

В.И.Большаков, Н.Г.Малич, В.С.Блохин

ДРОБИЛЬНО–СОРТИРОВОЧНЫЕ УСТАНОВКИ

*Институт черной металлургии НАН Украины
Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры*

Представлен обзор нового отечественного и зарубежного передвижного оборудования дробления и сортировки рудных и строительных материалов, различных промышленных отходов. Наряду с сокращением транспортных затрат они обеспечивают существенное снижение энергопотребления и металлоемкости.

С ростом интенсивности производства открытых горных работ и обеднением по содержанию полезных ископаемых горной массы увеличивается глубина карьеров. Это приводит к увеличению стоимости транспортирования добытого материала большегрузным автотранспортом и вынуждает рассмотреть возможности использования более дешевого способа – конвейерного. Однако использование последнего требует подачи на ленточный конвейер материала заданной кусковатости. Дробление на месте добычи самоходными дробильными агрегатами (СДА) и последующая непрерывная транспортировка измельченного материала с помощью конвейеров (рис.1) приводит к сокращению затрат на 60%.

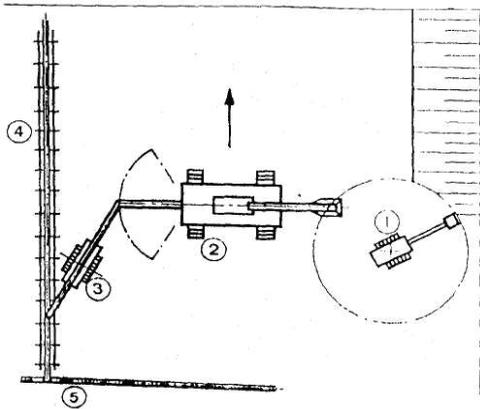


Рис.1. Схема транспортировки горной массы:

1 – погрузочный агрегат; 2 – самоходная дробильная установка; 3 – самоходный конвейерный транспортер; 4 – полустационарная конвейерная установка; 5 – стационарная конвейерная установка

За рубежом последние 10 – 15 лет применяются, в основном, самоходные (рис. 2) дробильные установки (СДУ), используемые для дробления горной массы, переработки строительных материалов, отходов строительства и промышленных отходов. Также широко распространены и автономные передвижные дробильно–сортировочные установки (ПДСУ) и транспортируемые дробильно–сортировочные установки (ТДСУ) [1,2,3].

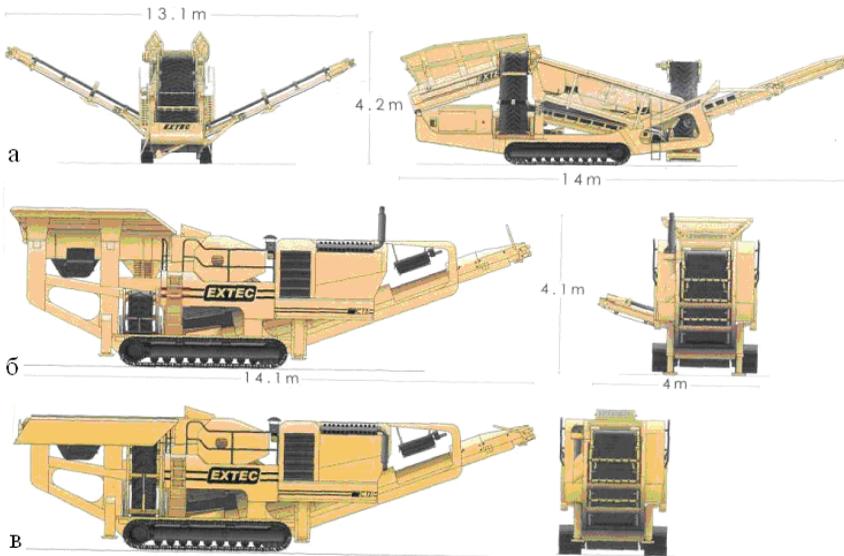


Рис. 2. Самоходное дробильное оборудование фирмы EXTEC:
 а – сортировочная установка (грохот); б – щековая дробильная установка; в – дробильная установка в транспортном положении.

Внедрение на карьерах СДА и СДУ обеспечивает[4]: применение экологически чистых технологий с конвейерным транспортом, исключая необходимость установки дорогостоящего оборудования для проветривания карьеров; существенное снижение (в 2–3 раза) энергопотребления и металлоемкости в результате замены в карьере многочисленных колесных транспортных средств конвейерными средствами доставки горной массы; высокий уровень автоматизации горного производства и увеличение в 1,5–2 раза производительности труда; снижение в 2–2,5 раза себестоимости продукции за счет снижения эксплуатационных и капитальных затрат.

Компоновку основных узлов СДА можно рассмотреть на примере дробильных установок производительностью 5000 т/ч, приведенных на рис.3 и 4. Система самоходных дробильных установок основывается на составных элементах, согласованных друг с другом таким образом, что обеспечивается возможность оптимальной адаптации дробильных установок к скорости движения фронта очистной выемки и дальности транспортировки дробильного материала. Дробильный материал подается погрузочным агрегатом непосредственно в загрузочный бункер самоходной дробильной установки. Конвейер оборудован дополнительными центральными опорами. Этим обеспечиваются требуемые эксплуатационная надежность и безопасность, в том числе при работе с крупными кусками горной массы.

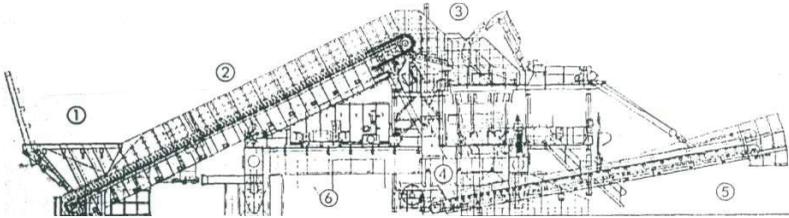


Рис. 3. Схема самоходного дробильного агрегата: 1 – загрузочный бункер; 2 – конвейер; 3 – дробилка; 4,5 – разгрузочный и поворотный конвейеры; 6 – несущая конструкция



Рис.4. Полустационарная дробильная установка Производительностью 5000 т/ч

Размеры и исполнение дробилки определяются в зависимости от требуемой производительности и размеров подаваемых кусков породы, заданной степени измельчения, формы зерна и твердости материала. Выбор дробящего аппарата осуществляется из

ряда роторных, молотковых (центробежно–ударных), щековых и конусных дробилок.

Самоходные дробильные агрегаты предназначены для дробления взорванной скальной горной массы с целью подготовки ее до крупности (кусковатности), рациональной для последующей переработки или транспортирования непрерывными видами транспорта.

В зависимости от горно–технических условий, технологических задач СДА классифицируют по следующим признакам [4]:

- *по способу применения*: для дробления взорванной горной массы непосредственно в забоях карьеров с передвижением за выемочно–погрузочным устройством; для дробления взорванной горной массы на перегрузочных пунктах полустационарного (временного) и стационарного типов;

- *по технологической схеме*: в открытом технологическом цикле с одной стадией дробления без предварительного грохочения исходной горной массы; то же, но с предварительным грохочением исходной горной массы в открытом технологическом цикле, с несколькими стадиями

дробления с предварительным грохочением исходной горной массы и без него; в замкнутом технологическом цикле с одной или несколькими стадиями дробления с предварительным грохочением;

- *по способу загрузки:* экскаваторами, скреперными установками, ковшовыми погрузчиками, автосамосвалами;

- *по типу применения дробильного аппарата:* с роторными или молотковыми дробилками, с щековыми дробилками, с конусными или щеково-конусными дробилками, со специальными типами дробилок;

- *по типу ходового устройства:* гусеничные, шагающие, пневмоколесные, железнодорожные, специальные, комбинированные;

- *по расположению верхнего строения относительно ходового устройства:* продольное, поперечное;

- *по силовому оборудованию:* электрические, дизель-электрические, дизельные, дизель-гидравлические, электрогидравлические;

- *по способу разгрузки:* на конвейерный транспорт, на гидротранспорт, на пневмотранспорт, в колесные виды транспорта;

- *по мощности:* малой мощности (до 300 т/ч), средней мощности (300÷600 т/ч), большой мощности (1000÷2000т/ч), сверхмощные (более2000т/ч).

Самоходные дробильные агрегаты для крупного дробления выполняются, как правило, по открытому технологическому циклу с одной стадией дробления. Наиболее распространенные технологические схемы цепей аппаратов СДА приведены на рис. 5. Как правило, выполняют агрегаты в упрощенных вариантах с целью обеспечения их компактности, высокой маневренности на сложных карьерных трассах, малой металлоемкости и достижения высокой эксплуатационной надежности. Поэтому предварительное грохочение исходной горной массы вводится в технологические схемы лишь в том случае, если это вызывается необходимостью увеличения пропускной способности подвижного агрегата или когда в результате переработки переизмельчается полезное ископаемое и вследствие этого увеличиваются его потери или снижается качество продукта.

Наибольшее распространение получили гусеничные ходовые устройства, которые применяют для СДА производительностью свыше 200 т/ч.

При дроблении абразивных прочных пород и руд агрегаты оборудуют щековыми или конусными дробилками. Для их питания исходным материалом применяют пластинчатые питатели и значительно реже – ленточные питатели.

Ходовые механизмы для СДА выбирают в зависимости от несущей способности грунтов, сложности карьерных трасс, климатических и других горно-технических условий, а также с учетом типа ходовых устройств смежно работающего забойного оборудования (экскаваторов) и их характеристик.

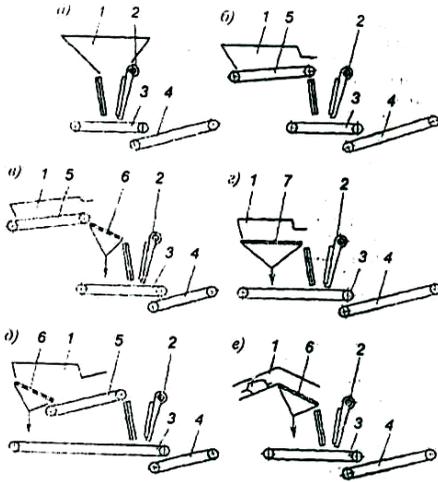


Рис. 5. Технологические схемы СДА крупного дробления: 1 – приемный бункер; 2 – дробилка; 3 – разгрузочный (передаточный) конвейер; 4 – консольный конвейер; 5 – питатель; 6 – грохот; 7 – питатель – грохот

На производительность СДА влияет ряд факторов, основными из которых являются: физико-механические свойства исходного материала и его гранулометрический состав;

наличие предварительного грохочения и конструкция грохота; тип применяемой дробилки, характер загрузки приемного бункера (циклический, непрерывный) и тип выемочно-погрузочной машины. Поэтому при выборе грохота и дробилки для СДА желательно, чтобы их пропускная способность была больше заданной на 26÷30%

В последнее время создаются центробежно-ударные, вибрационные, инерционные, валково-конусные, валково-зубчатые и другие типы дробильных агрегатов, которые наряду с высокой пропускной способностью и большими размерами приемного отверстия обладают меньшими строительной высотой и массой, более динамически уравновешены. Это является ценным качеством для их применения как на подвижных дробильных агрегатах, так и на полустационарных перегрузочных пунктах. Кроме этого, создаются грохоты-питатели с большой пропускной способностью по взорванной горной массе при содержании в ней кусков крупностью до 1,3 м, высокой эффективностью отсева, воспринимающие большие импульсные нагрузки от разгружаемого на них материала. На базе новых дробильных аппаратов и грохотов-питателей конструируются подвижные дробильные агрегаты с высокой маневренностью, меньшими массой и высотой расположения приемного бункера.

Передвижная дробильно-сортировочная установка (ПДСУ) – это одно- или многоагрегатные машины (рис.6), комплект, состоящий из отдельных агрегатов, каждый из которых является самостоятельной передвижной машиной, выполняющей определенную технологическую операцию. Такое решение позволяет значительно упростить конструкцию агрегатов и обслуживание, уменьшить массу и габаритные размеры отдельных агрегатов, использовать их как отдельно, так и в разных сочетаниях для переработки горных пород и отходов. Различный по крупности и другим

физико–механическим параметрам исходный продукт, различные требования к производительности и размерам конечного продукта обусловили необходимость создания ПДСУ разнообразных типов. В зависимости от назначения и производительности ПДСУ состоят из одного или нескольких агрегатов, осуществляющих одно– или многостадийное дробление, сортировку, мойку, обезвоживание и транспортировку материала. Конструкция установок определяется выбранной технологической схемой, набором оборудования, условиями транспортировки, и поэтому ПДСУ различных типов имеют свою специфику.

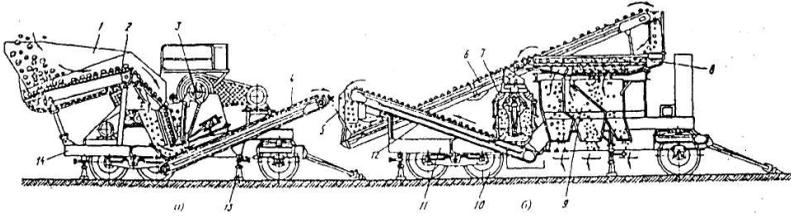


Рис 6. ПДСУ средней производительности:

а – передвижной агрегат среднего дробления; б – передвижной агрегат дробления и сортировки; 1 – приемный бункер; 2 – пластинчатый питатель; 3 – щековая дробилка; 4,6 – конвейер; 5 – приемный лоток; 7 – конусная дробилка; 8 – вибрационный грохот; 9 – бункер грохота; 10 – ходовая тележка; 11, 14 – рамы агрегата; 12 – конвейер возврата; 13 – опоры

В конструкции рамы предусмотрены специальные опорные балки для установки агрегата на опоры (например, бетонные) при длительной эксплуатации ПДСУ на одном месте. Электроснабжение агрегатов осуществляется от промышленной сети переменного тока или дизель–генераторной станции. Агрегаты можно транспортировать железнодорожным и водным транспортом, а также по автомобильным дорогам в прицепе к тягачу.

ПДСУ разнообразной конструкции широко используется при сравнительно небольших потребностях в готовом продукте, особенно удобны и эффективны при частых передислокациях. Ввод в действие ПДСУ (монтаж, наладка) не требует больших капитальных затрат. ПДСУ средней производительности предназначена для дробления и сортировки горных пород и других аналогичных материалов с пределом прочности на сжатие до 300 МПа. Установка состоит из двух отдельных передвижных агрегатов, комплектуется дизель – генераторной станцией.

На рис. 7 приведены возможные технологические схемы компоновок ПДСУ, а в табл.1 – технические характеристики агрегатов [4]. Для получения щебня крупностью до 40 мм из изверженных пород прочностью до 300 МПа с исходной крупностью кусков до 520 мм применяется схема 1. Для получения щебня крупностью до 70 мм агрегат мелкого дробления

заменяют агрегатом среднего дробления (схема II) или исключают вовсе (схема III).

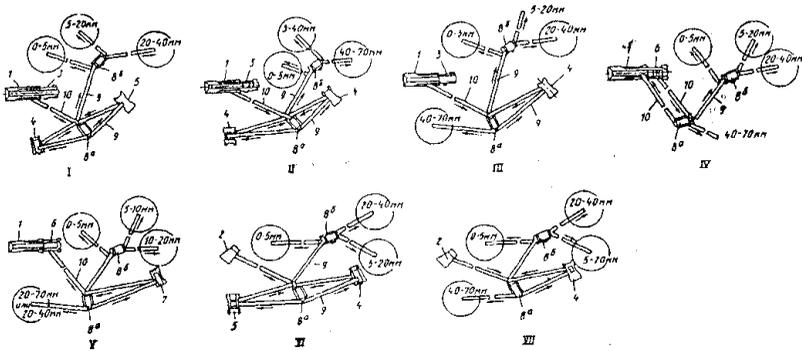


Рис 7. Компонентные схемы агрегатов ПДСУ

1,2—загрузочный бункер с пластинчатым(лотковым) питателем соответственно; 3—5—агрегаты дробления изверженных пород соответственно крупного, среднего и мелкого дробления; 6—7—агрегаты дробления осадочных пород соответственно крупного и среднего дробления; 8а,8б—агрегаты предварительной и окончательной сортировки; 9—10—конвейеры с лентой шириной 650 и 800

Переработка малоабразивных пород средней прочности (осадочных) для получения щебня крупностью 70 мм может осуществляться по схеме одно стадийного дробления (схема IV). Для получения щебня крупностью до 40 мм из осадочных пород рекомендуется двухстадийная переработка (схема V). Для переработки гравийно—песчаных пород предварительно определяют максимальный размер валунных включений и их процентное содержание в исходном материале, затем по полученным данным выбирают необходимое оборудование.

Обычно в гравийно—песчаных месторождениях включения валунов размером более 200 мм встречаются крайне редко. Поэтому для их разработки рекомендуется схема VI. Для получения щебня размером до 70 мм из схемы VI исключается агрегат мелкого дробления, а на грохоте предварительной сортировки устанавливается сито с ячейками размером 70 мм (схема VII). Если гравийно—песчаная масса не содержит материала крупнее 80÷90 мм, то может быть исключен агрегат среднего дробления, и в зависимости от настройки конусной дробилки и сит грохотов установка выдает щебень крупностью до 20 или 40 мм.

Управление технологическим процессом установки осуществляется с общего пульта, смонтированного в кабине, защищающей обслуживающий персонал от воздействий шума, вибраций и пыли, или дистанционно.

Отечественные и стран СНГ передвижные дробильно—сортировочные установки [5—9]. Специалистами ОАО «Дробмаш» созданы уста-

новки, предназначенные для переработки нерудных материалов, металлургических шлаков, железобетонных опор, строительных и твердых бытовых отходов (табл. 2). Разработана установка двухстадийной технологической линии с возможностью дробления, сортировки и отделения металла, древесины и пластмассы. Производительность установки до 130 м³/ч, максимальный размер загружаемого материала 600 мм. В состав линии входит следующее оборудование ОАО «Дробмаш»: агрегат загрузки ДРО–655, агрегат крупного дробления ДРО–646 с роторной дробилкой, разделительная станция для разделения металла, древесины и пластмассы, агрегат сортировки ДРО–602, агрегат среднего дробления ДРО–667 с роторной дробилкой, агрегат управления. Транспортировка материалов осуществляется конвейерами.

Таблица 1. Технические характеристики агрегатов ПДСУ

Вариант схемы	Перерабатываемый материал	Максимальная крупность за- гружаемых кус- ков, мм	Максимальная крупность го- тового продук- та, мм	Ориентировочная про- изводительность агрегата, м ³ /ч	Суммарная масса, т	Суммарная мощность, кВт
I	Изверженные горные породы прочностью до 300 МПа	510	40(20)	85(50)	150	345
II		510	70(60)	100	155	380
III		510	70(60)	70	125	280
IV	Осадочные горные породы прочностью до 150 МПа	540	70(60)	80	90	200
V		540	40	100	107	245
VI	Гравийно – песчаные по- роды	210	40	до 200	108	260
VII		210	70(60)	до 200	120	255

Для переработки строительных отходов создано несколько установок одностадийного дробления. Одной из них является ДРО–703, она отвечает всем требованиям мобильности, легко транспортируется и не требует сооружения дополнительных фундаментов. ДРО–703 состоит из щековой дробилки ДРО–693, пластинчатого питателя, грохота для предварительной сортировки и конвейеров загрузки.

Для переработки длинномерных (до 14м) железобетонных опор линий электропередач с отделением металла создан машинный агрегат утилизации МКУ–1. Установка включает скребковый конвейер загрузки, специальную щековую дробилку, механизм протяжки арматуры, агрегат управления и конвейеры загрузки. Агрегат оснащен системой пылеподавле-

ния, что позволяет использовать его непосредственно на производственных объектах.

Для переработки металлургических шлаков и ферросплавов ОАО «Дробмаш» разработана типовая технологическая линия производительностью 50÷100 т/ч, установленной мощностью 350 кВт и массой 200 т.

Таблица 2. Дробильно–сортировочные установки ОАО «Дробмаш»

Модель агрегатов ПДСУ ТДСУ		Размер куска исходного материала, наибольший, мм	Мощность электроприводов,	Масса, т	Оборудование в составе агрегатов
Агрегаты крупного дробления					
СМД–133А		500	75	30,0	Щековая дробилка
	СМД–510	–/–	–/–	27,0	СМД–110А
ДРО–618		600	75	28,8	Щековая дробилка
	ДРО–647	–/–	–/–	22,5	ДРО–529
	ДРО–646	600	110	20,0	Роторная дроб.СМД–86А
Агрегаты среднего дробления					
СМД–186		340	55	24,0	Пластинчатый питатель, конвейер
	СМД–521	–/–	51	23,0	Щековая дроб.СМД–109А
СМД–131А		210	90	25,5	Щековая дробилка
	СМД–511	–/–			СМД–108А–2шт.
	СМД–518	300	132	19,0	Роторная дроб. СМД–75А
	ДРО–712	340	90	31,6	Щековая дроб.СМД–109А2шт.
ДРО–695		425	65	26,4	Вибропитатель, конвейер
	ДРО–694		61	26,0	Щековая дроб. ДРО–693, СМД–109А
	ДРО–695	210	51	20,2	Пластинчатый питатель. Щековая дроб.СМД–108А
	ДРО–667	400	450	10,2	Роторная дроб.СМД–85А
Агрегаты мелкого дробления					
СМД–134А	СМД–512	105	58	19,0	Дроб. конусная СМД–120А
	ДРО–702–10	40–80	75	17,5	Дроб. конусная ДРО–560
	ДРО–702–30	20–40	75	17,5	Дроб. конусная ДРО–560Т

	ДРО–702–40	105	55	17,2	Дроб. конусная ДРО–560Гр
	ДРО–698	100	110	35,0	Дроб. конусная ДРО–658
Агрегаты дробления и сортировки					
СМД–187		90	50,0	14,5	Дробилка конусная ДРО–592, конвейер,
	СМД–522	–/–	40,5	12,5	грохот СМ–742
СМД–530		150	58,5	14,0	Дробилка роторная ДРО–542, конвейеры,
	СМД–531	–/–	50,5	12,5	грохот СМ–742
ДРО–753		130	50,5	16,0	Дробилка щековая ДРО–549, конвейеры, грохот СМ–742
	ДРО–581	–/–	42,5	14,5	
ДРО–661		210	58,3	21,9	Дроб. щековая СМД–108А, Конвейеры, грохот СМ–742

Технологическая линия состоит из питателя, подающего дробимый материал на агрегат предварительной сортировки ДРО–654, откуда после отсеивания мелких фракций и сепарации металлических включений на магнитном сепараторе шлак поступает в галтовочный барабан ДРО–655 для отделения крупных недробимых металлических включений. Пройдя через второй магнитный сепаратор, шлак поступает на агрегат СМД–510–10, позволяющий измельчать исходный материал размером от 500 мм до фракций менее 100 мм. После дробления, вновь пройдя через магнитный сепаратор, шлак рассеивается на агрегате сортировки СМД–513. Дробление крупного шлака после первичного дробления (размер более 40 мм) производится на агрегате СМД–512 с магнитной сепарацией.

Для комплексов циклично–поточных технологий ОАО «Объединенные машиностроительные заводы» (ОМЗ) предлагают сборно–разборную дробильно–перегрузочную установку ДПУ – 1000 с дробилкой ККД – 1350/160 производительностью 10÷12 млн. т/год для дробления пород прочностью до 250 МПа и самоходный дробильный агрегат СДА – 1000 с роторной дробилкой для дробления пород малой и средней крепости.

Аналогичные мобильные и полумобильные ДПУ и СДА на базе шнеко – зубчатых дробилок выпускаются на «Новокамраторском машиностроительном заводе» (НКМЗ): ДШЗС–1000 (передвижная мобильная установка с дробилкой ДШЗ–1000), ПДСПУ–2000 (полустационарная дробильно–перегрузочная установка с дробилкой ДШЗ–1300/300), СДПУ–1000 и СДПУ–2000 (самоходные дробильно–перегрузочные установки с дробилками ДШЗ–1000 и КВКД–1200/200), ПСДПУ (полустационарная дробильно–перегрузочная установка с дробилкой ККД или КВКД–1450/180, КВКД 1200/200)

ОАО «Механобртехника» выпускает принципиально новые щековые (ВЩД) и конусные (ВКД) вибрационные дробилки, конусные дробилки инерционного действия с регулируемым дебалансовым вибровозбудителем (КИД) производительностью от 15 до 75 м³/ч. Они имеют степень

дробления в 1,5–2 раза выше, чем у других конусных дробилок, и помимо выпуска щебня кубовидной формы, позволяют примерно на 10% снизить выход отсевов дробления. Новое оборудование особенно эффективно на передвижных и модульных фабриках производительностью 0,5÷50 т/ч. Наиболее целесообразно их использовать для извлечения драгоценных металлов, соединений вольфрама и олова, где особенно вредно переизмельчение. Такие фабрики не требуют мощных фундаментов, а энергозатраты и занимаемые площади в 2 раза меньше, чем при традиционных схемах.

Виброщечковые дробилки характеризуются: ударно–вибрационным воздействием щек, при котором для разрушения материала требуется меньшее усилие, чем в обычных щековых дробилках; высокой частотой ударов щек, обеспечивающих повышенную степень дробления; повышенной производительностью за счет направленного вибрационного воздействия щек на материал; возможностью работы, как при дозированном питании, так и под завалом с полностью заполненной камерой дробления; автоматическим пропуском недробимых тел, размеры которых превышают размер разгрузочной щели без использования предохранительных устройств; простотой конструкции за счет использования самосинхронизирующихся вибровозбудителей; динамической уравновешенностью и мягкой виброизоляцией, что исключает передачу динамических нагрузок на основание и необходимость сооружения массивного фундамента; низкой удельной энерго– и металлоемкостью по сравнению с серийными щековыми дробилками, что позволяет снизить эксплуатационные затраты.

Преимущества конусно–инерционных дробилок (КИД): степень дробления в 1,5–2 раза выше, чем в других конусных дробилках; легко настраиваются на заданную крупность продукта дробления; обеспечивается работа «под завалом» (без специальных дозирующих устройств) за счет кинематических особенностей и оригинальной формы камеры дробления; не требуются благодаря «мягкой» виброизоляции для них массивных фундаментов; при одном и том же размере разгрузочной щели между конусами можно получить щебень и порошковые материалы; возможность дистанционного регулирования размера разгрузочной щели на рабочем ходу для компенсации износа броней; при мокром дроблении увеличивается диапазон регулирования производительности и крупности дробленого продукта путем изменения дробящей силы и расхода воды.

КИД могут входить в состав передвижных на трейлерах дробильно–сортировочных фабрик. Если требуется производить щебень из гранитной горной массы, полученной непосредственно в карьере, то к такой фабрике может быть добавлена дополнительная установка на трейлере с виброщечковой дробилкой (рис. 8,9).

ЗАО «Новые технологии» предлагают мобильные, мобильно-блочные и сборно-разборные технологические линии по производству кубовидного щебня мелких фракций с использованием дробилок «Титан Д – 040», «Титан Д – 063», «Титан Д – 160», «Титан Д – 125», «Титан Д – 250». Производительность линий составляет от 50 до 250 т/ч.

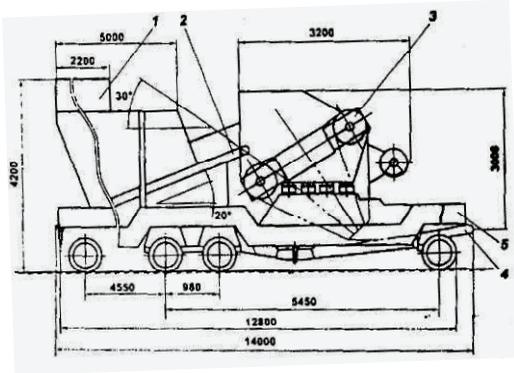


Рис.8 Схема агрегата крупного дробления на базе ВЦД 1500×2000 с наклонной камерой дробления: 1 и 2 – бункер и конвейер исходного питания; 3 – виброщелевая дробилка; 4 – конвейер дробленого продукта; 5 – платформа на пневмоходу.

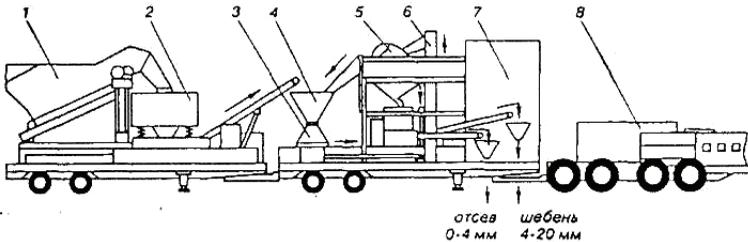


Рис.9. Схема передвижной установки для производства высококачественного кубовидного щебня: 1 – бункер – питатель; 2 – вибрационная щелевая дробилка; 3 – конусная инерционная дробилка; 4 – бункер; 5 – грохот двухситный; 6 – элеватор (вертикальный виброподъемник); 7 – помещение для оператора; 8 – электростанция от двигателя тягача.

Зарубежные мобильные дробильно-сортировочные установки [2–4].

За последние 15 лет практически во всех странах Западной Европы произошла почти полная замена стационарных комплексов по добыче и переработке нерудных материалов на мобильные, гусеничные, не требующие монтажа и наладки. Это повлекло за собой изменение структуры предприятий и технологии в пользу большей динамичности. Особенностью технологий на основе использования такой техники является отсутствие процесса транспортирования отбитой горной массы, т.к. производство щебня осуществляется прямо в забое.

Широкий выбор дробильно–сортировочного оборудования представлен скандинавским объединением «Metso Minerals», еще недавно выступавшим на мировых рынках под двумя независимыми горнорудными торговыми марками «Svedala» и «Nordberg». Компания «Metso Minerals», например, недавно расширила номенклатуру мобильных дробильных установок серии Nordberg LT, выпустив новые дробилки класса 60 и 70 т. для применения в карьерах и на стройплощадках. Новая дробилка LT110S, как и другие модели серии S, имеет одноярусный грохот и удлиненный выдающий транспортер. Данная комбинация позволяет получать две фракции заполнителя за одну операцию дробления. Она может также использоваться для первичного дробления, когда грохот демонтирован (рис.10).

В мощной установке со щековой дробилкой Nordberg C110 используется высокопроизводительный колосниковый питатель размером 1300×4400 мм и приемный бункер объемом 5м³ с гидравлически складывающимися стенками. Производительность составляет 200–400 т/час. C110 может применяться при дроблении прочных скальных пород и строительного лома.



Рис. 10. Мобильная дробилка LT110S с одноярусным грохотом.

Новые мобильные дробилки, включая мини– установки, производятся фирмами «Grasan» и «Protoworks» (Schreed Max). Дробилка KR1010 компании «Grasan» представляет собой версию ее больших установок. В ней смонтирована молотковая дробилка APSE 1010/Q фирмы «Hazemag» для первичной переработки. Производительность составляет 139 т/час. Привод осуществляется от шестицилиндрового дизельного двигателя John Deere 6081A. Длина установки без встроенного грохота равна 13,7 м.

Канадская фирма «Protoworks» выпустила мобильную, установленную на прицепе, версию своей дробилки Schreed Max 56SD. Новая дробилка Mobile Max перевозится по автодорогам трактором, самосвалом или думпкаром. Дробилка универсальна, способна перерабатывать строительный лом и материалы, получаемые при сносе строений, а также автомобильные шины и даже бытовой мусор.

Наилучшим решением мобильных установок является комбинация дробилок и грохота. Свыше 10 лет установки Combo подобного типа производятся германской фирмой «Kleemann + Reiner», которая была пионером в этой области. Но и другие производители выпускают все новые модели. Например, новая гусеничная установка 4242SR фирмы «BL-Pegson», созданная на базе ударной дробилки Traktor, обеспечивает полное дробление, грохочение и отсыпку полученных фракций материала в штабели. Вся установка смонтирована на едином гусеничном шасси. По заявлению фирмы, установка пригодна для первичного или вторичного дробления в карьерах, при переработке материалов, полученных в результате сноса, и при реализации других проектов рециклинга. Производительность достигает 360 т/час в зависимости от перерабатываемого материала и требований к конечному продукту. Вся установка массой 40 т может перевозиться на низкорамном трейлере и по прибытии на площадку запускаться в работу в течение 10 минут.

Многоотраслевой концерн «Komatsu» представлен типоразмерным рядом в семь мобильных машин на гусеничном ходу, пять из которых оборудованы щековыми дробилками, а две – роторными. Роторные ориентированы на среднее дробление (максимальные размеры куска – 500×500×200 мм), а щековые позволяют принять кусок длиной до 1200 мм. Бункерное хозяйство оборудовано как вибрационными, так и пластинчатыми питателями. Установки оснащены двигателями Komatsu с прямым впрыском топлива и турбонаддувом, позволяющими машине достигать скорости передвижения до 3 км/ч.

Камнем преткновения любой дробилки является попадание в камеру дробления либо «негабарита», либо недробимого материала. В данной конструкции эта проблема удачно решена за счет включения в электрическую цепь управления конвейером процессора, получающего управляющие сигналы датчика натяжения цепи конвейера. В случае ее заклинивания материалом датчик «сообщает» об этом процессору, который сначала останавливает конвейер, а затем включает задний ход примерно 1 м. После этого конвейер заново подает материал в камеру дробления. В комплект оборудования входит и отдельно стоящий на раме двухситовый грохот с тремя отгрузочными транспортерами, приводимыми в действие от единой гидросистемы. При всей неоспоримой прогрессивности использования гидросистем данная конструкция выявила и их реальный недостаток в условиях эксплуатации в холодное время года. Так как грохот с конвейерами удален от центральной гидросистемы, ее запуск и эксплуатация при температурах ниже –10⁰С затруднительны.

Фирма «HARTL» выпускает 2 типоразмерных ряда передвижных дробилок, один из которых представлен щековыми дробилками, а другой – роторными. Последние оснащены двумя отбойными плитами и ротором с 4 рядами бил. Особое внимание уделено эффективному использованию дорогостоящего металла рабочих органов. Предусмотрено 4 различных

позиционирования одного и того же била. В одном ряду, по ширине ротора, их устанавливается два. После начала эксплуатации они изнашиваются в центральной части ротора и почти не истираются по бокам. Поэтому после того как за счет изменения длины тяг отбойных плит исчерпана возможность контроля за шириной разгрузочной щели, два била меняются местами, и еще неизношенная их часть оказывается в центре ротора. После истирания и этих частей била переворачивают относительно продольной оси.

Дробильно–сортировочное оборудование может быть укомплектовано оптической системой измерения объема (рис. 11), которая устанавливается на разгрузочном конвейере, используемой для определения объема переработанного материала электронно–оптическими датчиками. Полученная информация передается на компьютер, который способен накапливать и выводить на печать почасовую, ежедневную и еженедельную статистику.

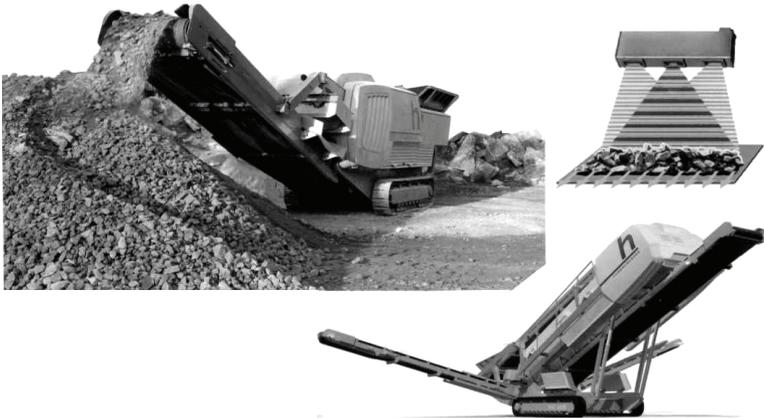


Рис. 11. Оборудование фирмы «HARTL»: роторная дробилка PC1375I, оптическая система измерения объема, грохот HCS6015.

Дробильное оборудование компании «Eagle Crusher Company Inc.» (США) характеризуется тем, что фирма практически перешла на выпуск исключительно полумобильных установок, расширив поле действия камнедробильных машин. Снабженные автономным дизельным приводом, они превратились в высокомобильный комплекс, способный дробить твердые каменные породы в месте их образования, по необходимости меняя свое местоположение. Типоразмерный ряд роторных дробилок состоит из четырех единиц. Они спроектированы для работы с самыми прочными образованиями, включая железобетон, доломит, базальт, а также твердые смешанные отходы. В качестве базовой конструкции принята роторная дробилка Jumbo1400 с четырьмя рядами бил на роторе при трех

отбойных регулируемых плитах. Ротор имеет массу 11 т при ширине 1450 мм. Вес дробилки приближается к 20 т. Подачу исходного материала обеспечивает виброгрохот–питатель размером 5,49×1,45 м при высоте загрузки 4,72 м. Генератор мощностью 175 кВт обеспечивает энергией установку и имеет резервную мощность для подключения дополнительного грохота и комплекта отгрузочных конвейеров. Максимальная возможная производительность такой машины не превышает 540 т/ч. Другие представители данного ряда – «Mighty Max», «Jumbo 1000–15 Ultra Max» и «Jumbo 1200–25 Ultra Max» отличаются от вышеприведенного образца только меньшими размерами и производительностью.

Фирма EXTEC выпускает щековые, роторные, конусные и валковые дробилки, три основных типа двухдековых грохотов, комбинированный колосниковый грохот E-7, машину для скальпирования Robotrac, барабанный грохот, шредер для измельчения различных по своей структуре, составу и плотности материалов, вплоть до содержащих арматуру строительных отходов. Она лидирует по продажам подобной техники в Германии, Франции и США.

На технике EXTEC (рис.2) установлены дизельные двигатели известной фирмы Deutz. По соотношению «производительность к весу установки» оборудование превосходит известные аналоги. Например, щековая дробилка C-12 массой 45 т имеет двигатель мощностью 365 л.с., приемное отверстие 1200×750 мм (рис.2).

Фирма Thyssen Krupp Fördertechnik выпускает мобильные установки, жестко закрепленные на самоходной платформе и полустационарные дробильные установки (рис.4) с пропускной способностью от 40 до 10 тыс. т/ч, снабженные различными типами тяги.

Передвижная дробильно–сортировочная установка CGB 80–10P финской фирмы Lokomo включает оборудование для двух стадий дробления и сортировки материала на фракции, смонтированное на общей раме. На этой раме размещен также ряд конвейеров, связывающих основные машины в единую технологическую линию.

Мобильная дробильно–сортировочная техника предназначена, как правило, для производства щебней и тонких фракций из природных материалов и строительных отходов на месте их получения. В нерудной промышленности данная техника призвана вытеснить стационарные комплексы, что сейчас и происходит в западных странах. В строительстве мобильность реализуется в возможности переработки отходов бетона и асфальта в дорожные смеси на месте происхождения отходов. При этом гусеничная техника готова к работе сразу после съезда с трейлера. Кроме того, она способна перемещаться по площадке.

Исключение автомобильной доставки горной массы в этом случае к дробилке, изменение схемы буро–взрывных работ, изменение грузопотоков всех материалов и формирование отвалов влечет за собой, по сути, перепроектирование производства и перерасчет экономических показате-

лей. На дробильно–сортировочном оборудовании все операции управляются электроникой через гидравлический привод.

За рубежом развита практика аренды дробильно–сортировочного оборудования. В последнее время аренда этого оборудования расширяется. Например, фирма «Cattaneo B» развивает свой бизнес, сдавая в аренду мобильные дробилки подрядчикам. Она имеет пять установок, включая четыре модели ОМ, одна из которых, сорокатонная Apollo, сдается в аренду с оператором за 130 евро/час. Фирма «Cattaneo B», основная деятельность которой – продажа стройматериалов, сдает в аренду также и грохоты.

В Великобритании фирма «СIB Lello Plant Hire», сдающая оборудование в аренду, стала работать в сфере рециклинга и сноса строений, закупив для этих работ гусеничную дробилку Metso Minerals Nordberg LT95. Установка поставлена компанией «CRMS Machinery Group» и имеет производительность 200 т/час. Фирма «СIB Lello» приобрела ее для улучшения качества продаваемого ею переработанного материала.

Выводы. Новые мобильные дробильно–сортировочные установки, при их внедрении в карьерах, обеспечивают: применение чистых технологий с конвейерным транспортом, исключая необходимость установки дорогостоящего вентиляционного оборудования для проветривания карьеров; снижение в 2–3 раза энергопотребления и металлоемкости.

1. *Блохин В.С., Большаков В.И., Малич Н.Г.* Основные параметры технологических машин. Машины для дезинтеграции твердых материалов: Учебное пособие. Ч.1. // –Днепропетровск: ИМА–пресс.– 2006.– 404с.
2. *Горная техника 2006.* Каталог–справочник. // СПб: НП«Принт», 2006.
3. *Дробильное оборудование нового поколения // Горная промышленность, – №1. – 2005.*
4. *Анализ компоновочных схем отечественных и зарубежных самоходных дробильных установок / Ю.А.Лагунов, А.А.Жиганов, П.А.Жиганов и др. // Горные машины и автоматика. – №3. – 2005.*
5. *Дробмаш. Дробильно–сортировочное оборудование (каталог продукции), 2006.*
6. *Новые технологии. Центробежные дробилки и мельницы «Титан» // Выпуск №6. – 2005.*
7. *Новокраматорский машиностроительный завод (каталог продукции), – 2006.*
8. *Малич Н.Г., Блохин В.С.* Общая характеристика отечественных средств дробления твердых материалов.// Горное оборудование и электромеханика. – № 1, – 2008.
9. *Производство кубовидного щебня и строительного песка с использованием вибрационных дробилок. / В.А. Арсентьев, Л.А.Вайсберг, Л.П. Зарогатский и др. // СПб: Изд–во ВСЕГЕИ, – 2004.–112с.*

Статья рекомендована к печати докт.техн.наук В.А.Носковым