не требуется первичное минеральное сырьё. Процесс требует меньше топлива для плавки стекла, чем производство стекла из первичного сырья.

Молотые отходы стекла, смешанные с мономером (полиэфирстиролом или метилметакрилатом), применяют для получения труб, имеющих большую кислотостойкость и прочность, чем бетонные трубы.

Стеклобой в сочетании с полимерами или цементами может использоваться для прессования плиток. Разнообразие и интенсивность окраски плиток обеспечивается введением красителей в виде растворов либо сухих добавок при помоле. Характер поверхности плиток (гляцевая, матированная, шероховатая, рифлёная и пр.) определяется конструкцией формы [7].

Стеклобой может успешно применяться как добавка для приготвления кирпичей. Введение его способствует улучшению свойств низкокачественных глин: повышает их устойчивость к истиранию и увеличивает прочность изделий в кирпичном производстве. Экспериментально доказано, что заводской кирпич значительно уступает по физико-механическим свойствам кирпичу с добавкой стекла. Добавка стекла способствует увеличению количества жидкой фазы в материале, что обуславливает снижение пористости и водопоглощения, повышает механическую прочность этого материала [6].

Отходы стекла из городского мусора можно использовать в существующих технологиях производства керамических стеновых материалов. Установлено что оптимальное содержание стеклобоя в керамической массе, позволяющее получить стеновые керамические материалы, удовлетворяющие требованиям государственного стандарта по водопоглощению, с улучшенными механическими свойствами составляет 15-20% [6].

Из композиций на основе отходов стекла и полимеров методом отливки можно получить блоки объёмом до 0,03 куб.м.

Разрабатываются технологии по использованию в качестве сырьевого материала только стеклобоя. Из него получают стекловолокно и стеклянные шарики, используемые для получения жгутов, насадок реакционных аппаратов, деталей микрооптики, украшений.

Смеси полимерных смол и стеклобоя могут быть использованы для цветного литья. При этом стеклобой различных фракций можно окрашивать путём использования растворов красителей или в мельницах с нерастворимым красителем [6, 7].

Необходимость экономии топливно-энергетических ресурсов в производстве эмалированных изделий требует разработки эмалей с пониженной температурой обжига. Одним из перспективных путей достижения этой цели является введение в состав эмалевых стёкол стекольного боя, что влияет на технологические и физико-химические свойства стеклоэмалевых покрытий для защиты изделий от коррозии.

Измельчённый стеклобой можно использовать в качестве заполнителя в дорожных покрытиях в сочетании с асфальтом и битумным бетоном. Частицы стекла можно добавлять в дорожное покрытие, наносимое в эмульсированном виде на асфальт. Добавка стекла улучшает торможение и продляет срок службы дороги при условии замены заполнителя стеклом на 50% и более. Возможно использование отходов стекла при ремонте дорог.

Таким образом, в целях охраны окружающей среды и ресурсосбережения, утилизация бытовых отходов является одной из важнейших проблем современной цивилизации. Наиболее перспективным решением данной проблемы является создание новых малоотходных технологий производства различных материалов бытового, строительного и промышленного назначения с использованием вторичного сырья. В области утилизации стеклоотходов имеются значительные достижения, но, несмотря на это, необходим поиск и разработка новых направлений использования отходов стекла в различных отраслях промышленности.

Список литературы

1. Демидович Б.К. Производство и применение пеностекла / Б.К. Демидович. – Минск: Наука и техника, 1972. – 301 с.
2. Ершова О.В., Чупрова Л.В. Получение композиционного материала на основе вторичного поливинилхлорида и техногенных минеральных отходов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 5-1. – С. 9–12.
3. Ивановский С.К., Бахаева А.Н., Ершова О.В., Чупрова Л.В. Экологические аспекты проблемы утилизации отходов полимерной упаковки и техногенных минеральных ресурсов // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 1-5. – С. 813–815.
4. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 г. [утверждено распоряжением Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р.]. В ред. от 8 августа 2009 г.
5. Мелконян Р.Г. Извлечение стеклобоя из твердых бытовых отходов / Р.Г. Мелконян // Стекло мира. – 1999. – № 2. – С. 53.
6. Мелконян Р.Г. Использование отходов в производстве отделочных материалов / Р.Г. Мелконян, Г.П. Тимонина // ВНИИЭСМ. Экспресс-информация. Технология строительных материалов. – 1983. – Вып. 2. – С. 8–11.
7. Мелконян Р.Г. Использование промышленных отходов при производстве новых строительных материалов / Р.Г. Мелконян // ЦНИИТЭИМС. Серия № 1 «Экономия и рациональное использование сырьевых топливно-энергетических и др. материальных ресурсов». – 1986. – Вып. 2. – С. 45–49.
8. Мелконян Р.Г. Опыт сбора и передачи стеклобоя за рубежом / Р.Г. Мелконян, Г.Р. Мелконян // Информационный бюллетень «Стеклообразная тара». – 2000. – № 3 (9). – С. 8–9.
9. Мелконян Р.Г. Сбор и переработка отходов стекла / Р.Г. Мелконян // Жилищное и коммунальное хозяйство. – 1995. – № 1. – С. 35–38.
10. Пальгунов П.П., Сумароков М.В. Утилизация промышленных отходов. – М.: Стройиздат, 1990. – 352 с.
11. Поташников Ю.М. Утилизация отходов производства и потребления. – Тверь: Издательство ТГТУ, 2004. – 107 с.
12. Сбор, переработка и направления использования отходов стекла. Обзорная информация. Серия: Рациональное использование материальных ресурсов / С.В. Дуденков [и др.]. – М.: ЦНИИТЭИМС, 1978. – 47 с.
13. Чехов О.С. Вопросы экологии в стекольном производстве / О.С. Чехов, В.И. Назаров, В.Г. Калыгин. – М.: Легпромбытгиздат, 1990.
14. Чупрова Л.В., Муллина Э.Р., Мишурина О.В., Ершова О.В. Исследование возможности получения композиционных материалов на основе вторичных полимеров // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4; URL: www.science-education.ru/118-14200 (дата обращения: 14.04.2015).
15. Yershova O.V., Chuprova L.V., Mullina E.R., Mishurina O.A., Permyakov M.B. The solution of environmental problems during plastic package recycling // International Journal of Applied Engineering Research. – 2015. – Vol. 10, № 24. – P. 44896–44899.