

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ НЕДРОБИМОГО КУСКА В КАМЕРЕ РАЗРУШЕНИЯ ДРОБИЛКИ СО СЛОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ЩЕКИ

Никитин А.Г., д.т.н., доцент (nikitin1601@yandex.ru)

Тагильцев-Галета К.В., аспирант

Сибирский государственный индустриальный университет
(654007, Россия, Новокузнецк, Кемеровской обл., ул. Кирова, 42)

Аннотация. Рассмотрена разработанная математическая модель, описывающая взаимосвязь угла отклонения неприводной щеки с расположением недробимого куска по высоте камеры разрушения, что позволяет оперативно устранять аварийную ситуацию при работе дробильной машины со сложным движением щеки из-за попадания в камеру разрушения недробимого куска.

Ключевые слова: щековая дробильная машина, предохранитель, недробимый кусок, камера разрушения, угол отклонения неприводной щеки.

Дробилки (в том числе и щековые) используются в составе дробильно-сортировочных комплексов, состоящих из питателя, предварительных грохотов, дробильного отделения и грохотов для разделения фракций продукта дробления. Так как дробильно-сортировочный процесс является непрерывным, остановка одного элемента неизбежно приводит к остановке всего комплекса. Аварийный выход из строя щековой дробилки может быть вызван в том числе и попаданием в камеру разрушения недробимого материала, что происходит достаточно часто. Для предотвращения подобных аварий, приводящих к длительной остановке дробилки, используют различные предохранительные устройства. Например, применяются распорные плиты с ослабленным сечением, которые часто ломаются без видимых перегрузок, а не только при попадании в камеру разрушения недробимых предметов¹. Также возможно использование пружинных предохранителей.

Известны дробилки со сложным движением щеки (рис. 1), состоящие из корпуса, приводной (подвижной) и неприводной щеки, удерживаемой в рабочем положении пружинным предохранителем и упором. Заневоленный пружинный предохранитель развивает силу, превышающую номинальную силу дробления на 5 %, так как при технологических испытаниях и дальнейшей эксплуатации такая погрешность является минимально допустимой согласно ГОСТ Р ИСО 5725-6 – 2002. Таким образом, сила, развиваемая пружинным предохранителем, превышает максимальное усилие технологического сопротивления, т.е. в номинальном режиме работы неприводная щека остается неподвижной.

Предполагается, что при попадании в камеру разрушения недробимого материала неприводная щека отжимается, недробимый кусок проваливается и установка продолжает работать в номинальном режиме. Однако, при попадании в рассматриваемую зону недробимого предмета, превышающего размер выходной щели, дробилка оказывается заклиненной вследствие невозможности удаления куска через выходную щель, так как при осуществлении рабочего хода приводной щеки недробимый кусок отодвигает неприводную. При обратном (холостом) движении приводной щеки неприводная, вследствие действия силы, развиваемой пружинным предохранителем, прижимает недробимый кусок к приводной щеке, лишая возможности его удаления, что приводит к заклиниванию и дальнейшему «заваливанию» дробилки. Это является аварийной

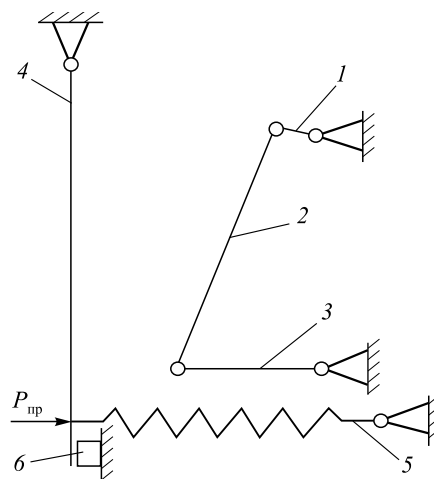


Рис. 1. Принципиальная кинематическая схема дробилки со сложным движением щеки:

1 – кривошип; 2 – приводная щека; 3 – коромысло; 4 – неприводная щека; 5 – пружинный предохранитель; 6 – упор

¹ Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Муйземнек Ю.А. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.

ситуацией, останавливающей весь производственный процесс. Следовательно, конструкция пружинного предохранителя предотвращает выход из строя дробилки из-за поломок элементов, но не позволяет удалить недробимый кусок, что приводит к «заваливанию» дробилки и ее остановке для удаления недробимого предмета (чаще всего вручную оператором), что является весьма трудоемкой операцией.

Литературный обзор показал, что в настоящее время не существует конструкций предохранительных устройств щековых дробилок, позволяющих не только предохранять дробилки от поломок при попадании в камеру разрушения недробимого материала, но и удалять его без длительной остановки работы установки, т.е. задача решения этой проблемы является актуальной.

Для достижения наибольшей оперативности при удалении недробимого предмета необходимо определить его положения по высоте в зоне разрушения и связать с параметром, позволяющим идентифицировать наличие недробимого предмета в зоне разрушения. В качестве параметра идентификации можно принять угол отклонения неприводной щеки от исходного положения. Тогда следует определить взаимосвязь угла отклонения неприводной щеки с расположением недробимого куска по высоте камеры разрушения.

Рассмотрим такое положение элементов дробилки, когда приводная щека находится в крайних положениях, определяющих отклонение неприводной щеки при попадании в установку недробимого куска (рис. 2). Пусть кусок произвольного размера $F - F'$ располагается в камере дробления на расстоянии $BH = y$ от оси кривошипа, при этом отклонение неприводной щеки равно $G - F = X$, т.е. ходу приводной щеки на рассматриваемом уровне, а угол отклонения неприводной щеки равен $\beta = \arctg \frac{X}{AF}$. Из рис. 2 следует, что $AF = AK + KF$,

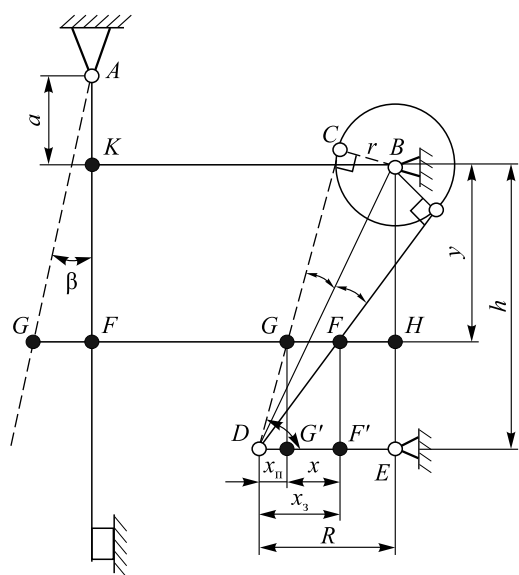


Рис. 2. Расчетная схема

где $AK = a$ – высота от точки подвеса неприводной щеки до оси кривошипа; $KF = BH = y$, тогда

$$\beta = \arctg \frac{X}{a + y}. \tag{1}$$

Ход X приводной щеки на уровне y определяется следующим образом: $X = x_3 - x_n$, где $x_3 = (h - y) \text{ctg} \alpha$; $x_n = (h - y) \text{ctg}(2\gamma + \alpha)$, при этом $\gamma = \arctg \frac{r}{b}$, где $r = CB$ – длина кривошипа; $b = CD$ – длина приводной щеки; $(\gamma + \alpha) = \arctg \frac{h}{R}$, где $h = BE$ – длина стойки; $R = DE$ – длина коромысла; $\alpha = \arctg \frac{h}{R} - \arctg \frac{r}{b}$, откуда

$$X = (h - y) [\text{ctg} \alpha - \text{ctg}(2\gamma + \alpha)]. \tag{2}$$

После совместного решения выражений (1) и (2) относительно величины y , получим

$$y = \frac{h [\text{ctg} \alpha - \text{ctg}(2\gamma + \alpha)] - a \text{tg} \alpha}{\text{tg} \beta + [\text{ctg} \alpha - \text{ctg}(2\gamma + \alpha)]}. \tag{3}$$

Таким образом, фиксируя значение угла β отклонения неприводной щеки от первоначального положения, можно определить положение недробимого куска по высоте в камере разрушения. Из анализа уравнения (3) следует, что на угол отклонения влияют геометрические характеристики дробильной машины и величина хода приводной щеки в горизонтальной проекции, зависящая от поперечного размера недробимого куска.

Полученное соотношение (3) позволяет определить положение недробимого куска в камере разрушения по высоте в зависимости от отклонения неподвижной щеки, что в свою очередь, позволяет быстрее ликвидировать создавшуюся аварийную ситуацию.

В настоящее время для устранения заклинивания применяется расширение выходного отверстия дробилки путем отвода неприводной щеки с целью удаления недробимого куска под действием силы тяжести, при этом отвод щеки осуществляется на максимально возможное значение и в негодный продукт уходит весь материал, находящийся в камере разрушения. Использование предложенной математической модели позволяет по углу отклонения неприводной щеки определять положение недробимого куска по высоте камеры разрушения и удалять его путем отклонения щеки на необходимое для удаления расстояние, при этом материал, находящийся выше недробимого куска, остается в камере разрушения и после устранения аварийной ситуации перерабатывается в готовый годный продукт.

Выводы. Получена математическая модель, описывающая взаимосвязь угла отклонения непривод-

ной щеки с расположением недробимого куска по высоте камеры разрушения, что позволяет оперативно устранять аварийную ситуацию при работе дробильной машины со сложным движением щеки

из-за попадания в камеру разрушения недробимого куска.

© 2014 г. Никитин А.Г., Тагильцев-Галета К.В.
Поступила 5 июня 2014 г.

IZVESTIYA VUZOV. CHERNAYA METALLURGIYA = IZVESTIYA – FERROUS METALLURGY. 2014. No. 8. Vol. 57, pp. 34–36.

MATHEMATICAL MODEL OF DETERMINING THE POSITION OF UNCRUSHED PIECE IN THE CRUSHING CHAMBER CRUSHER WITH A COMPLEX MOVEMENT CHEEKS

Nikitin A.G., Dr. Sci. (Eng.), Assist. Professor
(nikitin1601@yandex.ru)

Tagiltsev-Galeta K.V., Postgraduate

Siberian State Industrial University (42, Kirova str., Novokuznetsk, Kemerovo Region, 654007 Russia)

Abstract. The paper considers the mathematical model describing the relationship of the deflection angle of the non-driving

cheeks with the location of uncrushed piece on height camera of destruction that allows the elimination of emergency situation when working crushing machines with sophisticated motion cheeks because of getting into the camera of the destruction of an uncrushed piece.

Keywords: jaw crushing machine, fuse, uncrushed piece, camera of destruction, deflection angle of the non-driving cheeks.

Received June 5, 2014
