УДК 621.926.22

А.Г. Никитин, В.И. Люленков, А.В. Витушкин, Н.Д. Калюкина

Сибирский государственный индустриальный университет

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ ЩЕКОВЫХ ДРОБИЛОК С РАЗЛИЧНЫМИ КИНЕМАТИЧЕСКИМИ СХЕМАМИ*

Щековые дробилки применяют для измельчения различных материалов на многих промышленных, в том числе и металлургических, предприятиях. Принцип работы щековой дробилки заключается в следующем. В камеру дробления, имеющую форму трапеции, образованную двумя щеками, одна из которых в большинстве случаев является неподвижной, а другая подвижной, подается подлежащий дроблению материал. Из-за клинообразной формы камеры дробления куски материала располагаются по ее высоте в зависимости от их крупности. Подвижная щека периодически приближается к неподвижной, и при сближении щек (ход сжатия) куски материала дробятся, а при отходе подвижной щеки (холостой ход) куски за счет уменьшения их размера после хода сжатия продвигаются вниз под действием силы тяжести, занимая новое положение, соответствующее их новому размеру, или выходят из камеры дробления, если размер куска стал меньше наиболее узкой части камеры (выходной щели). Затем цикл повторяется.

Характер движения подвижной щеки, обеспечивающий процесс дробления и продвижение раздробленного куска по высоте камеры дробления, зависит от кинематических особенностей механизма привода качания подвижной щеки.

В основу предложенной Б.В. Клушанцевым классификации кинематических схем щековых дробилок положен характер движения подвижной щеки, что позволило разделить их на две основные группы – с простым движением щеки и со сложным [1]. К дробилкам первой группы относятся такие, у которых движение от кривошипа к подвижной щеке передается кинематической цепью. При этом траектории движения точек рабочей поверхности щеки представляют собой или части дуги окружности, или прямые линии [2]. Во время работы такой дробилки (см. поз. *а* рисунка) щека совершает качательное движение, при этом наибольший ход сжатия $S_н$ (горизонтальная составляющая траектории движения какой-либо точки щеки) имеет ее нижняя точка.

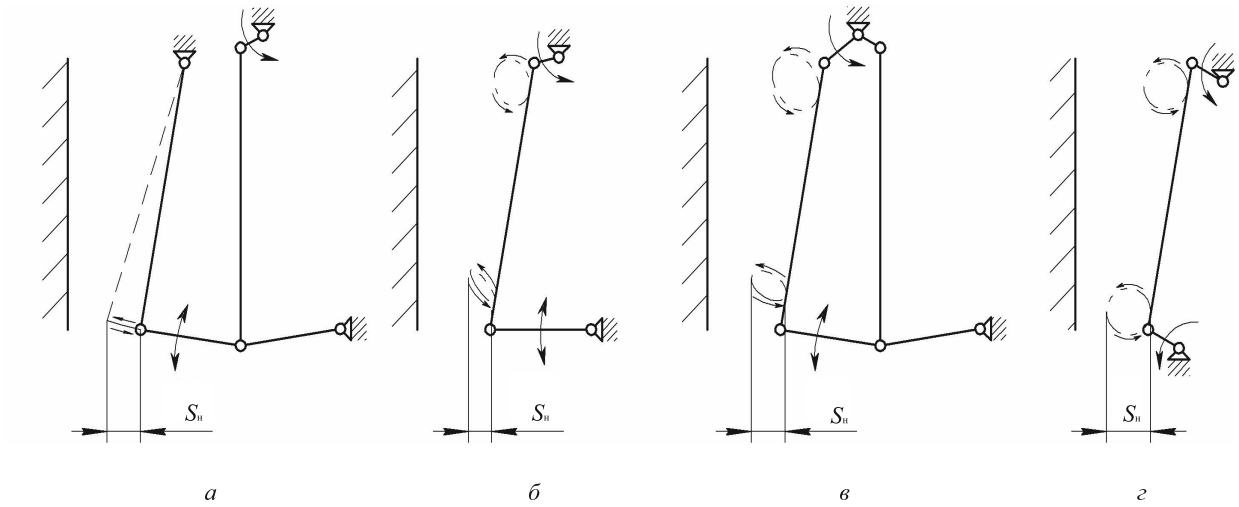
Существенным недостатком этих дробилок является малый ход сжатия в верхней части камеры дробления, что приводит к плохому захватыванию подаваемого на дробление материала и, как следствие, нижняя, более активная за счет большего хода сжатия, часть камеры не обеспечивается достаточным количеством материала. Таким образом, производительность верхней части камеры дробления значительно меньше, чем нижней. Фактическая производительность щековой дробилки определяется объемом выпадаемого готового продукта из камеры дробления при отходе подвижной щеки (холостом ходе), который у дробилки с простым движением щеки происходит два раза за один оборот кривошипа.

Ко второй группе относятся дробилки, у которых кривошип и подвижная щека образуют единую кинематическую пару. В этом случае траектории движения точек подвижной щеки представляют собой замкнутые кривые, чаще всего эллипсы [3].

В процессе работы такой дробилки (см. поз. *б* рисунка) подвижная щека в верхней части совершает практически круговое движение, обеспечивая тем самым хороший захват и дробление исходного материала. Однако в средней и нижней частях камеры дробления траектория движения точек щеки меняется на эллипсовидную, а в самом низу практически на прямолинейную, что приводит к худшему процессу захвата и дробления материала, расположенного ниже середины камеры дробления, при этом дробимый материал постоянно выталкивается наверх до тех пор, пока он в конце концов, не будет захвачен и раздроблен. Таким образом, у дробилок второй группы производительность нижней части значительно меньше, чем верхней.

В процессе работы дробилки в первой фазе при движении кривошипа из крайнего верхнего положения вниз на угол 90º подвижная щека движется навстречу неподвижной, дробя исходный материал, и вниз, способствуя разгрузке раздробленного материала. Во второй фазе при движении кривошипа в крайнее нижнее положение подвижная щека движется в сторону, противоположную неподвижной щеке, и вниз, при этом происходит форсированный выброс раздробленного материала из камеры дробления за счет движения щеки в сторону разгрузки. В дальнейшем при переходе из нижнего крайнего положения вверх на угол 90º подвижная щека осуществляет сложное движение, во время которого ее верхняя часть совершает движение вверх и в сторону, противоположную от неподвижной щеки, а нижняя часть двигается вверх и навстречу неподвижной щеке, а в четвертой, последней, фазе нижняя часть щеки движется в сторону, противоположную неподвижной щеке, и вверх, препятствуя выпадению

* Работа выполнена в соответствии с государственным контрактом Министерства образования и науки № 7.4662.2011.



Кинематические схемы щековых дробилок:
а – с простым движением щеки; *б* – со сложным движением щеки; *в* – с гибридным приводом; *г* – с плоскопараллельным движением щеки

готового материала. Таким образом, движение щеки в третьей и четвертой фазах препятствует выходу готового раздробленного материала из камеры дробления, т.е. выпадение готового продукта из камеры дробления происходит два раза за один оборот кривошипа, как и у дробилок с простым движением щеки.

Также можно выделить группу дробилок, у которых траектория движения подвижной щеки изменена с помощью различных конструктивных приемов, обеспечивающих примерно постоянную величину хода сжатия по всей высоте камеры дробления. Идея таких конструктивных решений сводится к сочетанию схем простого и сложного движений. Характерным примером такой гибридной дробилки является дробилка с общим эксцентриковым приводным валом [4] (см поз. *в* рисунка), у которой круговое движение верхней части щеки обеспечивается вращением одного эксцентрика, а качание нижней части щеки происходит за счет движения распорной плиты, приводящейся другим эксцентриком. Производительность такой дробилки больше, чем у рассмотренных выше, однако из-за сложности изготовления и эксплуатации распространения она не получила.

В Сибирском государственном индустриальном университете спроектирована дробилка [5], обеспечивающая плоскопараллельное движение подвижной щеки за счет применения двухкривошипного шарнирного четырехзвенника с общим приводом кривошипов (см. поз. *г* рисунка), при этом траектория движения точек щеки является круговой, и ход сжатия по всей высоте камеры дробления постоянный. Так как длины кривошипов одинаковые, подвижная щека в первой фазе при движении кривошипа из крайнего верхнего положения вниз на угол 90º движется навстречу неподвижной щеке, дробя исходный материал, и вниз, способствуя разгрузке раздробленного материала. Во второй фазе при движении кривошипа в крайнее нижнее положение подвижная щека движется в сторону, противоположную неподвижной, и вниз, при этом происходит форсированный выброс раздробленного материала из камеры дробления за счет движения щеки в сторону разгрузки. В третьей фазе работы кривошипа при переходе из нижнего крайнего положения вверх на угол 90º подвижная щека движется вверх и в сторону, противоположную неподвижной, продолжая форсированную разгрузку раздробленного материала, а в четвертой фазе подвижная щека движется вверх навстречу неподвижной щеке, начиная дробление вновь загружаемого материала через загрузочное окно. Таким образом, выпадение готового продукта из камеры дробления происходит в течение 3/4 оборота кривошипа.

Предложенная конструкция при достаточно простой кинематической схеме обеспечивает большую производительность дробилки.

Выводы. Приведен анализ работы существующих кинематических схем щековых дробилок. Предложена схема дробилки, обеспечивающая повышение ее производительности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Муйземнек Ю.А. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.
2. Целиков А.И. Машины и агрегаты металлургических заводов. Т.1. – М.: Машиностроение, 1987. – 440 с.
3. Масленников В.А. // Изв. вуз. Горный журнал. 1996. № 10 – 11. С. 124 – 138.
4. А.с. 106148 СССР. Камнедробильная машина / Клушанцев Б.В. // Открытия. Изобретения. 1957. № 5.
5. Пат. РФ №245370. Щековая дробилка / Никитин А.Г., Люленков В.И., Сахаров Д.Ф.. Витушкин А.В. // Открытия. Изобретения. 2012. № 17.

© 2012 г. *А.Г. Никитин, В.И. Люленков, А.В. Витушкин, Н.Д. Калюкина*
Поступила 22 марта 2012 г.