

УДК 621.926

*к.т.н. Левченко Э. П.,
Тумин А. Н.,
Онищенко Н. Э.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)*

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОПРИВОДА В ЩЕКОВЫХ ДРОБИЛКАХ

Рассмотрены возможности повышения производительности щековых дробилок на основе управления ими с помощью гидравлического привода. Акцентировано внимание на способах создания усилий, обеспечивающих наилучшее раскрытие зернового состава компонентов сырья.

Ключевые слова: щековая дробилка, гидропривод, дробление, раскрытие зернового состава, циклы дробления.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Щековые дробилки на сегодняшний день нашли широкое применение во многих отраслях промышленного производства, где имеется необходимость дробления материалов при производстве различных сырьевых компонентов. Так, например, в металлургической промышленности в среднем около 40 % стоимости и до 60 % энергии, затрачиваемой на переработку руды, приходится на процессы измельчения щековыми дробилками [1].

В основном в качестве привода щек используются механические движения эксцентрикового вала с постоянной угловой скоростью его вращения, но существуют и технические решения, направленные на осуществление переменного хода щеки на рабочем и холостом ходах [2]. Такой подход позволяет повысить производительность щековой дробилки, например, за счет сокращения времени воздействия на материал при сохранении необходимой продолжительности разгрузки, т. к. она осуществляется в основном под действием сил тяжести, являющихся относительно слабыми по сравнению с дробящими силами. Кроме того, быстрое сжатие щек существенно изменяет способ воздействия на материал, увеличивая его динамику, когда медленное сжатие уже практически заменяется на ударное воздействие, которое, как известно, приводит к более полному раскрытию зерен сырьевых компонентов.

Таким образом, интенсификация режимов работы щековых дробилок является актуальной технической задачей повышения эффективности работы таких машин.

Постановка задачи. Задачей данной публикации является повышение эффективности работы щековых дробилок путем сокращения времени воздействия на материал за счет применения гидропривода для управления работой щеки.

Изложение материала и его результаты. Значительные преимущества гидропривода, по сравнению с приводами других типов, вызвали неоднократные попытки у различных фирм (например, французской фирмы «Бержо») использовать его в щековых дробилках. Однако отработанной конструкции, которая могла бы завоевывать мировой рынок в этом плане, еще нет, и каждый производитель пытается создать свое «ноу-хау». Тем не менее весьма серьезные преимущества дробилки с гидроприводом позволяют считать ее перспективной [3].

Применение гидравлического привода в конструкции щековой дробилки обеспечит предохранение ее механизма при попадании недробимого тела, запуск «под завалом» (при загруженной рабочей камере машины) и возможность автоматического изменения хода подвижной щеки, а также величины разгрузочной щели. Кроме того, гидравлический привод щековой дробилки обеспечивает повышенную надежность защиты ее конструктивных элементов от перегрузок.

Существует большое количество изобретений по созданию жесткого механического привода, обеспечивающего такое движение подвижной щеки, однако конструкция привода оказывается весьма сложной. При применении гидравлического привода неравномерное движение подвижной щеки может осуществляться сравнительно просто и достаточно надежно. Одним из первых щековую дробилку с гидравлическим приводом предложил канадец К. Гольди.

В дробилках с гидравлическим приводом во время прямого хода скорость подвижной щеки уменьшается, а усилие дробления увеличивается. Кроме того, в этих машинах возможна реализация увеличения числа качаний (а следовательно, и производительности) щеки в единицу времени за счет сокращения времени рабочего хода.

Производительность данной дробилки рассчитывается по методике [4], предполагающей, что разгрузка материала происходит только при отходе подвижной щеки, при этом за один оборот вала из дробилки выпадает некоторый объем материала, заключенный в призме высотой h (заштрихованный участок на рис. 1):

$$\Pi = \mu \times V \times n, \quad (1)$$

где μ — коэффициент разрыхления материала в объеме призмы, по экспериментальным данным $\mu = 6,0-5,0$; V — объем выгружающегося материала, м^3 ; n — частота вращения вала, об/мин.

Объем призмы V определяется по формуле:

$$V = \frac{(c+b) \times S_h \times L}{2 \times \text{tg} \alpha}, \quad (2)$$

где c — минимальное расстояние между подвижной и неподвижной дробящими плитами в момент сближения щек, м (рис. 1); b — максимальное расстояние между подвижной и неподвижной дробящими плитами в момент удаления щек, м; S_i — эксцентриситет вала, м; L — ширина разгрузочной щели, м; α — угол захвата.

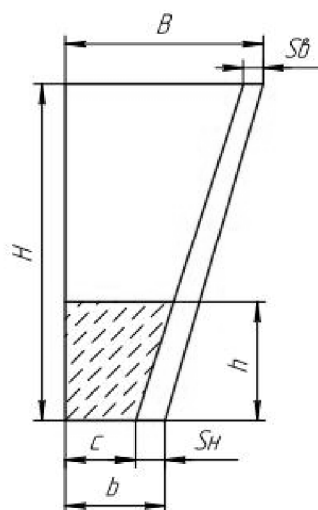


Рисунок 1 Схема для определения производительности щековой дробилки

Подставив (1) в (2), получаем выражение для определения производительности ($\text{м}^3/\text{с}$):

$$\Pi = \frac{\mu \times (c+b) \times S_h \times L \times n}{2 \times \text{tg} \alpha}. \quad (3)$$

При расчетах по формуле (3) в большинстве случаев величина производительности отличается от фактической, так как реальные условия протекания дробления практически всегда существенно отличаются от принятых расчетных.

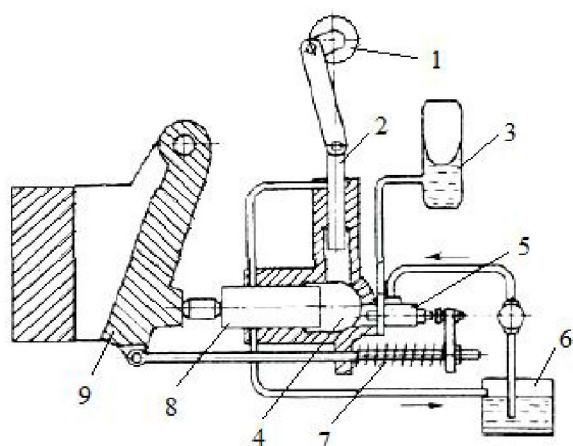
С учетом дополнительных параметров окончательно формула производительности для щековых дробилок имеет вид:

$$\Pi = \frac{\mu \times (B-b) \times S_{cp} \times L \times n \times b}{2 \times \text{tg} \alpha \times D_{св}}, \quad (4)$$

где B — максимальная величина загрузочной щели; S_{cp} — средняя величина хода сжатия, м; $S_{cp} = \frac{(S_e + S_h)}{2}$; $D_{св}$ — средневзвешенный размер кусков в исходном материале, м (для дробилок с шириной приемного отверстия 600 мм и менее принимается равным B ; для дробилок с шириной приемного отверстия 900 мм и более, работающих на рядовой горной массе, $D_{св} = (0,3 \div 0,4) \times B$).

Как видно из формулы (4), производительность щековой дробилки прямо пропорциональна частоте вращения привода. Однако повышение частоты не приводит к повышению производительности дробилки, так как щека не успевает загрузиться из-за существенной разницы, вызванной относительно большим временем падения материала под действием силы тяжести по сравнению с малым временем прижатия щек между собой.

Для устранения этого недостатка была разработана гидравлическая схема дробилки [2], представленная на рисунке 2.



1 – эксцентрик; 2 – плунжер; 3 – аккумулятор;
4 – цилиндр; 5 – клапан; 6 – емкость; 7 – пружина;
8 – поршень; 9 – подвижная щека

Рисунок 2 Принципиальная схема щековой дробилки с гидроприводом

Принцип действия такой машины следующий.

Цикл работы щеки состоит из 4 тактов (такт - поворот эксцентрика на 180°). Сразу отметим, что нагрузка на электродвигатель при дроблении в щековых дробилках не является постоянной величиной и зависит от усилия дробления. Само усилие дробления достигает максимума при рабочем ходе щеки (1-й такт), а при холостом ходе равно нулю (2, 3, 4-й такты). Усилие дробления при рабочем ходе щеки (1-й такт) также не является постоянной величиной, а колеблется в значительных пре-

делах в зависимости от степени заполнения камеры дробления материалом (степени разрыхления) и неодинаковой твердости отдельных кусков исходного продукта. Аккумулятор в данной схеме предназначен для компенсации утечек и поддержания давления в гидротрансформаторе при прямом ходе щеки.

Таким образом, можно выделить основные моменты работы дробилки по циклам:

1. Специальный клапан 5 открыт на аккумулятор, отсекая бак 6. Плунжер 2 и аккумулятор 3 нагнетают в полость гидроцилиндра 8 жидкость, перемещая щеку 9 (рабочий ход).

2. Специальный клапан 5 полностью закрыт, отсекая аккумулятор 3 от рабочей магистрали. Под действием пружины 7 и плунжера 2 щека совершает обратный холостой ход.

3. Специальный клапан 5 открыт на аккумулятор, отсекая бак 6. Плунжер 2 нагнетает в полость аккумулятора 3 жидкость, заряжая его, щека не перемещается, происходит разгрузка.

4. Специальный клапан 5 открыт на бак 6, отсекая аккумулятор; плунжер соединен с магистралью подпитки.

В дальнейшем циклы работы щековой дробилки периодически повторяются.

Сравнительная диаграмма перемещений подвижных щек дробилки с гидроприводом (пунктирная линия) и дробилки с обычным кривошипным приводом (сплошная линия) показана на рисунке 3 [2].

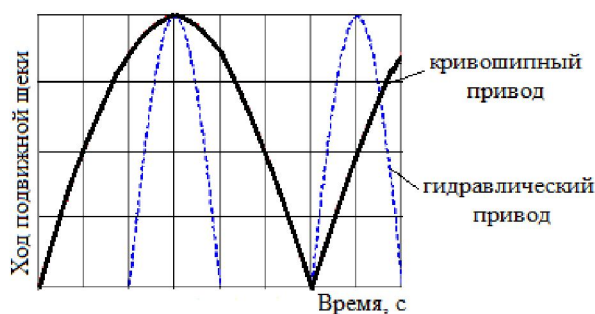


Рисунок 2 Диаграмма перемещений щеки

Например, по такой схеме число качаний подвижной щеки в 1,5 раза больше, а производительность на 50 % выше, чем у аналогичных машин с кривошипным приводом [2]. Кроме того, гидравлический привод обеспечивает повышенную надежность защиты дробилки от перегрузок.

Выводы и направление дальнейших исследований.

Представленный анализ данных показывает, что щековые дробилки, использующие гидропривод для передачи усилия перемещения щеки, во многом превосходят щековые дробилки с механическим (эксцентриковым) приводом.

В связи с тем, что модернизация щековых дробилок путем замены механического привода на гидравлический осуществляется в

подавляющем большинстве случаев уже на имеющихся конструкциях без существенного их изменения, достигается высокая экономическая эффективность таких работ.

Разработка конкретной гидравлической схемы с обоснованием рациональности ее применения на уже имеющейся механической дробилке является актуальным подходом, позволяющим значительно повысить надежность работы машин такого типа и эффективность диспергирования материала.

Применение гидропривода позволяет организовать механизм разрушения материалов в щековой дробилке с разнообразным необходимым в каждом конкретном случае регулированием этапов движения щеки по циклам.

Библиографический список

1. Андреев, С. В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых [Текст]: / С. В. Андреев, В. А. Перов, В. В. Зверевич. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Недра, 1980. — 415 с.
2. Нестеров, А. П. Исследование дробления щековыми дробилками с гидроприводом [Текст] / А. П. Нестеров, С. Н. Зиновьев, Л. В. Евсюкова // *Механика жидкости и газа: материалы IX Международной научно-технической студенческой конференции.* — Донецк : ДонНТУ, 2010. — [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2014/fimm/simonenko/library/article1.htm>
3. Клушанцев, Б. В. Дробилки: Конструкция, расчет, особенности эксплуатации [Текст] / Б. В. Клушанцев, А. И. Косарев, Ю. А. Муйземнек. — М. : Машиностроение, 1990. — 320 с.
4. Федотенко, Ю. А. Расчёт щековых дробилок [Текст]: методические указания / Ю. А. Федотенко, П. В. Коротких. — Омск : Изд-во СибАДИ, 2012. — 20 с.

© Левченко Э. П.

© Тумин А. Н.

© Онищенко Н. Э.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. каф. ММК ДонГТУ Харламовым Ю. А., к.т.н., доц, зав каф. СМ и ТМ. ЛНАУ Бурцевым Г. Г.

Статья поступила в редакцию 27.01.17.

к.т.н. Левченко Е. П., Тумін О. М., Онищенко М. Е. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ГІДРОПРИВОДУ У ЩОКОВИХ ДРОБАРКАХ

Розглянуто можливості підвищення продуктивності щоккових дробарок на засаді їх керування за допомогою гідравлічного приводу. Акцентовано увагу на способах створення зусиль, що забезпечують найкраще розкриття зернового складу компонентів сировини.

Ключові слова: *щоккова дробарка, гідропривід, дроблення, розкриття зернового складу, цикли дроблення.*

PhD in Engineering Levchenko E. P., Tumin A. N., Onischenko N. E. (DonSTU, Alchevsk, LPR)
PECULIARITIES OF APPLYING HYDRAULIC DRIVER IN JAW CRUSHERS

Feasibilities for increasing the productivity of jaw crushers have been examined on the basis of their operating with a hydraulic driver. The methods for creating forces to better disclosure the grain size components of raw materials are stressed.

Key words: *jaw crusher, hydraulic driver, crushing, grain size disclosure, crushing cycles.*