

Список литературы

1. Колокольников В.С. Производство цемента. – М: Высшая школа, 1970. – С 42-45.
2. Бойко В.С., Кравченко В.П., Струтинский В.А., Трубников В.И., Савощенко А.В. Способ изготовления клинкера – Патент на полезную модель № 35038 – 26.08.2008 г. – 4 с.
3. Матвиенков С.А., Кравченко В.П., Струтинский В.А., Трубников В.И., Савощенко А.В. Технологическая линия для изготовления цемента – Патент на полезную модель № 36800 – 10.11.2008 г. – 4 с.
4. Кравченко В.П., Пилов П.И., Горобец Л.Ж., Климанчук В.В., Струтинский В.А., Трубников В.И. Способ подготовки гранулированного доменного шлака – Патент на полезную модель № 18575 – 15.11.2006 г. – 4 с.
5. Кравченко В.П., Струтинский В.А. / Гидравлическая активность доменных шлаков/ М. Сталь, 1/2007, с. 94-95.
6. Струтинский В.А., Савощенко А.В., Кравченко В.П. / Актуальные проблемы рециклинга и утилизации шлаков металлургического производства/ Металл и литье Украины – 2007, № 1-2, с.14-16.г
7. Колокольников В.С., Осокина Т.А. "Производство цемента". Издательство "Высшая школа" – М: 1974. – с. 12-14.

© Кравченко В.П., Пилов П.И., Горобец Л.Ж., Прядко Н.С., 2010

*Надійшла до редколегії 12.02.2010 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. О.Д. Полуляхом*

УДК 622.74

Е.И. НАЗИМКО, докт. техн. наук,

Я.Н. СТЕПАНОВ

(Украина, Донецк, Донецкий национальный технический университет)

ПРОБЛЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ И СПОСОБЫ ИХ ОБРАБОТКИ

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами

Рост промышленности, численности населения городов и урбанизация создают предпосылки для роста темпов строительства новых дорог, увеличения объемов застройки городских территорий, обновления жилищного фонда и т.д. При этом возникает необходимость утилизации строительных отходов. С учетом развития программ по реконструкции устаревшего жилого фонда, актуальность этой проблемы существенно повышается. Проблема стремительного образования значительных объемов строительных отходов решается в основном захоронением или образованием несанкционированных свалок, что превращает ее в глобальную экологическую катастрофу [1]. Поэтому необходимо сокращение объемов захоронения и увеличение вторичного использования строительных отходов.

Сепарация строительных отходов является совокупностью процессов ме-

ханической обработки сырья с целью отделения полезных компонентов от балластных включений для получения вторичного щебня. Поскольку вторичный щебень является наиболее коммерческим продуктом, то в рыночных условиях основное внимание уделяется переработке бетона и железобетона [2].

В различных отраслях применяется оборудование, которое можно использовать при утилизации строительных отходов. Поэтому для их эффективной переработки необходимо решить вопросы, связанные с выбором рациональной топологии технологической схемы, определением оптимальных характеристик процесса.

Об актуальности исследования свидетельствуют экологические и экономические задачи, решаемые при преобразовании профессионального демонтажа и разрушения в комплекс переработки строительных отходов во вторичный щебень. К ним относятся: получение качественного и дешевого строительного материала; уменьшение количества несанкционированных свалок строительных отходов; высвобождение значительных территорий, занимаемых полигонами, для нужд промышленности или сельского хозяйства; расширение сырьевой базы для производства бетонных и железобетонных изделий; снижение потребления природного щебня.

Анализ исследований и публикаций

В СССР считалось, что использование вторичных материалов является мощным фактором ресурсосбережения. Более 40 лет назад началась работа по созданию современной отрасли переработки отходов с одновременным решением вопросов организационного, научного, экономического, управленческого, технического и информационно-аналитического характера [3]. При переходе к рыночной системе старые методы перестали работать, а новые, которые стимулировали бы сбор и использование вторичного сырья, не были созданы.

Современная система управления отходами включает: санитарное очищение и удаление отходов из городской черты; утилизацию и рециклинг ценного вторичного сырья; термическую обработку отходов; размещение и захоронение отходов [4].

В Украине собирают и удаляют различные отходы специализированные автопредприятия или определенные цеха в составе управлений ЖКХ. Однако из-за недостаточного финансирования система санитарной очистки в значительной степени разрушается [5]. По сравнению с европейскими странами объемы заготовок вторичного сырья в Украине значительно ниже. Экономика страны ежегодно теряет с отходами 3,3 млрд т ценных материалов, из которых 900 млн т – строительные отходы, содержащие до 7 млн т металла [6].

Проблема заключается в отсутствии регулирования прав собственности на отходы. Поскольку отходы являются причиной техногенной и антропогенной нагрузки на окружающую среду, то собственник должен нести полную ответственность за негативные экологические последствия содержания отходов и обращения с ними. В украинском законодательстве наиболее четко определена ответственность за загрязнение земель, что должно использоваться во взаимо-

отношениях экологических служб и собственников отходов [7].

Независимо от особенностей каждого государства, главной задачей является уменьшение количества и объема вновь образуемых отходов, методы решения этой которой различны. Например, в США, где наиболее высокий уровень образования строительных отходов, системы их утилизации предусматривают в основном захоронение отходов, а степень возврата в повторное использование находится на довольно низком уровне [8]. Энергетический кризис 70-х годов 20-го века заставил страны Европы изменить отношение к политике в области ресурсов, товаров и отходов. Добыча природных ресурсов, производство из них товаров, потребление товаров и как результат – образование отходов и их утилизация – стали рассматриваться как тесно связанные звенья одной цепи [9].

Совершенствование системы управления отходами признается сегодня главной проблемой в области охраны окружающей среды [10]. В странах ЕС сформулированы три принципа управления отходами [11]:

1. Предотвращение образования отходов. Снижение их количества связано с совершенствованием технологий реконструкции строительных объектов, при которых исключается полный демонтаж объекта.

2. Переработка и повторное использование путем вторичной переработки – *demolition and recycling* (снос и переработка).

3. Совершенствование технологий утилизации и мониторинга: отходы, не подлежащие вторичному использованию, должны быть сожжены; захоронение должно применяться как последняя из возможных альтернатив.

В дополнение к традиционному подходу в европейских странах появляется ряд рыночных инструментов, которые дополняют нормативные методы: экологическое законодательство, планы по управлению отходами, налогообложение и добровольные инструменты [12].

Для осуществления эффективной утилизации строительных отходов необходимо, чтобы в Украине направление *demolition and recycling* (снос и переработка) стало самостоятельной отраслью строительной индустрии.

Постановка задачи

Целью данной работы является исследование проблемы накопления, вторичной обработки и использования лома строительных конструкций.

Изложение материала и результаты

Опыт различных стран показывает, что для переработки строительных отходов наиболее пригодным является горное оборудование для нерудных строительных материалов, которое представляет собой различные дробильно-сортировочные установки [13].

Имеется два подхода к переработке некондиционной продукции стройиндустрии и строительных отходов: 1) переработка на месте возникновения (на стройплощадке); 2) переработка на специальных комплексах и заводах.

Первый вариант не позволяет применять производительное оборудование,

обеспечивающее получение чистого и фракционированного продукта, требует особых мер экологической защиты близлежащих жилых домов, исключает возможность непрерывной работы. Преимущество заключается в отсутствии перевозки отходов, на которую затрачивается до 60...70% от стоимости работ, что позволяет заказчикам снизить затраты на приобретение щебня и захоронение строительного мусора.

Второй вариант предполагает транспортные расходы, которые компенсируются эффективной работой дробильно-сортировочного оборудования, глубокой переработкой отходов, возможностью организации логистики и маркетинга, а также относительно простым решением экологических проблем. При этом возможно получение дополнительной прибыли за счет поступления стройматериалов не только от разборки ветхих зданий и сооружений, но и от деятельности строительных организаций.

При проектировании разделения отходов по классам крупности необходимо знать динамические характеристики процесса грохочения.

Основным показателем, характеризующим технологическую работу грохота, является эффективность грохочения [14]. На эффективность грохочения влияют не только свойства исходного материала и параметры грохота, но и условия ведения процесса, зависящие от физико-механических свойств сырья и вибрационного воздействия: начальное распределение частиц по высоте слоя, конкуренция частиц при просеивании, забивание и самоочистка сита, изменение высоты слоя и грансостава в процессе грохочения, вибротранспортирование и сегрегация.

Влияние параметров грохота на эффективность разделения строительных отходов изучено недостаточно. В связи с этим выполнены экспериментальные исследования грохочения составляющих строительных отходов на минеральной основе, что позволит обосновать необходимое и достаточное время грохочения и рациональный угол наклона грохота.

Между эффективностью и временем грохочения существует зависимость, описываемая известной эмпирической формулой [15]:

$$E = 1 - e^{-kt^n}, \quad (1)$$

где e – основание натуральных логарифмов; k , n – параметры, зависящие от свойств материала и условий грохочения, определяемые экспериментально; t – время грохочения, с.

На основе лабораторных экспериментов получен график функции $E = f(t)$, при помощи которого найдены значения параметров k и n . В результате для исследуемого образца строительных отходов уравнение Перова имеет вид:

$$E = 1 - e^{-0,34 \cdot t^{0,24}}. \quad (2)$$

График этой функции показан на рис. 1. При этом было принято, что вы-

ход материала с размером зерен крупнее размера отверстий сита в подрешетный продукт равен нулю. Из данных эксперимента можно сделать вывод о том, что для достижения высокой эффективности процесса необходима значительная продолжительность отсева. Однако, в условиях утилизации отходов на перерабатывающем предприятии длительное грохочение экономически нецелесообразно, поэтому при выборе времени необходимо руководствоваться не необходимым, а достаточным временем грохочения материала. График кинетики грохочения строительных отходов показывает, что достаточное время соответствует области изгиба кривой и составляет 25-45 с.

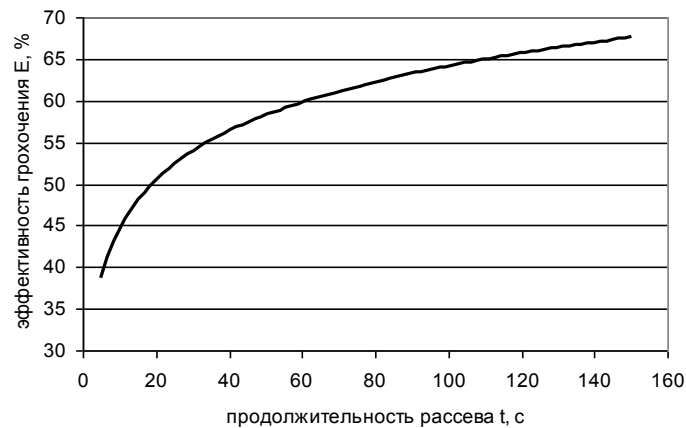


Рис. 1. Кинетика грохочения отходов строительных материалов

Процесс грохочения строительных отходов, как и всякий технологический процесс, является результатом взаимодействия материальных объектов. Входные параметры, характеризующие взаимодействующие объекты, оказывают определенное влияние на выходные параметры (показатели) процесса, мера которого оценивается уравнением их связи. Одним из основных входных параметров является угол наклона α сита грохота.

На основании результатов соответствующего исследования получена зависимость эффективности грохочения отходов от угла наклона сита (рис. 2).

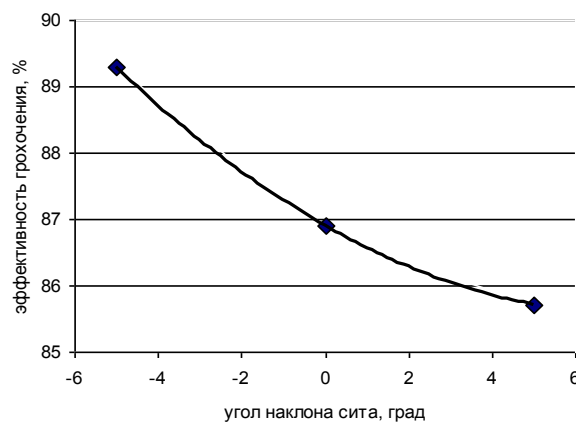


Рис. 2. Экспериментальная зависимость эффективности грохочения строительных отходов от угла наклона сита

С увеличением угла наклона сита сильнее проявляется влияние геометрического фактора, учитывающего зависимость между размером частиц и геометрическими параметрами просеивающей поверхности:

$$d = L \cos \alpha - h \sin \alpha, \quad (3)$$

где d – размер частиц; L – размер отверстий сита; h – толщина сита; α – угол наклона сита.

Таким образом, при выборе параметров наклонного инерционного грохота размер отверстий сита должен быть в m раз большим по сравнению с необходимым размером границы фракций. При этом значения коэффициента m определяются графическим путем при различных углах наклона α сита грохота.

Из практики известно, что достижение 100% эффективности грохочения невозможно. Поэтому при выборе необходимого оборудования и расчете его параметров допустимая эффективность процесса принимается в пределах порядка $E_{\min} = 70\%$, $E_{\max} = 80\%$.

Проведенные эксперименты по рассеву дробленых отходов строительного бетона показали, что при выборе грохота угол наклона сита грохота должен быть от 10 до 18°. При этом необходимо учитывать коэффициент m , в соответствии с которым уточняется необходимый размер отверстий сита.

Выводы и направления дальнейших исследований

Исследование проблемы накопления, обработки и разделения строительных отходов, а также лабораторные эксперименты, определить характеристики процесса классификации бетонных составляющих отходов по классам крупности.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на определение рациональных характеристик процесса обработки строительных отходов с целью получения качественного вторичного сырья.

Список литературы

1. **Комар А.Г.** Об эффективности использования жидких и твердых отходов промышленности в строительстве // Строительные материалы. – 1997. – № 1. – С. 5-6.
2. **Каплан М.Б.** Переработка строительных отходов // Строительные материалы. – 1998. – № 6. – С. 14-18.
3. **Пентегов И.В.** Вторичные ресурсы // Конгресс по управлению отходами. – 2001. – № 1. – С. 25-30.
4. Электронная информационная система по отходам и вторичной переработке. / <http://www.ewindows.eu.org>
5. **Олейник С.П.** О результатах исследования проблемы управления строительными отходами // Промышленное и гражданское строительство. – 2007. – № 9. – С. 10-32.
6. **Авралин К.П.** "Киевгорстрой" заработает на мусоре // Деловая столица. – 2005. – № 172. – С. 8-10.
7. Постанова Верховної Ради України "Про затвердження Порядку обмеження, тимчасової заборони (зупинення) чи припинення діяльності підприємств, установ, організацій і об'єктів у разі порушення ними законодавства про охорону навколишнього

природного середовища": N 2751-XII – [Чинний від 1992 – 10 – 20]. – К., 1992. – 4 с.

8. Оценка риска и планирование мер безопасности при сносе зданий и сооружений // Библиотека "Строительная наука Москвы". – 2004. – №6(24). – По материалам "The Structural Engineer".

9. Электронный сборник законодательных актов ЕС в сфере охраны окружающей среды. / <http://europa.eu.int/eur-lex/accessible/en>

10. Европейская практика обращения с отходами: проблемы, решения, перспективы. – С.-Пб., 2005 – 73 с.

11. Indicator Fact Sheet Signals 2001 // European Environmental Agency. – 2003. – Chapter Waste.

12. Стратегия управления отходами в ЕС. / <http://europa.eu.int>

13. **Yoshio Kasai**. Критерии применения лома в качестве заполнителя бетона // Cement and Concrete. – 1999. – № 9(415). – С. 182-188.

14. **Котин А.М., Ямпольский К.Д., Геращенко К.Д.** Оценка обогатимости угля и эффективности процессов обогащения. – М.: Недра, 1982. – 198 с.

15. **Андреев С.Е., Зверевич В.В, Перов В.А.** Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. – М.: Недра, 1966. – 360 с.

16. **Крупко В.Г., Дорохов М.Ю.** Методичні вказівки до практичних та самостійних робіт з дисципліни "Машини для виробництва будівельних матеріалів". – Краматорськ: ДДМА, 2003. – Ч. 2. – 30 с.

© Назимко Е.И., Степанов Я.Н., 2010

Надійшла до редколегії 22.02.2010 р.

Рекомендовано до публікації д.т.н. О.Д. Полуляхом

УДК 620+613.11:631.8

С.А. Галич

(Украина, Харьков, Институт проблем машиностроения им. А.Н. Подгорного НАН Украины)

ОЦЕНКА МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ШЛАКОВ ЗМИЕВСКОЙ ТЭС В ФИЛЬТРАХ ВОДОПОДГОТОВКИ

В подавляющем большинстве технологических схем водоподготовки завершающим процессом является фильтрование. Наибольшее применение, распространение получили фильтры с зернистой загрузкой. Фильтрующий слой таких фильтров выполняют из отсортированного зернистого материала, удовлетворяющего санитарным требованиям и обладающего достаточной химической стойкостью и механической прочностью (кварцевый песок, дробленый антрацит, горелые породы, керамзит, керамическая крошка, доменные шлаки, дробленый мрамор, полимеры и др.) [1-3]. Но чаще всего используется кварцевый песок (0,8-1,2 мм), гранодиоритный песок (1-2 мм) и антрацит фильтрант (1,5-2 мм). Стоимость этих материалов от 300 грн/т до 3000 грн/т.

В тоже время на золошлакоотвалах ТЭС имеются огромные количества, практически даровых шлаков, которые по своим физико-механическим свойствам