

ОСНОВЫ КЛАССИФИКАЦИИ ЩЕКОВЫХ ДРОБИЛЬНЫХ МАШИН

Копосов П.В., Жуков И.А.

*Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II,
Санкт-Петербург*

Ключевые слова: классификация щековых дробилок, рабочий элемент дробилки, характер движения щеки, продольный профиль щеки.

Аннотация. В статье излагаются основы развития существующей классификации щековых дробилок, построенные на подробном анализе разнообразных типов дробильных машин с уникальными формами щек. Предлагаются четыре признака классификации, по которым самые разнообразные конструкции дробилок могут быть отнесены к различным группам. В качестве примера приводится описание одной из известных дробилок с учетом представленной классификации.

FUNDAMENTALS OF CLASSIFICATION OF JAW CRUSHING MACHINES

Koposov P.V., Zhukov I.A.

Saint-Petersburg Mining University of Empress Catherine II, Saint-Petersburg

Keywords: classification of jaw crushers, working element of the crusher, type of jaw motion, longitudinal profile of the jaw.

Abstract. The article outlines the basics of the development of the existing classification of jaw crushers, based on a detailed analysis of various types of crushing machines with unique cheek shapes. Four classification criteria are proposed, according to which a wide variety of crusher designs can be classified into different groups. As an example, a description of one of the well-known crushers is given, taking into account the presented classification.

Дробление горных пород является одним из ключевых процессов горнодобывающей отрасли, так как оно позволяет получить необходимый размер частиц для дальнейшей переработки и использования. При этом, эффективность разрушения материалов определяется рядом факторов, таких как физико-механические свойства объекта дробления, тип и конструкция применяемого оборудования, режимы его работы и т.д. Разрушение горной породы дроблением реализуется в валковых, конусных или щековых дробилках [1].

В процессе дроблении материалов крупного и среднего размера широко применяются щековые дробилки, в которых фрагментация осуществляется путем раздавливания, раскалывания и частичного истирания. Упомянутые виды воздействия реализуются посредством периодического сближения двух щек (рис. 1). Кинематические характеристики движения щек определяются в соответствии со схемой рабочего механизма. На сегодняшний день накоплен значительный объем разнообразных вариантов кинематических схем дробилок. Характер разрушения материалов, обладающих различными свойствами, в частности физико-механическими, а также разнообразные требования и нужды

промышленности к конечному продукту определяют тип, параметры и режимы работы применяемого дробильного оборудования.

В известной монографии «Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации», опубликованной в 1990 году [1], представлен вариант разделения щековых дробилок в зависимости от характера движения подвижной щеки. При этом авторы выделяют лишь две возможные группы конструкций. Первая группа объединяет дробилки, содержащие в своей структуре щеку, совершающую в процессе работы простое движение, при котором все точки щеки описывают траекторию в виде прямой линии или дуги окружности. Ко второй группе относятся дробилки, в которых подвижная щека совершает сложное движение, при котором траектории ее точек представляют собой замкнутые кривые, подобные эллипсу. Кроме того, в названной монографии [1] на страницах 70-72 представлены варианты исполнения щек дробильных машин с криволинейным продольным профилем (рис. 2). Авторы настоящей статьи считают, что этот отличительный признак должен быть внесен в основу развития существующей классификации.

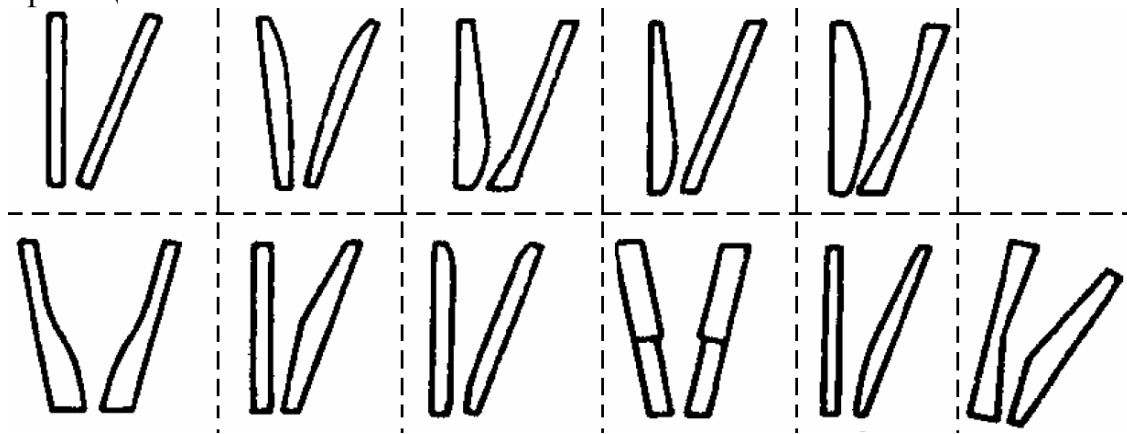


Рис. 1. Различные варианты исполнений щек дробильных машин

Форма щеки дробилки оказывает прямое влияние на операционные параметры дробилки, включая производительность, потребление энергии, форму и состав выходной фракции разрушаемого материала. Геометрические параметры щеки непосредственно определяют размеры камеры дробления, угол захвата материала, направление и величину действующих на объект дробления усилий. Наиболее часто применяемыми в практике дробильными машинами являются конструкции, оснащенные щеками с прямолинейным продольным профилем. Однако, например, двояковыпуклая форма щеки дает возможность получить наиболее мелкую фракцию, а выполнение нижней части щеки с искривлением предотвращает забивание камеры и способствует получению более однородного материала. В свою очередь выпукло-вогнутый профиль применяется в дробилках-грануляторах, т.к. такой вариант исполнения щеки позволяет получить гранулы готовой продукции однородной формы и более узкого класса крупности.

Сравнительный анализ существующих технических решений щековых дробильных машин, представленных в статье [2], позволил авторам сформулировать отличительные признаки, которые существенно дополняют известную классификацию щековых дробильных машин (рис. 2).



Рис. 2. Развитие классификации щековых дробилок

В качестве первого критерия классификации было выбрано «Наличие неподвижной щеки». Большая часть конструкций дробилок включает в себя неподвижную щеку, которая жестко закреплена в их структуре. При использовании только подвижных щек в работе дробильной машины все давление, которое испытывают щеки, может быть направлено на разрушение материала.

Вторым критерием является «Количество рабочих элементов подвижной щеки». Как правило, щека представляет собой звено, состоящее из деталей, жестко соединенных между собой, без возможности их относительного движения. Достаточно большое количество машин имеют дробящую плиту – щеку, состоящую только из одного рабочего элемента. Однако существуют машины, у которых щека состоит из двух или более рабочих элементов, расположенных последовательно, друг за другом. Это позволяет им обеспечивать относительное перемещение и, следовательно, обуславливает их назначение для дробления материалов различной крупности. Особенность таких машин заключается в использовании нескольких подвижных щек с одной стороны камеры дробления, что приводит к снижению нагрузок на механизм и позволяет применять различные силы действия на дробимый материал для каждого элемента щеки. Это в свою очередь оказывает положительное влияние на эффективность и качество дробления материала.

Следующим критерием классификации является «Характер движения щек». Кроме простых и сложных движений, предлагается включить третью категорию – комбинированное движение. Этот тип движения щек характерен только для дробилок, которые по критерию «Количество рабочих элементов подвижной щеки», относятся к двум-, трем- и более элементным.

Отдельно авторы выделяют «Геометрическую форму продольного профиля щек» в качестве очередного критерия классификации щековых дробилок. Согласно этому критерию, дробильные машины могут быть разделены на 4 категории: 1) с прямолинейным профилем, 2) со ступенчатым профилем, 3) с ломаным профилем и 4) с криволинейным профилем. Такое разделение основано на направлении усилия, приводящего к разрушению дробимого материала. Если продольный профиль щеки выполнен линейным, то усилие дробления будет направлено по нормали к поверхности, и линии его действия будут параллельны между собой в каждой точке контакта щеки с материалом. Отдельно необходимо

выделить два варианта выполнения профиля – ступенчатый и ломаный, при которых рабочая поверхность щеки также линейна, но линии действия сил дробления будут направлены под разным углом в разных точках контакта щеки с материалом, хотя и могут быть параллельны друг другу на определенном участке продольного профиля щеки. Четвертая категория предполагает принципиальное отличие профиля щеки от прямолинейного. Например, известен вариант выполнения продольного профиля щеки по эвольвенте окружности [3].

Таким образом, все технические решения щековых дробилок могут быть отнесены к каждой конкретной группе классификационных признаков. Например, дробилка, показанная на рисунке 3, может быть обозначена как – I¹-II¹-III¹-IV².

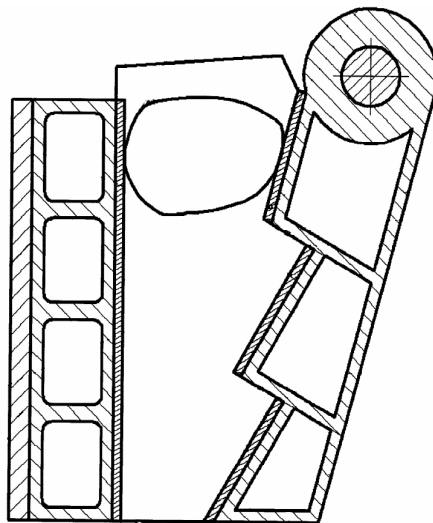


Рис. 3. Щековая дробилка по патенту № 2365412 [4]

Наличие более расширенной классификации щековых дробильных машин позволяет не только охарактеризовать соответствующим образом существующие конструкции, но и наиболее рационально подобрать методы их кинематического и силового исследований, а также установить их оптимальное практическое функциональное назначение.

Список литературы

1. Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Муйземнек Ю.А. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.
2. Копосов П.В., Жуков И.А., Бойко В.С. Обзор кинематических схем дробильных машин с непрямолинейной формой щеки // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – №11-1. – С. 102-115. – DOI: 10.25018/0236_1493_2023_111_0_102.
3. Дворников Л.Т., Чернов П.Е. К вопросу о совершенствовании двухщековых дробильных машин // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2020. – №7. – С. 33-36.
4. Патент №2365412 РФ. Щековая дробилка / Тарасов Ю.Д., Габова В.В., Саблин Р.А., Киселев С.С. – Заявка №2008117738/03 от 04.05.2008; опубл. 27.08.2009, Бюл. №24.

Сведения об авторах:

Копосов Павел Вячеславович – аспирант.

Жуков Иван Алексеевич – д.т.н., доцент, заведующий кафедрой машиностроения.