

УДК 621.926.8

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

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИСКОВЫХ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ

Рассмотрены возможности снижения тонины помола в дисковых измельчителях путем применения комбинированных усилий трения и сжатия с помощью гидравлического привода. Акцентировано внимание на возможности качания диска, обеспечивающего периодическое раздавливание материала.

Ключевые слова: дисковая мельница, гидропривод, измельчение, тонина помола, трение, раздавливание.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Дисковые дробильно-измельчительные машины в основном применяются для получения готового продукта тонких фракций за счет истирания исходного материала между двумя рабочими органами, один из которых или оба обладают возможностью вращения вокруг вертикальной или горизонтальной оси. При этом сырье, как правило, подается в центральное отверстие диска и затем подвергается интенсивному истиранию, проходя по спиральной траектории к периферии [1].

Такой тип машин ранее широко применялся в пищевой промышленности при производстве муки из различных зерновых культур, однако в нынешних условиях, благодаря инновационным техническим решениям, распространение данного типа устройств все более расширяется и на другие области производства.

В частности, на ПАО «Алчевский металлургический комбинат» при повторной переработке отходов шамотного кирпича как ценного огнеупорного сырья для дальнейшего использования применяется машина дискового типа ДИМ-6, неплохо зарекомендовавшая себя в этом качестве [2]. Некоторое положительное свойство, заложенное в эту конструкцию – возможность создания срезающих усилий наряду с истиранием, что в значительной степени

способствует диспергированию материала с образованием частиц нужной формы.

Однако известно техническое устройство, обеспечивающее периодическое качание одного из дисков в плоскости, параллельной оси вращения [3].

При этом механическим путем обеспечивается действие на материал одновременно истирающих и раздавливающих усилий (рис. 1), а качательные движения интенсифицируют процессы раздавливания и истирания материала в рабочей камере.

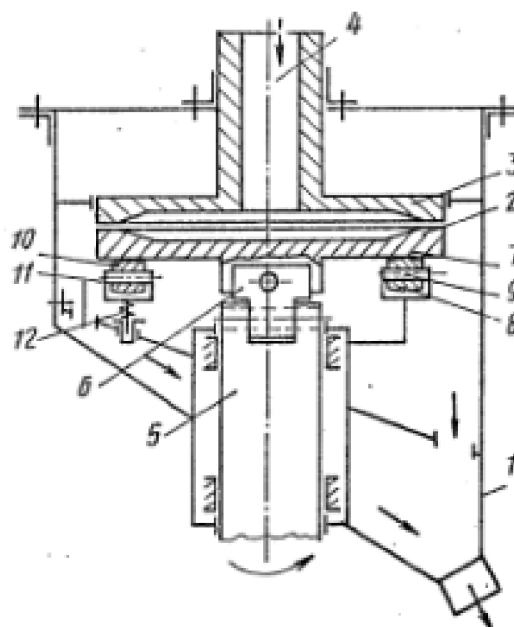


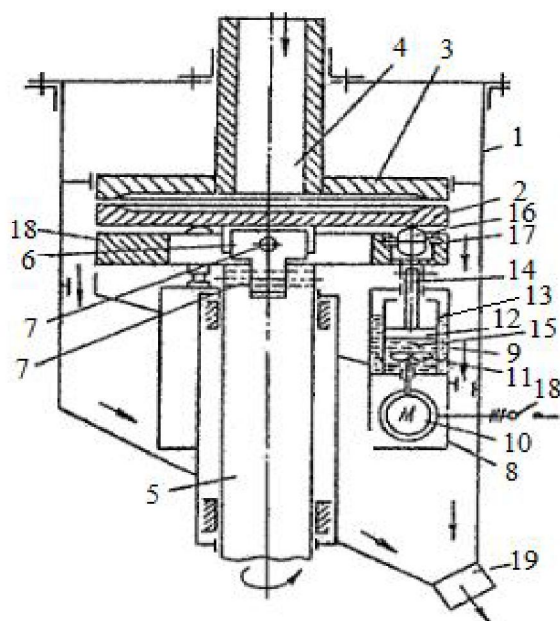
Рисунок 1 Дисковая мельница с качающимся диском

Механизированный привод качания обладает существенным недостатком, заключающимся в сложности надежной реализации такого движения и значительном усложнении конструкции мельницы, что резко снижает ее надежность работы и ремонтпригодность.

Таким образом, возникает вопрос о поиске пути создания надежного привода качания диска, обладающего простотой практической реализации.

Постановка задачи. Задачей публикации является повышение эффективности работы дисковых дробильно-измельчительных машин за счет снабжения их гидроприводом для реализации сжатия дисков.

Изложение материала и его результаты. Конструктивная схема дисковой мельницы с гидроприводом качания диска показана на рисунке 2 [4].



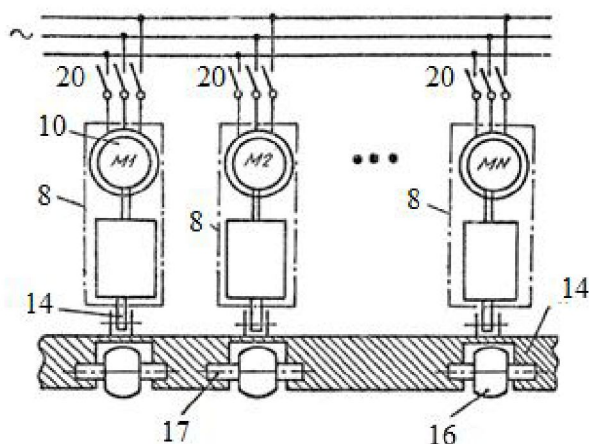
1 – корпус; 2 – нижний диск; 3 – верхний диск;
4 – загрузочный патрубок; 5 – вал; 6 – универсальный шарнир; 7 – ось; 8 – электрогидротолкатель;
9 – камера; 10 – электродвигатель; 11 – центробежный насос; 12 – гидроцилиндр; 13 – поршень;
14 – шток; 15 – внутренняя полость гидротолкателя; 16 – ролик; 17 – ось ролика; 18 – корпус;
19 – загрузочное отверстие

Рисунок 2 Дисковая машина с гидроприводом качания диска

Мельница работает следующим образом. Нижний диск 2 получает вращение от приводного вала 5 через универсальный шарнир 6. Материал, подлежащий измельчению, непрерывно подается через загрузочный патрубок 4 и проходит между верхним 3 и нижним 2 дисками, попадая на вращающийся нижний диск 2, где происходит его измельчение. Далее материал под действием центробежных сил отбрасывается в направлении разгрузочной кольцевой щели. Для достижения более эффективного процесса диспергирования материала осуществляется управление электрогидравлическими толкателями 8 через блок управления, что позволяет контролировать качество измельчения. При включении контроллера механизма получает питание электрогидротолкатель 8 и начинает вращаться вал электродвигателя 10 вместе с колесом центробежного насоса 11. При этом давление, развиваемое в наполненной маслом камере 15 насоса, перемещает поршень 13. Камеры 9 жестко соединены с корпусом 18. Ролики 16 размещены равномерно вокруг вертикальной оси, а их оси 17 – штоком 14 вверх до тех пор, пока не откроются каналы (не показаны) в гидроцилиндре 12 и масло будет перетекать по камере 9 в нижнюю часть гидроцилиндра. Штоки 14 перемещают вверх ролики 16, которые прижимаются к нижнему диску 2 и обкатываются по его торцевой поверхности. Для получения процесса периодического сжатия материала осуществляют поочередное включение каждого электрогидротолкателя 8 или их групп. Причем возбуждение процесса периодического сжатия измельчаемого материала можно получать как в направлении вращения нижнего диска 2, включая с помощью контроллера механизма двигателя электрогидротолкатели по порядку (1-й, 2-й и далее), так и в противоположном направлении, включая с помощью двигателей электрогидротолкатели в обратной последовательности. Диск 2 совершает качательные движения под воз-

действием штоков 14 через кольцо 18 и ролики 1. По мере реализации управляемого процесса измельчения материала путем его сжатия и сдвига происходит его эффективное измельчение. Достигнув необходимой крупности, материал под действием центробежных сил выводится через разгрузочную кольцевую щель, просыпается вниз и удаляется из мельницы через разгрузочное отверстие 19 в нижней части корпуса 1.

Схема управления таким устройством показана на рисунке 3.

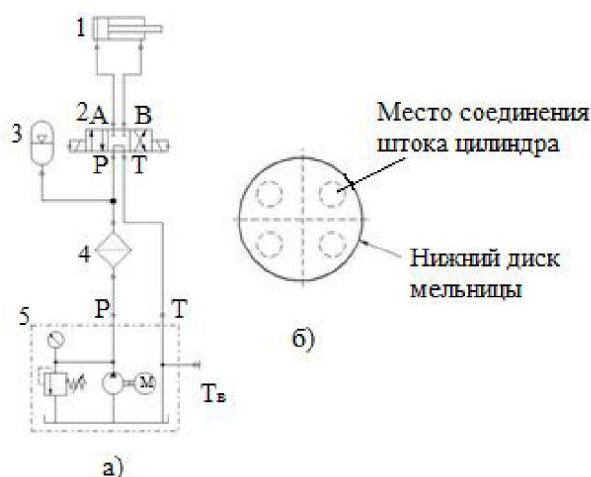


8 – электрогидравлический толкатель; 10 – электродвигатель; 14 – шток; 16 – ролики; 17 – оси роликов; 20 – контакторы

Рисунок 3 Схема подключения электрогидравлических толкателей

Недостатком реализации данной схемы является большое количество дополнительных электродвигателей, приводящих к удорожанию и усложнению конструкции машины в целом, а также существенная инерционность системы управления, вызванная суммарными задержками периодов срабатывания системы электродвигатель-насос-толкатель.

Более целесообразной представляется, на наш взгляд, организация управления качанием диска с помощью гидравлического привода. Необходимая для этого типовая гидравлическая схема толкателя приведена на рисунке 4.



а) 1 – цилиндр (плунжер); 2 – электрогидравлический распределитель; 3 – аккумулятор; 4 – фильтр; 5 – насосный блок;
б) нижний диск мельницы и места соединения цилиндра (плунжера) с диском

Рисунок 4 Типовая гидравлическая схема толкателя

В зависимости от режимов работы, свойств и видов измельчаемых материалов подбирается оптимальное соотношение гидротолкателей и мощности гидропривода и всей установки в целом. При этом стоит отметить, что количество гидротолкателей в дисковой мельнице может быть установлено в любом необходимом для обеспечения эффективной работы машины по качеству готового продукта (фракционного состава) и производительности объеме.

Основными достоинствами предложенной схемы являются: дешевизна конструкции, высокая надежность, простота исполнения системы без существенных изменений в конструкции дискового измельчителя, отсутствие дорогой аппаратуры (такой как электрогидравлические толкатели), высокое быстродействие системы, вследствие низкой инерционности, простота исполнения системы управления гидроприводами.

Для управления группой гидротолкателей необходимо наличие микропроцессор-

ной системы, запрограммированной по нужному алгоритму действия:

$$1 \rightarrow \bar{1} \rightarrow T_1 \rightarrow 2 \rightarrow \bar{2} \rightarrow T_1 \rightarrow \\ \rightarrow 3 \rightarrow \bar{3} \rightarrow T_1 \rightarrow 4 \rightarrow \bar{4} \rightarrow T_1,$$

где i_1-i_2 — прямой и обратный ход штока i -го гидроцилиндра; T_1 — время задержки срабатывания между гидроцилиндрами.

Составим для данного алгоритма действенный граф работы системы управления гидротолкателями дисковой мельницы.

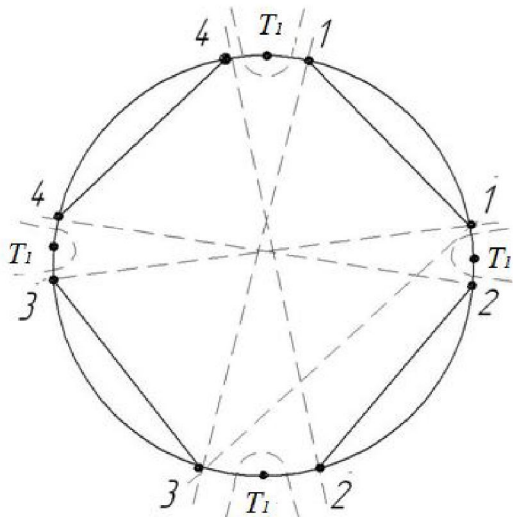


Рисунок 5 Граф работы системы управления гидротолкателями дисковой мельницы

Библиографический список

1. №ГР 0189003642. Разработка теоретических основ надёжности, автоматизации машин принудительно-динамического самоизмельчения материалов и поиск областей использования продукции измельчения. [Текст]: отчёт о НИР / Рук. Щербак В. В.; исп. Левченко Э. П. и др. // Научн.-исслед. и прек.-констр. ин-т проблем дробления и измельчения материалов при Коммунарском горно-металлургическом институте. — Алчевск, 1990. — 220 с.
2. Левченко, О. А. Комбинированные дробильно-измельчительные машины и возможности их применения для измельчения отходов шамотного кирпича [Текст] / О. А. Левченко, Э. П. Левченко, А. М. Зинченко // Сборник научных трудов ДонГТУ. — Алчевск : ДонГТУ, 2010. — Вып. 33. — С. 227–233.
3. А. с. № 1634315 СССР, МКИ⁵ В 02 С 7/08, 7/10. Устройство для измельчения / Ульяницкий В. Н., Алтухов В. Н., Левченко Э. П.; заявитель и патентообладатель Коммун. горн.-мет. ин-т. — № 4626173; заявл. 27.12.88; опубл. 15.03.91, Бюл. № 10. — 3 с. ил.
4. А. с. № 1747151 СССР, МКИ⁵ В 02 С 7/08. Мельница / Свеженец А. И., Алтухов В. Н.; заявитель и патентообладатель Коммун. горн.-мет. ин-т. — № 4828110; заявл. 29.05.90; опубл. 15.07.92, Бюл. № 26. — 4 с. ил.

Так как гидротолкатели работают циклически, граф их управления представляет собой окружность.

Из графа (рис. 5) видно, что существуют сложности в управлении системой из-за наличия «неопределенностей» (пунктирные линии) 1 и 2 рода, заключающиеся в нахождении нужного момента срабатывания того или иного гидротолкателя.

Выводы и направление дальнейших исследований.

Повышения эффективности работы дисковой мельницы возможно достичь с помощью создания условий импульсного воздействия на материал за счет организации качания диска.

Наиболее перспективным способом организации создания импульсных нагрузок является использование гидротолкателей, управляемых программируемым микропроцессором. Для этого необходимо в дальнейшем решить следующие задачи исследований:

- расчет гидравлической системы толкателей, времени срабатывания каждого цилиндра (плунжера), периодичности включения цилиндров (плунжеров), количества цилиндров (плунжеров);
- реализация системы управления распределителями на базе современных микропроцессорных средств.

© Левченко Э. П.

© Гумин А. Н.

© Алферов Н. Г.

*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., Алфьоров М. Г. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДИСКОВИХ ПОДРІБНЮВАЧІВ

Розглянуто можливості зниження тонини помелу у дискових подрібнювачах шляхом застосування комбінованих зусиль тертя та стиснення за допомогою гідравлічного приводу. Акцентовано увагу на можливості качання диску, що забезпечує періодичне роздавлювання матеріалу.

Ключові слова: *дисковий млин, гідропривід, подрібнення, тонина помелу, тертя, роздавлювання.*

PhD in Engineering Levchenko E. P., Tumin A. N., Alferov N. G. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

INCREASING THE EFFICIENCY OF DISK MILLS

Feasibilities for reducing milling fineness in disk mills have been examined applying compound friction forces and hydraulic drive. Paper emphasizes the possibility of disk swinging for ensuring an intermittent material crushing.

Key words: *disk mill, hydraulic drive, milling, milling fineness, friction, crushing.*