

Технология переработки бетонного лома

Цель занятия: освоение технологии переработки бетонных и железобетонных изделий.

Основные задачи для решения на практических занятиях:

1. Разработка схемы технологии переработки бетонных и железобетонных изделий.
2. Изучение установок дробления бетонного лома.
3. Разработка технологической схемы получения фракционированного щебня из отходов переработки бетонных и железобетонных конструкций.

Теоретический материал

Наиболее эффективными технологиями переработки бетонных и железобетонных изделий являются процессы двухстадийного, а иногда и трехстадийного дробления.



Рис. 1. Основная схема технологии переработки бетонных и железобетонных изделий.

На этапе разрушения крупногабаритных изделий отделяется арматурный каркас, бетона измельчается на стандартном дробильном оборудовании с размерами бетонного лома не более 350-400 мм.

Среди отечественных установок разрушения крупногабаритных изделий следует отметить установки серии УПН, разработанные СКТБ Главмоспромстройматериалов, состоящие из гидравлического рытяжного прессы, колосникового стола для размещения изделий, направляющей рамы, гидростанции, способной создавать давление до 20 МПа.

Для разрушения крупноразмерных изделий с габаритами 24x3,4 м используются установки УПН – 24 и УПН -12, у которых гидравлический пресс движется вдоль колосникового стола, на котором размещается изделие.

Для разрушения короткомерных изделий с габаритами 10x2 м и 7x3 м применяются установки УПН-10 и УПН-7 с неподвижным гидравлическим прессом и движущимся подвесным столом.

Для первичного дробления железобетонных изделий разбираемых жилых домов первого индустриального поколения рекомендуются установки УПН-10 и УПН-7, так как они наиболее подходят для габаритов сборных конструкций.

Для первичного дробления железобетонных элементов могут использоваться и различные дробилки - щековые, ударные, конусные, молотковые, но при этом размеры элементов не должны превышать по длине 3 м и ширине 1 м. Предпочтение следует отдавать щековым дробилкам.

Для удаления арматуры с разрушаемого железобетонного элемента рекомендуются магнитные надконвейерные сепараторы. Для более тщательного удаления металла можно после сепаратора смонтировать магнитный барабан.

Удаленную арматуру следует разрезать на равные куски, например гидравлическими ножницами СМЖ-549, связать и отправить на утилизацию.

Вторичное дробление бетона может включать несколько процессов - измельчение и сортировка по фракциям и измельчение, дополнительное измель-

чение и сортировка по фракциям. Последнее иногда рассматривается как трехстадийное дробление.

Для вторичного дробления широко используется щековая дробилка СМД-108, обеспечивающая дробление материала с пределом прочности на сжатие до 300 МПа, и агрегат мелкого дробления СМД-27Б, позволяющий получать фракционированный заполнитель. Кроме того, этот агрегат обладает высокой мобильностью, так как размещается на двухосном прицепе и состоит из приемного лотка, конвейера, конусной дробилки, виброгрохота и бункера готовой продукции.

Аналогично перерабатываемым бетонным и железобетонных отходам перерабатываются и другие строительные отходы на минеральной основе: на основе естественного камня (облицовочные плиты, шламовые отходы, бортовые камни, брусчатка и др.), на основе минеральных вяжущих веществ (на гипсовой основе, на основе извести, силикатных материалов), асбестоцементные, на керамической основе (кирпичный бой, бой сантехкерамики, бой фаянсовой и керамической плитки).

Строительные отходы вначале подаются на первичное дробление, но предварительно крупногабаритные отходы делятся на части так же, как и бетонные элементы. Металлические материалы и железистые примеси убираются с помощью магнитной сепарации. Для этого над транспортером устанавливается электромагнит, который собирает металл и его примеси и сбрасывает их в специальный контейнер с металлоломом. Далее куски перерабатываемого материала направляются в вибропитатель, который отсеивает мелкую (до 50 мм) фракцию и обеспечивает равномерную подачу в разделительную станцию на отсортировку дерева и пластмассы. Очищенный от дерева и пластмассы материал подается на вторичную дробилку, затем ленточным конвейером транспортируется в агрегат сортировки.

В качестве эффективного решения отсортировки отходов дерева, пластмасс, минеральной ваты, бумаги и др. примесей используется способ «конвейерной очистки» ручным отбором.

Строительные отходы движутся с помощью ленточного конвейера увеличенной ширины со скоростью менее 0,1 м/с. Вдоль конвейера находятся 5-6 рабочих мест с контейнерами для сбрасывания примесей. Отходы бумаги, пластика и т.д. складываются отдельно на специальной складской площадке для дальнейшей погрузки и транспортирования на предприятия переработки.

Наиболее целесообразная технология переработки бетонных и железобетонных изделий состоит из следующих этапов:

1. Сбор, предварительная сортировка, транспортирование бетонного лома с помощью контейнера-платформы.

2. Разрушение крупногабаритных элементов гидромолотом, гидронежниками, гидравлическими прессами и сортировка.

3. Удаление арматурного каркаса, металлических закладных деталей.

4. Отбор примесей из дробленого бетона.

5. Вторичное дробление с измельчением бетона до необходимых фракций.

6. Сортировка по фракциям.

7. Транспортирование на склад инертных материалов.

Существующие комплексы для переработки бетонных и железобетонных изделий включают установки как первичного, так и вторичного дробления. К таким комплексам относятся дробильно-сортировочный комплекс ЗАО «Росскетмаш», стационарный комплекс одностадийного дробления АО «Аркстрой», агрегат для разрушения железобетонных панелей СКТБ Минпромстройматериалов, установка первичного дробления ООО ФПК «Сатори» и др.

Дробильно-сортировочные комплексы, изготавливаемые и комплектуемые ЗАО «Росскетмаш», включают загрузочную станцию с питателем шириной 700, 900, 1000 мм; станцию предварительного грохочения с вибрационным питателем-грохотом; станцию первичного дробления со щековой дробилкой; станцию

вторичного дробления с дробилкой ударно-отражательного действия; электромагнитный сепаратор, станцию сортировки с инерционным грохотом, ленточный конвейер, электрическое распределительное устройство. Данная комплектация обеспечивает производительность дробильно-сортировочного комплекса 75 м³/ч.

Сборно-разборные комплексы рекомендуется комплектовать на основе оборудования фирмы SBM Wageneder (Австрия): Такой комплекс включает следующее оборудование: узел дробления (приемная воронка, виброжелоб для отделения мелких фракций, дробилка ударная, виброжелоб для выхода, транспортер, магнитный сепаратор), узел сортировки материала по фракциям (вибрационная установка с двумя плоскими грохотами, четыре ленточных конвейера), установка привода (дизельный электроагрегат и система автоматизации, расположенные на колесном шасси), вспомогательное оборудование (колесный погрузчик, одноковшовый экскаватор, навесное оборудование - ножницы для резки арматуры, гидравлический молот, компрессор, водяной насос).

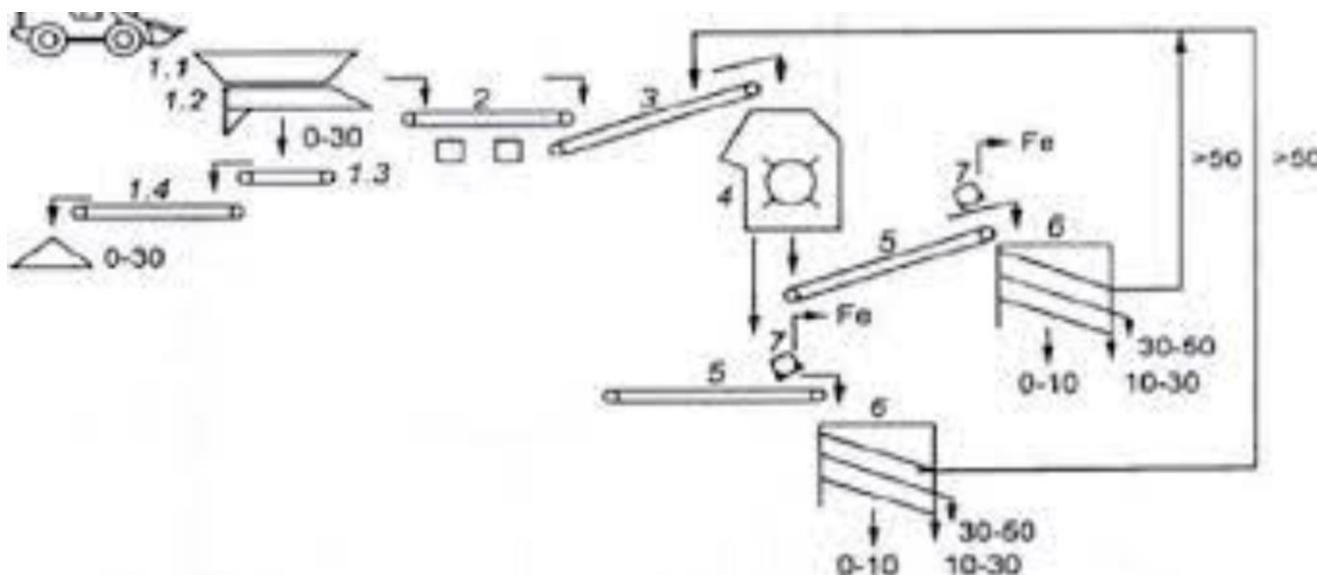


Рис. 2. Технологическая схема сборно-разборной установки для переработки строительных отходов

1.1. - воронка подачи; 1.2 - транспортная канавка; 1.3 - ленточный конвейер; 1.4. - ленточный конвейер; 2 - ленточный конвейер; 3 ленточный конвейер; 4 ударно-отражательная дробилка; 5 - ленточный конвейер; 6 - грохот; 7 - магнитный сепаратор

Переработка бетонных и железобетонных элементов происходит в следующей последовательности: подача погрузчиком материала в воронку 1, нижнюю часть которой составляет виброжелоб 2 с функцией отделения мелких фракций 0-30 на входе (песок, глина, штукатурка и др.). Такие фракции ленточным конвейерам 3 и 4 направляются в отходы.

Для изъятия крупных деревянных и металлических кусков служит ленточный конвейер 5 с 2-4 рабочими. Ленточный конвейер 6 подает материал в ударно-отражательную дробилку 7 для измельчения и получения необходимых фракций, которые, проходя через грохот 9, доводятся до кондиции и сортируются. В случае поступления крупных фракций более 50 мм их направляют на повторное дробление. Над ленточными конвейерами имеется магнитный сепаратор 10 поперечного действия для удаления металла.

Достаточно практичными для условий крупного города зарекомендовали себя мобильные установки в составе отечественного оборудования производства завода ДРО (г. Выкса) и агрегата крупного дробления фирмы «Вестфалия Браун» (Австрия). Такие установки надежно перерабатывают плиты, панели и др. железобетонные конструкции разборки жилых зданий путем дробления, измельчения, сортировки и получения щебня необходимых кондиций. Базовый комплект оборудования первичного дробления состоит из дробилки валковой ударной фирмы «Вестфалия Браун», вибрационного питателя, магнитного сепаратора, двух ленточных конвейеров, усредняющего питателя с бункером, валкового грохота и двух постов управления (дробилкой и комплексом).

В состав оборудования вторичного дробления включаются: пост для ручной сортировки, конвейер ленточный для ручной сортировки, питатель вибрационный; агрегат дробления СМД-518 и дробилка СМД-75-А, конвейер ленточный (3 шт.), сепаратор магнитный, грохот ситовый ДРО-620.

Для предварительной подготовки строительных отходов к первичному дроблению используют дополнительное оборудование, состоящее из гидравлического экскаватора с быстросменным (специальным) оборудованием «клещи»,

способным разрезать бетонные элементы толи иной до 300 мм с арматурой до 40 мм.

При необходимости гидронежины легко заменяются на гидромолот. Затем автопогрузчиком с ковшом шириной 4-5 м и глубиной 1,4 м строительные отходы загружаются в вибрационный питатель для процесса первичного крупного дробления.

Технология переработки отходов следующая. Железный лом, полученный на месте разрушения сносимых жилых домов, транспортируется на завод по переработке, где предварительно складировается для подготовки к первичному дроблению.

Предварительно измельченные в агрегате крупного дробления строительные отходы подаются на конвейер, который оснащен магнитным надленточным отделителем, вылавливающих металлические включения. Освобожденные от металла куски перерабатываемого материала направляются в вибропитатель, который отсеивает мелкую (до 55 мм) фракцию и обеспечивает равномерную подачу материала в разделительную станцию на отсортировку дерева и пластмассы. Мелкая фракция через агрегат сортировки СМД-514, снабженный односитным грохотом, разделяется на неиспользуемый «мусор» и крупные куски, которые направляются на склад готовой продукции. Очищенный от дерева и пластмассы материал попадает в агрегат дробления СМД-518 с роторной дробилкой СМД-75-А, где измельчается, а затем ленточным конвейером, оснащенным магнитным отделителем металла, транспортируется в агрегат сортировки ДРО-602 с трехситным грохотом. Самая крупная фракция из агрегата сортировки направляется в агрегат дробления СМД-518 на повторное дробление. Таким образом получается щебень трех фракций, который накапливается на складе готовой продукции. Арматура пакуется и подается на склад готовой продукции.

Линия работает в две смены с продолжительностью смены 8 часов. Производительность комплекса переработки отходов равняется 96000 т/год.

Основу дробильно-сортировочных комплексов составляют дробилки, которые существенно отличаются друг от друга в зависимости от конструктивного решения, установленной мощности, массы и др. Например, конусные дробилки предназначены для дробления высокопрочных пород, а ударно-роторные применяются для дробления небольших железобетонных элементов.

Для обоснованного выбора дробильно-сортировочного комплекса необходимо учитывать следующие обстоятельства:

1. Переработка бетонных и железобетонных элементов может осуществляться на всех видах дробильно-сортировочных комплексов - стационарных, сборно-разборных, мобильных.

2. До переработки элементов целесообразно предварительно провести минимально необходимые мероприятия по их подготовке - разрушение крупногабаритных элементов, сортировка по видам бетона, удаление других материалов и др.

3. Для переработки элементов из тяжелых бетонов с прочностью до 30 МПа следует использовать преимущественно щековые, конусные и валковые дробилки.

4. Для переработки элементов из легких бетонов рекомендуется комплектовать комплексы на основе ударно-роторных дробилок.

5. В расчетах следует учитывать снижение фактической производительности установок первичного дробления на 30-60% от паспортной из-за насыщенности элементов арматурой.

6. При комплектации дробильно-сортировочных комплексов необходимо предусматривать обязательное наличие магнитного сепаратора для изъятия арматуры при первичном дроблении.

Кроме того, необходимо учитывать и целый ряд таких факторов, как габариты перерабатываемых элементов, особенности конструкций разбираемых типовых серий жилых зданий, требования к перерабатываемым изделиям и полу-

чаемым заполнителям, сезонность загрузки комплекса, продолжительность межремонтного периода и др.

Как правило, для переработки бетонных и железобетонных элементов на месте разборки зданий годовая производительность дробильно-сортировочного комплекса должна быть в диапазоне 20-40 тыс. м³, а стационарных комплексов - 70-300 тыс. м³ и более.

Алгоритм формирования дробильно-сортировочного комплекса (рис. 3) включает три основных блока:

1 блок - создание приемной площадки с выделением площадки для некондиционных элементов. На этом этапе производится подготовка элементов к дроблению с сортировкой по видам бетона и удалением других материалов (дерева, стекла, минваты и др.);

2 блок - комплектация установки первичного дробления в зависимости от положений, указанных в начале раздела. Исключительно ответственным шагом является выбор дробильного агрегата и магнитного сепаратора для удаления арматуры;

3 блок - комплектация установки вторичного дробления и получение продукции в виде щебня и песка. Выбираются соответствующие дробилки, а также оборудование для доведения дробленки до необходимых фракций и ее хранения.

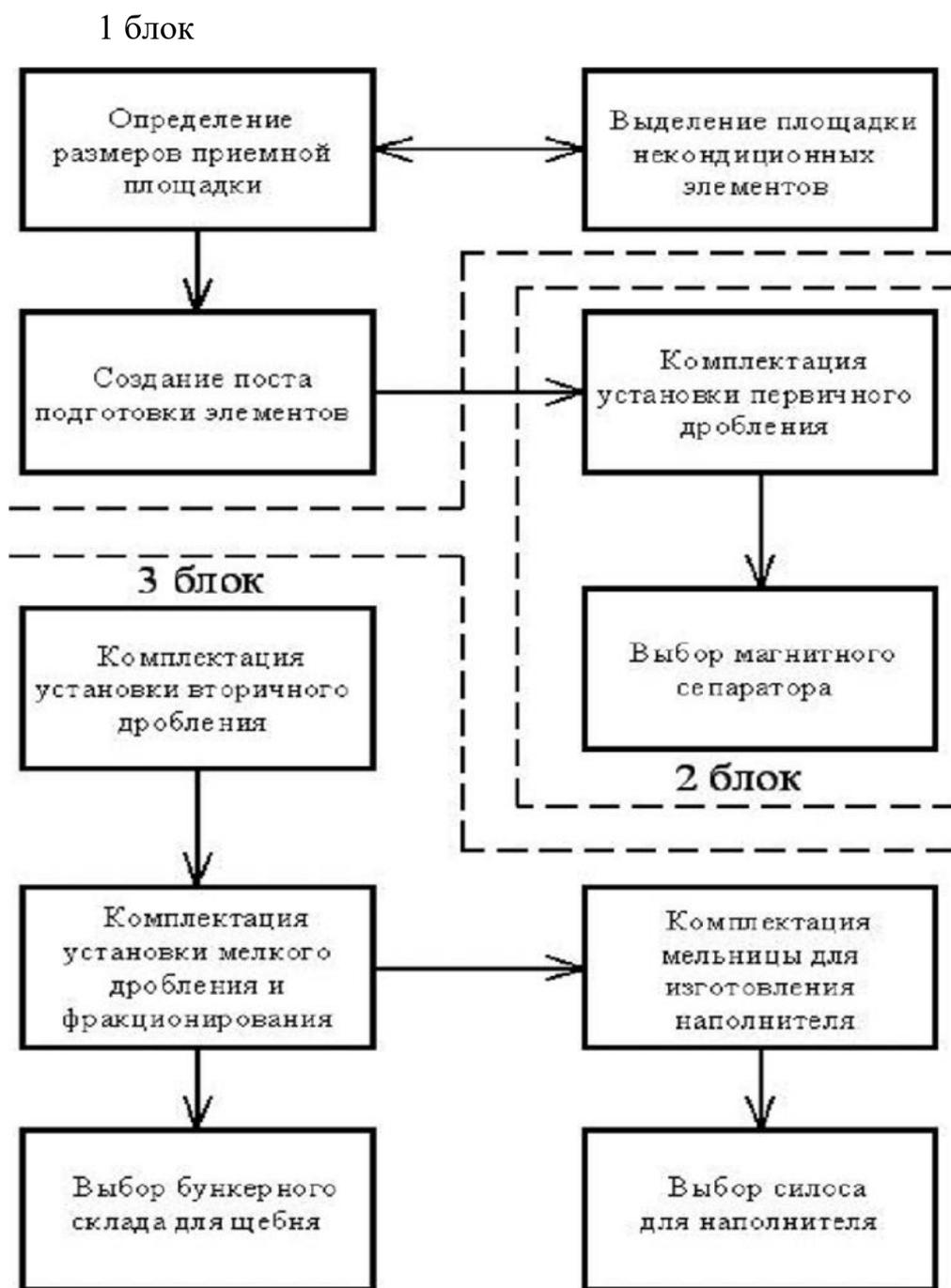


Рис. 3. Алгоритм формирования дробильно-сортировочного комплекса

Примером выбора комплекса переработки железобетонных изделий может служить схема на рис. 4.

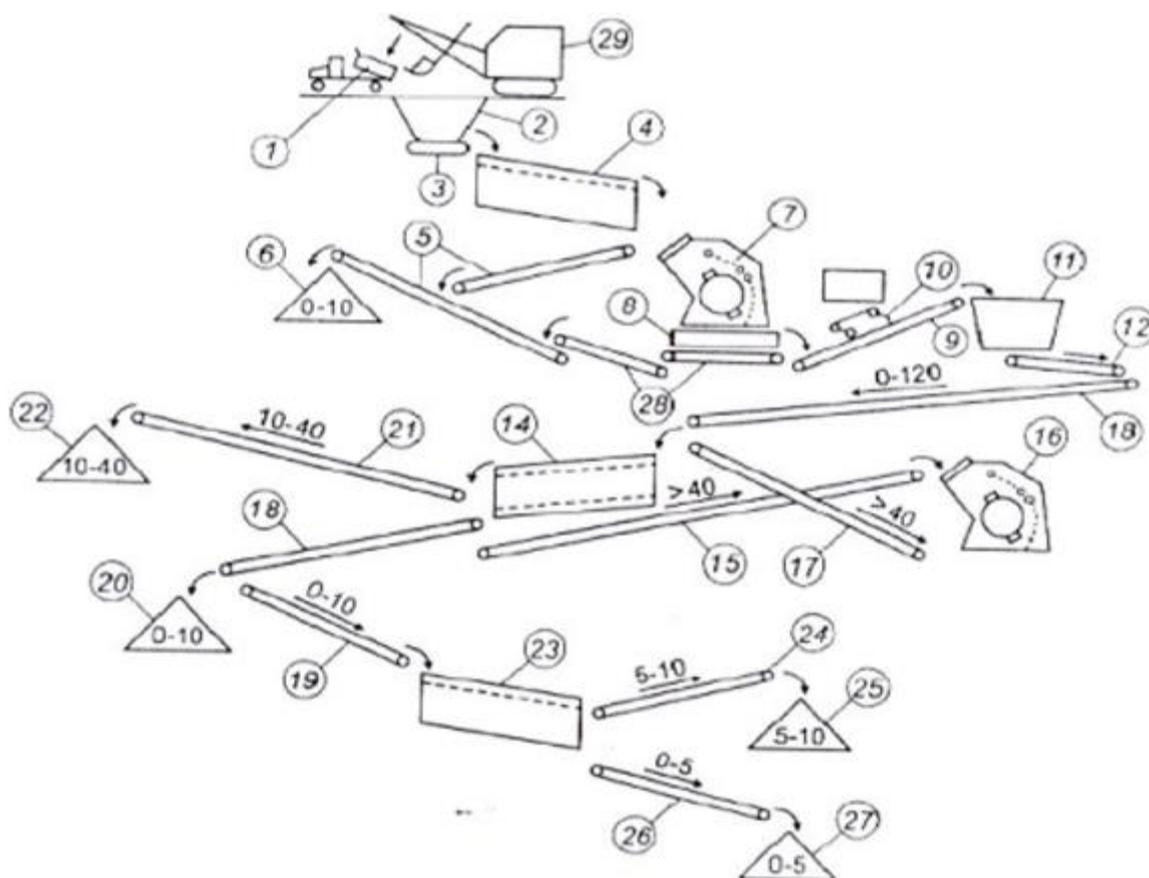


Рис. 4. Технологическая схема получения фракционированного щебня из отходов переработки бетонных и железобетонных конструкции

1 - самосвал; 2 - приемный бункер; 3 - пластинчатый питатель; 4 - виброгрохот; 5 - конвейер; 6 - отвал; 7 - роторная дробилка; 8 - вибропитатель; 9 - конвейер; 10 - магнит; 11 - передаточный бункер; 12, 13 конвейер; 14 виброгрохот; 15, 17 конвейер; 16 роторная дробилка; 18, 19, 21 - конвейер; 20 - склад щебня 0-10 мм; 22 - склад щебня 10-40 мм; 23 - виброгрохот; 24, 26 - конвейер; 25 - склад щебня 5-10 мм; 27 - склад песка 0-5 мм; 28 - скребковый конвейер; 29 одноковшовый экскаватор

Сырье для технологической линии по переработке железобетонных отходов поступает на склад. Предварительное дробление железобетонных отходов до размеров менее 600 мм производится экскаватором. Ковшовым экскаватором 29 отходы загружаются в самосвал 1 и доставляются в приемный бункер 2, из которого пластинчатым питателем 3 отходы сбрасываются на виброгрохот (колосниковую решетку) 4 для отсева включений глины, асфальта, песка, которые по ленточному конвейеру 5 удаляются в отвал 6. Предварительно дробленный материал с грохота 4 поступает в роторную дробилку 7, измельчается до размеров 120-160 мм и вибропитателем 8 подается на конвейер ленточный 9, на котором происходит ручная и магнитная сортировка дробленого мусора, же-

лезного лома и строительного мусора. Далее через передаточный бункер 11 щебень поступает по конвейерам 12-13 в агрегат сортировки 14. Выделяется щебень готовых фракций: фракция 0-10 мм по конвейеру 21 поступает на открытый склад 22; фракция 10-40 мм по конвейерам 18-19 поступает на склад 20. Фракция свыше 40 мм по конвейеру 15 подается в роторную дробилку 16. дополнительно измельчается и по конвейеру 17 подается обратно в агрегат сортировки.

В соответствии с нормативными документами необходимо после монтажа оборудования дробильно-сортировочных комплексов планомерно провести мероприятия по подготовке к освоению проектной мощности - утвердить смету затрат на пусконаладочные работы, провести весь объем пуско-наладочных работ, осуществить набор специалистов согласно штатному расписанию и, при необходимости, их обучение, разработать соответствующие технологические регламенты производства и карты технологических процессов, составить должностные инструкции и инструкции о технике безопасности, осуществить комплексное опробование технологического оборудования, сдать объект в эксплуатацию, разработать и утвердить план освоения проектной мощности.

Основу перерабатывающих установок составляет дробильное оборудование, которое подразделяется на пять основных типов (табл. 1).

Таблица 1

№ пп	Типы дробилок	Назначение
1	Щековая с подвижной щекой с коленчатым рычагом	дробление любых материалов
		дробление очень твердых и вязких материалов
2	Конусная	размельчение самых твердых материалов
3	Валковая	размельчение материалов средней твердости и мягких
4	Ударно-отражательная	дробление твердых материалов
5	Горизонтальная	дробление очень твердых и абразивных материалов

Щековые дробилки относятся к очень прочным установкам и поэтому применяются для измельчения любых материалов. У дробилки с одной подвижной щекой имеется два дисковых маховика для обеспечения плавного хода, гидравлическое устройство для регулирования щели, четыре роликоподшипника для подвижной щеки, которая может поворачиваться на 180°. Щековая дробилка с коленчатым рычагом также предназначена для дробления любых материалов, включая и очень твердые. Высокоэффективными являются гидравлические конусные дробилки, которые при достаточно высокой пропускной способности отличаются простотой обслуживания и однородностью получаемых фракций. Валковая дробилка используется для дробления мягких и средней твердости материалов. Валки из износостойких материалов имеют две разновидности - зубчатые (для предварительного дробления) и гладкие (для тонкого размельчения). Дробилка состоит из сварной рамы, на которой закреплены стационарный валок и свободный валок. Производительность дробилки зависит от размера кусков загружаемого материала, ширины щели и скорости валков (от 5 до 10 м/с) и определяется как

$$P = 3600 \cdot H \cdot L \cdot V \cdot q$$

где H - ширина валка, м

L - ширина щели, м

V - скорость валков, м/с

q - коэффициент заполнения, равный 0,3

Ударно-отражательная дробилка предназначена для вторичной переработки материалов. Основные ее преимущества заключаются в высокой степени размельчения железобетонного лома, кусков асфальта и др.; прочностных характеристиках конструкции; простоте эксплуатации и технического обслуживания, благодаря гидравлически откидывающемуся корпусу, удобному регулированию отражающих устройств и др.

Горизонтальная дробилка предназначена для размельчения самых твердых и абразивных материалов преимущественно крупных фракций 4-100 мм с це-

лью получения высококачественного песка и каменной мелочи. Преимущества этой дробилки заключаются в получении качественного и постоянного гранулометрического состава вторичного материала, низкой степени износа частей дробилки, высокой экономичности в ее работе.

Особое внимание при выборе технологического оборудования дробильно-сортировочных установок и создании производства должно уделяться очистке воздушной среды. Концентрация пыли в аспирационном воздухе должна составлять 0,5-0,7 г/м³.

Основными характеристиками пыли являются слипаемость, плотность, дисперсность, смачиваемость. Слипаяемость пыли резко ухудшает работу технологического оборудования, является, как правило, одной из причин неудовлетворительной очистки воздуха. В тоже время плотность пыли существенно влияет на процесс пылеулавливания. Крупнодисперсные частицы пыли являются причиной уноса сырьевой массы. Частицы пыли размером 100 мкм осаждаются в пылевой камере.

Обычно степень улавливания крупнодисперсных частиц в циклонах составляет 75-80%. Циклонные пылеуловители наиболее эффективные по сравнению с другими способами очистки воздуха. Принципиальная схема работы циклона заключается в использовании центробежной силы от вращения цилиндрической части циклона, благодаря этому, частицы пыли отбрасываются к стенке циклона и затем в бункер (рис. 5).

Попавший в бункер вместе с пылью воздух всасывается через центральную часть пылеотводящего отверстия. От входящего в бункер воздуха отделяются частицы под воздействием сил инерции.

На комплексах переработки строительных отходов устраиваются системы отсоса пыли, включающие ряд циклонов и радиальный вентилятор для отсоса из них воздуха и выброса его в атмосферу. Но при этом в атмосферу выбрасывается и значительная часть мелкодисперсных частиц пыли. Поэтому к настоя-

щему времени создано несколько видов специального пылеулавливающего оборудования с очисткой воздуха до 90%

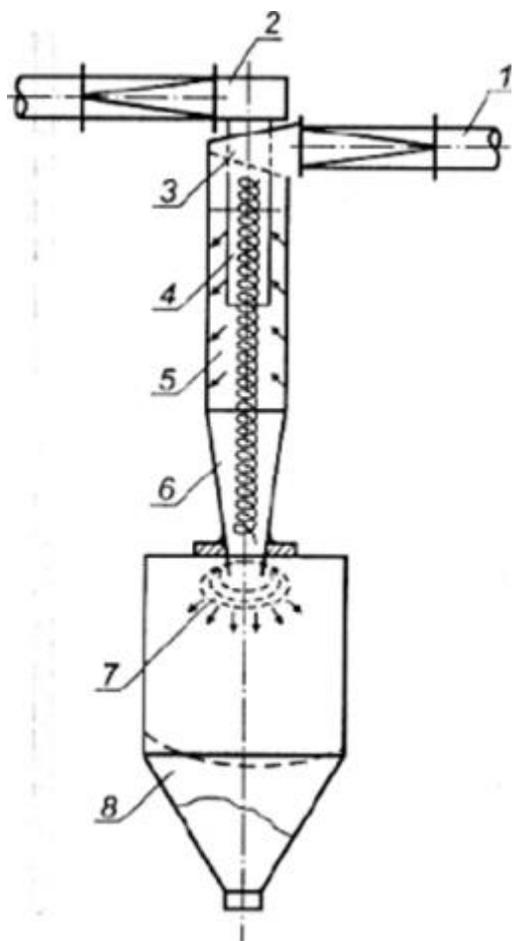


Рис. 5.Схема движения воздуха в циклоне

1 - выходной патрубок; 2 - патрубок для вывода очищенного воздуха; 3 - винтообразная крышка; 4 - выхлопная труба; 5 - цилиндрическая часть циклона; 6 - коническая часть циклона; 7 отверстие для выпуска пыли; 8 - бункер

Продуктами переработки бетонных и железобетонных конструкций и элементов являются вторичные ресурсы - щебень различных фракций, песок, брикетированный металл. Из этих вторичных ресурсов могут быть получены самые разнообразные материалы, изделия и конструкции зданий и сооружений.



Рис. 6. Схема получения и использования щебня из отходов переработки бетонных и железобетонных конструкций

Практическая часть

1. Каким дробилкам следует отдавать предпочтение для первичного дробления железобетонных элементов?

- (?) ударным
- (?) молотковым
- (!) щековым
- (?) конусным

2. Для каких целей используется магнитный сепаратор?

- (!) для удаления металла
- (?) для разделения щебня на фракции
- (?) для извлечения арматурного каркаса
- (?) для перемешивания различных фракций щебня

3. Валковая дробилка используется для...

- (!) дробления мягких и средней твердости материалов
- (?) для измельчения любых материалов
- (?) для вторичной переработки материалов

(?) для размельчения самых твердых и абразивных материалов

4. Одна из основных характеристик пыли?

(?) пластичность

(?) водоудерживающая способность

(?) скорость оседания

(!) дисперсность

5. Какой механизм используют для отсева включений глины, асфальта, песка при получении фракционированного щебня из отходов переработки бетонных и железобетонных конструкции?

(?) ленточный конвейер

(!) виброгрохот

(?) питатель

(?) магнитный сепаратор

6. Куда подается щебень фракции свыше 40 мм

(!) в роторную дробилку

(?) на открытый склад

(?) на утилизацию

(?) в агрегат сортировки

7. Какие процессы дробления являются наиболее эффективными технологиями переработки бетонных и железобетонных изделий?

(!) трехстадийного дробления

(?) одностадийного дробления

(?) четырехстадийного дробления

(!) двухстадийного дробления

8. Какой тип дробильного оборудования не существует?

(?) горизонтальная

(!) вертикальная

(?) конусная

(?) валковая

9. Какой из этапов не относится к технологии переработки бетонных и железобетонных изделий?

(?) разрушение крупногабаритных элементов гидромолотом

(!) взвешивание компонентов

(?) удаление арматурного каркаса

(?) вторичное дробление с измельчением бетона

10. В каком диапазоне должна быть годовая производительность дробильно-сортировочного комплекса для переработки бетонных и железобетонных элементов на месте разборки зданий?

(?) 10-20 тыс. м³

(?) 30-70 тыс. м³

(?) 40-80 тыс. м³

(!) 20-40 тыс. м³