

Я.Н. СТЕПАНОВ

(Украина, Донецк, Донецкий национальный технический университет)

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОКИ И СЕПАРАЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Отходы разрушения зданий и сооружений образуют главный компонент твердой составляющей муниципальных отходов и более чем половину муниципальных хозяйственно-бытовых отходов в Украине. В настоящее время свыше 90% этих отходов не утилизируется, являясь причиной переполнения легальных свалок и роста несанкционированных мест складирования отходов. Наряду с этим источники естественных строительных материалов продолжают опустошаться, поскольку из-за увеличения объемов строительства и ремонта растет спрос на это сырье.

Все строительные отходы можно разделить на три основные категории:

- отходы, полученные при сооружении новых зданий;
- отходы, полученные от разбора и сноса старых зданий (до 70% общего объема строительных отходов);
- отходы промышленности строительных материалов.

С точки зрения материалов, из которых образованы строительные отходы, классификация их практически одинакова для всех трех категорий (рис. 1) [1].

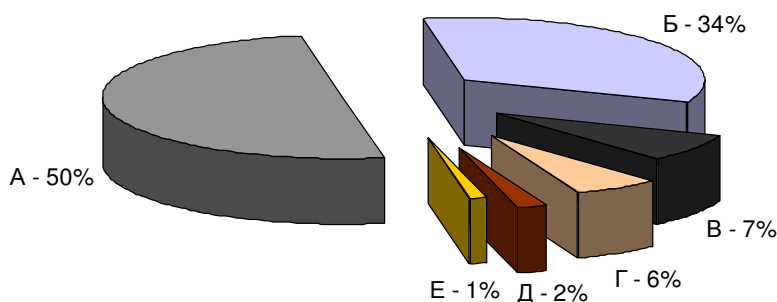


Рис. 1. Структура строительных отходов:

А – бетон и железобетон; Б – каменные материалы; В – асфальтовый лом;
Г – металлический лом; Д – древесина, керамика, стекло; Е – другие виды отходов

Большую часть объема отходов, образованных при сносе, реконструкции, ремонте или строительстве зданий, инженерных коммуникаций, промышленных объектов и другие, составляют следующие виды: отходы бетона и железобетона, сколы асфальта, отходы древесины, лом черных металлов, отходы рубероида и битума, бой стеклянных и керамических изделий, бумажные и полимерные отходы, использованный кирпич [2].

Преобладающими составляющими строительных отходов являются бетон и железобетон, каменные материалы и асфальт. Все эти материалы практически не изменяют свои физико-механические свойства и представляют собой вто-

Екологія

ричные ресурсы, которые целесообразно использовать при строительстве зданий и дорог, создании инженерной инфраструктуры, производстве бетона, ремонте железнодорожных путей, работах по благоустройству территорий, рекультивации земель и т.п.

В последнее время, помимо решения экологических задач, возросший интерес к повторному использованию строительного лома связан также с тем, что на территориях строительных свалок предполагается размещение отходов, которые по сравнению со строительными плохо утилизируются. Подход к строительным отходам как ко вторичному сырью помогает решить проблему размещения отходов и снизить затраты на строительство новых зданий. В связи с этим разработка технологии сепарации строительных отходов по компонентам является актуальной научно – практической задачей.

Анализ исследований и публикаций. В разработках ведущих научно-исследовательских институтов, занимающихся вопросами обогащения в горной промышленности, выделяются два существенных метода переработки сыпучих отходов: мокрый и сухой [3].

Основная операция мокрого способа – промывка исходных отсеков дробления на виброгрохоте. Для этого над приемным лотком и ситом грохота устанавливают трубы с форсунками, через которые в рабочее пространство грохота подают воду под давлением. При мокром способе обогащения возможно получение более качественного продукта. Однако, такой способ требует дополнительных затрат на обезвоживание полученного продукта и осветление промывочной воды. Обычно зимой такие установки не работают.

В связи с этим при переработке строительных отходов наиболее часто применяется сухой метод, который не требует дополнительного оборудования и обеспечивает непрерывный технологический процесс. При этом основными операциями являются: выделение из общей массы компонентов, имеющих минеральную основу, их дробление и классификация по крупности. Согласованность этих процессов позволяет достичь высокой эффективности. Первичную очистку отходов от балластных примесей производят ручным или механическим способом. Первый способ наиболее распространен и дешев, но занимает много времени. Второй способ более эффективен и позволяет получать качественный вторичный щебень, но существенно повышает его себестоимость.

При механизации процесса в зависимости от желаемого результата применяется различное оборудование. Например, инновационные технологии на базе индукционного сепаратора позволяют выделять из отходов медь и алюминий. Для отделения легких примесей (бумага, пластмасса и т.п.) применяют воздушные сепараторы. При более простых вариантах применяют всевозможные технические решения и приспособления [4].

Перерабатываемый строительный лом, прежде чем попасть на утилизацию, подвергается воздействию атмосферных факторов. В результате материал приобретает такие отрицательные качества, как влажность и засоренность различными глинистыми примесями. Для получения более качественного продук-

та проводится очистка компонентов на минеральной основе (бетон, кирпич и т.п.), и если необходимо – сушка.

В процессах обогащения для очистки дробленого материала от пылевато-глинистых частиц при влажности до 2% используют вибрационный очиститель, представляющий собой вибрационный грохот [5].

При необходимости сушки перерабатываемого материала в промышленности хорошо себя зарекомендовали сушильно-очистительные барабаны, позволяющие одновременно проводить сушку материала и очистку его от глинистых примесей. Разделение материала по крупности осуществляют на разнообразных просеивающих поверхностях [6].

Применение данного оборудования при разборке строительных отходов позволяет максимально механизировать процесс за счет переоборудования уже имеющихся на предприятиях сортировочных установок; при этом отпадает необходимость в приобретении дорогостоящего оборудования. Очистка строительного мусора позволит получать заполнитель без вредных примесей, что расширит область его применения. При этом эффективность утилизации отходов повышается, а вторичный щебень обладает высоким качеством и может эффективно заменять природные заполнители.

Постановка задачи. Целью данной работы является исследование и анализ технических решений проблемы переработки и обогащения строительных отходов.

Изложение материала и результаты. Процесс сепарации некондиционных и поврежденных бетонных и железобетонных изделий и конструкций, отслуживших свой срок, включает ряд технологических операций: сортировку, классификацию, дробление, железоотделение. С технической точки зрения переработка строительных отходов осуществляется двумя методами: стационарным и мобильным.

Эксплуатация стационарного завода экономически выгодна тем, что сортировка и переработка осуществляются промышленным способом и в промышленных объемах (рис. 2). На специальной площадке можно разместить всю инфраструктуру, хранить сырье и получаемые вторичные материалы. Фирмы, занимающиеся сносом зданий, используют только отходы, которые сами же получают при демонтаже, а при эксплуатации стационарного перерабатывающего комплекса возможно принятие и сторонних материалов. Поэтому создание стационарных комплексов – наиболее перспективный путь развития компаний, профессионально занимающихся переработкой строительных отходов. Как правило, такие комплексы состоят из нескольких участков [7].

– Участок приема отходов, где осуществляется их складирование, предварительная сортировка и разделка негабаритных плит или обломков до размеров, которые способна пропустить дробилка. Этот участок обычно обслуживают экскаваторы с навесным оборудованием: гидромолотами, гидрокусачками и др.

– Участок подачи материала, где работают фронтальные погрузчики с емкостью ковша 4...5 м³, способные обеспечить непрерывную подачу материала на участок переработки.

Екологія

– Участок переработки, на котором расположены магнитный сепаратор, дробилка и грохот, осуществляющие основной производственный процесс. После переработки материал поступает на склад.

– Склад готовой продукции может быть укомплектован поворотными конвейерами, ссыпаящими щебень разных фракций в конические отвалы, или автоматизированными силосными помещениями, где хранится щебень, распределенный по фракциям, откуда он автоматически отгружается заказчику.

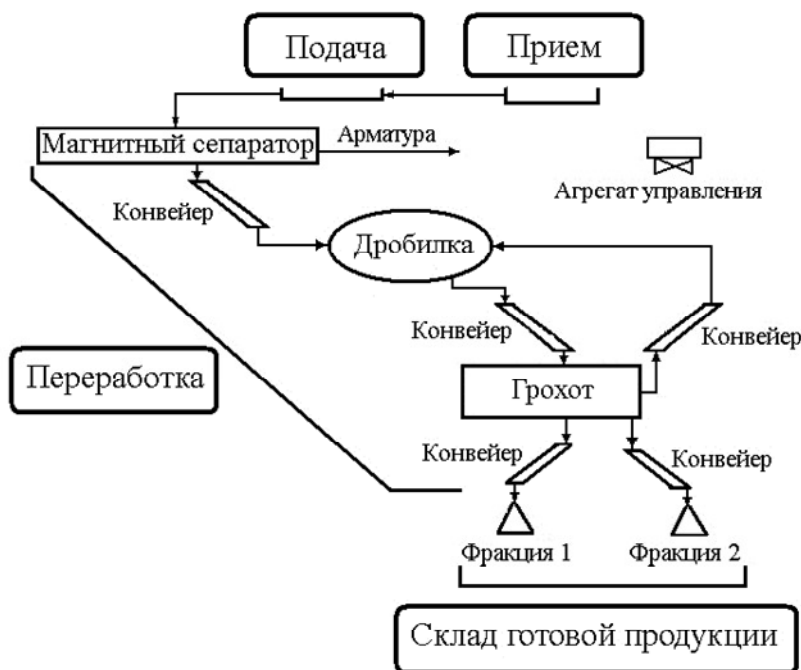


Рис. 2. Общая схема стационарного завода по утилизации строительных отходов

На крупных перерабатывающих предприятиях в схему переработки также включены: дробилка вторичного дробления, более полный набор грохотов, система воздушной сепарации легких частиц (остатки утеплителя, обоев, линолеума и др.), а иногда и установка для мойки вторичного щебня. Требуемый фракционный состав и крупность фракций получаемого материала (глубина переработки отходов) определяют выбор агрегатов для стадий дробления и грохочения, а также их количество и тип.

В качестве дробильных агрегатов чаще всего используют щековые дробилки. Переработка различных видов строительных отходов подразумевает и изменение технологической схемы. Например, переработка бетона исключает применение металлоотделителей. Это упрощает технологическую линию и делает возможным применение типовых линий, разработанных для переработки горных пород.

Работающие комплексы не только выполняют важную экологическую и экономическую задачи государственного значения, но также являются высоко rentабельными предприятиями.

Мобильный метод применяется при переработке строительных отходов на временных площадках, организованных на объектах, где образуются отходы или в непосредственной близости от них. Он, как правило, осуществляется, в два этапа [8]. На первом этапе при помощи гидронежниц или гидромолота происходит первоначальная обработка: измельчение больших фрагментов перекрытий и стен. На втором этапе отходы железобетона поступают в мощные дробильные установки, где превращаются в конечный продукт – вторичный щебень. После этого при помощи железоотделителей из него выделяют металл.

Такой метод наиболее быстрый и дешевый. Получаемый при этом продукт, не прошедший фракционирование по классам крупности, имеет низкую стоимость, но его применение сильно ограничено – только для засыпки болот, котлованов, создания временных дорог и т.п.

При реализации такой схемы используют мобильные дробильные комплексы на гусеничном или колесном ходу (рис. 3).

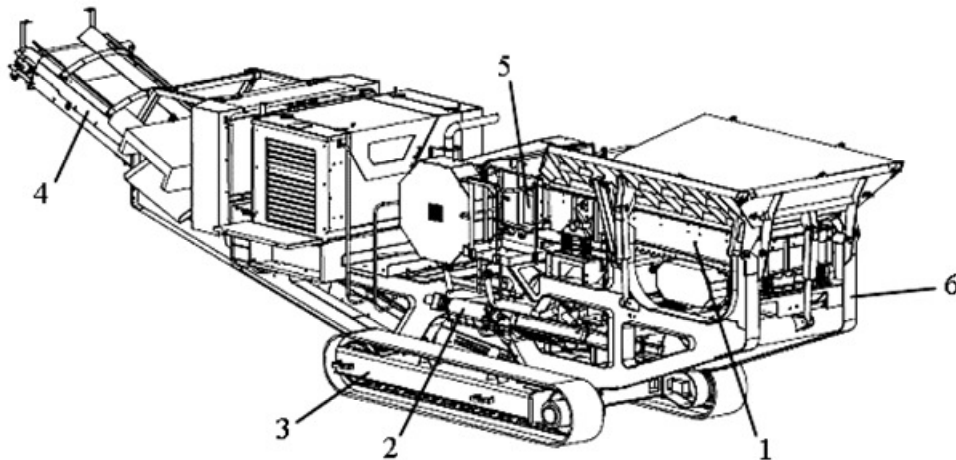


Рис. 3. Мобильный комплекс для получения нефракционированного вторичного щебня:
1 – питающий бункер; 2 – боковой конвейер с лентой; 3 – гусеничное шасси;
4 – основной конвейер; 5 – щековая дробилка; 6 – рама

Главное преимущество самоходных комплексов заключается в том, что при необходимости предварительной очистки материала от глинистых примесей, дополнительное оборудование монтируется на одном шасси с дробилкой и железоотделителем. Такая концепция позволяет достичь высокой мобильности оборудования, шумо- и пылеизоляции, что немаловажно в условиях плотной городской застройки.

Для получения вторичного щебня различных классов крупности используют мобильные сортировочные установки (рис. 4). Такие установки представляют собой мощный грохот, смонтированный на гусеничном или колесном шасси. Грохот имеет одно или два сита, что позволяет рассортировать материал на фракции.

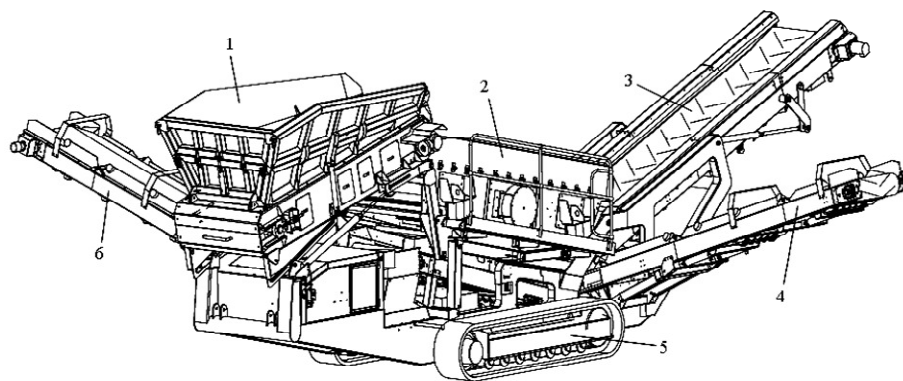


Рис. 4. Мобильная сортировочная установка:

- 1 – загрузочный бункер; 2 – короб грохота с просеивающими поверхностями;
3 – конвейер надрешетного продукта; 4 – конвейер подрешетного продукта;
5 – гусеничное шасси; 6 – конвейер межрешетного продукта

На шасси кроме грохота монтируют дополнительное оборудование, без которого невозможно выполнение работ по сортировке отходов по крупности. Все элементы такого оборудования выполнены с учетом обеспечения наибольшей мобильности и удобства во время транспортирования: конвейеры за счет гидравлики имеют возможность складываться, а бункер оснащен складывающимися боковыми стенками. Все конвейеры в зоне загрузки прорезинены и защищены мощными ударопрочными пластинами, имеют заменяемые ролики и скреперы для защиты хвостовых роликов. Конвейерные барабаны снабжены предохранителями обратного хода. Установка оборудована дизельным двигателем и собственным генератором, что позволяет работать при отсутствии электричества [9].

Существует практика объединения нескольких самоходных установок в единый дробильно-сортировочный комплекс. В таком комплексе предусматривается последовательное расположение самоходных дробилки и грохота так, чтобы дробленый материал поступал в приемный бункер грохота. Преимущество такой установки в том, что каждый технологический модуль полностью автономен и может использоваться как отдельная установка для решения других технологических задач.

Мобильные установки не требуют фундаментов, что значительно уменьшает затраты на монтаж и ускоряет их пуск в эксплуатацию. Когда мобильные агрегаты применяются в тесной городской застройке, то они имеют низкую производительность и не обеспечивают получение чистого фракционированного щебня. Помимо этого, они требуют особых мер экологической защиты близлежащих домов, что затрудняет возможность непрерывной работы перерабатывающей установки.

Выводы и направления дальнейших исследований. Приведенный анализ методов переработки и сепарации строительных отходов, а также технических решений по их организации показал, что одной из основных операций является

классификация дробленого материала по крупности. Повышение эффективности этого процесса будет способствовать росту качества вторичного щебня при снижении его себестоимости. Это ставит задачу изыскать метод и оборудование для реализации операции фракционирования, исследовать параметры и режимы классификации строительных отходов в лабораторных условиях, выполнить оценку стандартного применяемого оборудования в сравнении с экспериментальной установкой.

Список литературы

1. **Кикава О.Ш.** Строительные материалы из отходов производства // Экология и промышленность России. – 1997. – № 12. – С. 37-40.
2. Український класифікатор відходів: ДК 005-96 – [Чинний від 1996 – 10 – 01]. – К., 1996.
3. **Ерухимов А.Л., Тузов К.П.** Инновационная технология строительства многоэтажных сооружений // Строительная техника и технология. – 2000. – № 3. – С. 15-20.
4. Европейская практика обращения с отходами: проблемы, решения, перспективы. – С.-Пб., 2005 – 73 с.
5. Рекомендации по обогащению отсеков дробления и разнопрочных каменных материалов. – М.: ГосВСДНиИ, 2000. – 10 с.
6. Оборудование для переработки сыпучих материалов / **В.Я. Борщев, Ю.И. Гусев, М.А. Промтов и др.** – М.: Машиностроение, 2006. – 149 с.
7. Стратегия управления отходами в ЕС. / <http://europa.eu.int>
8. Официальный сайт Европейского природоохранного агентства. / <http://themes.eea.eu.int>
9. Implications of EEA/EU enlargement for state of the environment reporting in the EU and EEA Member States: Technical report No 82. – Copenhagen, 2002.

© Степанов Я.Н., 2010

*Надійшла до редколегії 05.09.2010 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. О.І. Назимко*