

УДК 621.926.22

## ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВКИ ПРИВОДА ВИБРОЩЁКОВОЙ ДРОБИЛКИ С НАКЛОННОЙ КАМЕРОЙ ДРОБЛЕНИЯ

Е.В. Федоскина

ассистент кафедры основ конструирования механизмов и машин, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепр. Украина

**Аннотация.** Статья направлена на обоснование ограничений, налагаемых на выбор места размещения вибровозбудителя при проектировании виброщёковой дробилки.

Выполнен анализ конструктивных схем виброщёковых дробилок с вертикальным расположением камеры дробления. Критерием оценки принята скорость движения потока дроблёного материала, разгружаемого из дробилки. Показано, что качественная картина взаимного расположения векторов движения потока материала и действия возмущающей силы вибровозбудителя остаётся неизменной при любом размещении привода на дробящих щёках.

*Ключевые слова:* вибрационная щековая дробилка, скорость перемещения материала, вибровозбудитель, направленная вибрация.

## FEATURES DISPOSITION OF THE VIBRATIONAL CHEEK CRUSHER DRIVE WITH THE OBLIQUE CAMERA OF CRUSHING

Ye.V. Fedoskina

Assistant, Machinery Design Fundamentals Department, National Mining University, Dnepr, Ukraine

**Abstract.** The limitations imposed on the choice of the location of the exciter for the design of the vibratory-grinder crusher are justified.

The constructive schemes analysis of vibrating-grinder crushers with vertical arrangement of the crushing chamber is made. The evaluation criterion is the flow of the crushed material speed discharged from the crusher. It is shown that the qualitative location of the flow vectors of the material flow and the action of the perturbing force of the exciter remains unchanged with any arrangement of the drive on the crushing cheeks.

*Keywords:* vibration cheek crusher, travel speed of material, lag vibrator, vibration direction.

**Введение.** В настоящее время, наряду с крупнотоннажным производством, увеличивается количество предприятий, потребность которых в получении мелкозернистого продукта ограничивается от нескольких тонн до десятков килограмм в час. Это предопределяет необходимость создания высокоэффективных малогабаритных машин, к которым можно отнести вибрационные щековые дробилки, способные при

небольшой производительности заменить мельницы и использоваться как самостоятельный измельчающий агрегат (особенно при переработке прочных материалов), что позволяет снизить энергопотребление, металлоемкость, повысить степень дробления за счет реализации высокочастотного ударного характера приложения нагрузки к перерабатываемому материалу.

Одним из классификационных признаков таких дробилок является расположение камеры дробления, которая конструктивно может выполняться вертикальной либо наклонной. Принимая в качестве критерия закон движения щек, дробилки могут быть выполнены с прямолинейным либо поворотным движением щек.

**Цель работы.** Обосновать конструктивные схемы виброщёковых дробилок с вертикальным расположением камеры дробления и рассмотреть ограничения, налагаемые на выбор места размещения вибровозбудителя при проектировании виброщёковой дробилки.

**Материал и результат исследований.** Вибрационная щековая дробилка с прямолинейным движением щек (рис. 1) и вертикальным расположением камеры дробления имеет инерционный вибровозбудитель самобалансного типа 1, установленный на каждой щеке 2 и задающий им противофазное колебательное движение.

При такой схеме размещения привода, возмущающее усилие направлено перпендикулярно потоку перемещения материала и, практически, не влияет на его скорость, которая в промежутке между соударениями, равна скорости свободного падения дроблёного продукта:

$$v = gt$$

где  $t$  - время раскрытия щели.

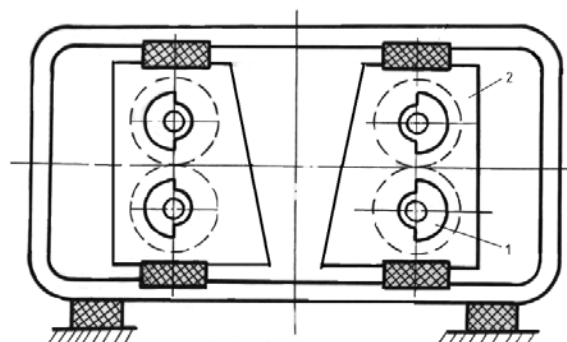


Рис. 1. – Вибрационная щековая дробилка с прямолинейным движением щек.

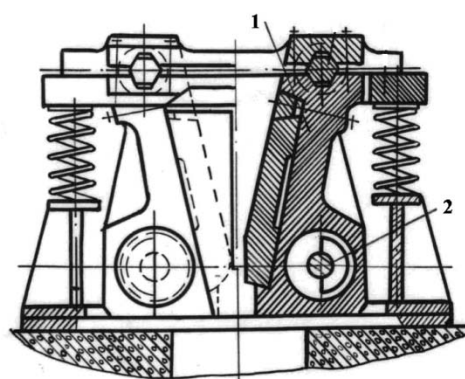


Рис. 2. – Вибрационная щековая дробилка с поворотным движением щек.

Вибрационная щековая дробилка с поворотным движением щек (рис. 2) и вертикальным расположением камеры дробления имеет установленный на каждой щеке 1 одновальный вибровозбудитель 2.

Такая конструктивная схема дробилки предопределяет наличие двух колебательных контуров: первый – щека, упругие элементы, одновальный вибровозбудитель; второй – корпус дробилки со щеками, амортизаторы, самобалансный вибровозбудитель (образованный вибровозбудителями щек). Первый контур формирует поворотные колебания щек, второй – вертикальные колебания дробилки.

Поворотные колебания щек обеспечивают силовое воздействие с направлением вектора возмущающей силы перпендикулярно потоку перемещения материала. Вертикальные колебания дробилки придают материалу начальную скорость в момент потери контакта с поверхностью щек [1], что увеличивает расстояние  $Y$ , проходимое материалом за время раскрытия щели и определяемое как:

$$Y = \frac{1}{2}gt^2 + \frac{2F}{M_{др}\omega^2} + \frac{2Ft}{M_{др}\omega},$$

где  $F$  – усилие, развиваемое вибровозбудителем одной щеки;  $M_{др}$  – масса колеблющихся частей дробилки;  $\omega$  – угловая скорость вращения дебалансов

В приведенных выражениях скорости и перемещения материала не имеется какой-либо составляющей (координаты) влияющей на качественную картину взаимного расположения векторов движения потока материала и действия возмущающей силы вибровозбудителя. Это обосновывает отсутствие ограничений при выборе размещения вибровозбудителя в процессе проектирования дробилки согласно рассмотренным выше конструктивным схемам.

Вибрационная щековая дробилка с наклонной камерой дробления (рис.3) содержит корпус 1, выполняющий также роль нижней щеки. В стойках корпуса, посредством оси подвеса 2, шарнирно установлена подвижная щека 3 с вибровозбудителем 4. Дробилка расположена на опорных амортизаторах 5, а между подвижной щекой 3 и корпусом 1 установлен упругий элемент 6. Щеки дробилки имеют заменяемые футеровочные плиты 7.

Разрушение материала в наклонной камере вибрационной щековой дробилки, как и в других типах щековых дробилок, может осуществляться только при наличии двух основных составляющих: транспортировки материала по нижней щеке и силовом воздействии на материал со стороны верхней щеки. Причем эти два процесса взаимосвязаны. Так, при отсутствии перемещения материала, количество мелких фракций постоянно увеличивается, доходя до предела, когда энергия щеки идет на преодоление дис-

сипативных сил и процесс дробления прекращается. При увеличении скорости транспортирования количество ударов, наносимых по материалу рабочей поверхностью верхней щеки, уменьшается, что приводит к снижению выхода готового продукта. Положительной особенностью дробилки с наклонной камерой дробления является возможность управления процессом движения материала и его силовым нагружением.

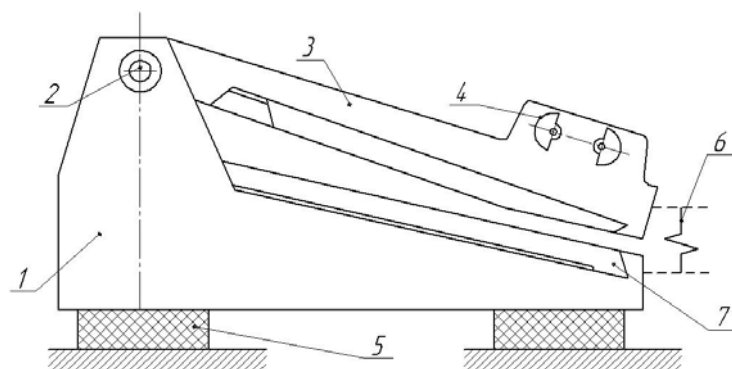


Рис. 3. – Конструктивная схема виброщёковой дробилки с наклонной камерой дробления

В отличие от вибротранспортных машин, скорость перемещения материала в рассматриваемой дробилке различна по длине камеры дробления. В зоне загрузки материал движется равномерным слоем с одинаковой скоростью. В зоне дробления скорость материала связана с его крупностью. Куски, высота которых превышает минимальную ширину щели в данном сечении камеры дробления, подвергаются зажатию между плоскостями и скорость их равна нулю. В этот же момент времени, куски с меньшей высотой продолжают движение в направлении разгрузки с прежней скоростью.

Особенностью транспортирования материала в камере дробления также является то, что направление вибрации не всегда совпадает с направлением его движения. Это связано с конструктивным исполнением дробилки, где вибровозбудитель располагается на верхней щеке, а не на транспортирующем элементе. Ниже (рис.4) приведены характерные конструктивные схемы установки вибровозбудителя

Наклонное расположение вибровозбудителя (рис.4, а) позволяет достаточно просто выполнять монтаж но, по условиям смазки, не совсем рационально. С позиций конструирования предпочтительней представляется схема (рис.4, б) однако окончательный выбор схемы необходимо принимать с учётом скорости движения материала в камере дробления.

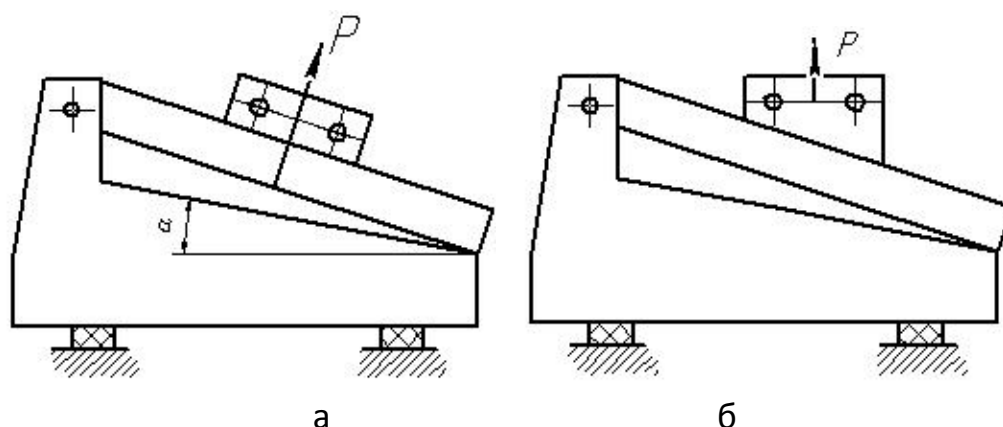


Рис. 4. – Схемы установки вибровозбудителя:

а – плоскость, проходящая по осям дебалансных валов вибровозбудителя, располагается наклонно; б – плоскость, проходящая по осям дебалансных валов вибровозбудителя, располагается горизонтально

Движение материала в щёковой дробилке с наклонной камерой можно рассматривать как процесс вибрационного перемещения материала, подверженного периодическим ударам. Перемещение может происходить между сужающимися или параллельными плоскостями. Нижняя плоскость (щека) обеспечивает транспортирование материала. Верхняя плоскость обеспечивает нанесение периодических ударов.

Соответственно конструктивным, приведены расчётные (рис. 5) схемы движения частицы материала в промежутке между соударениями.

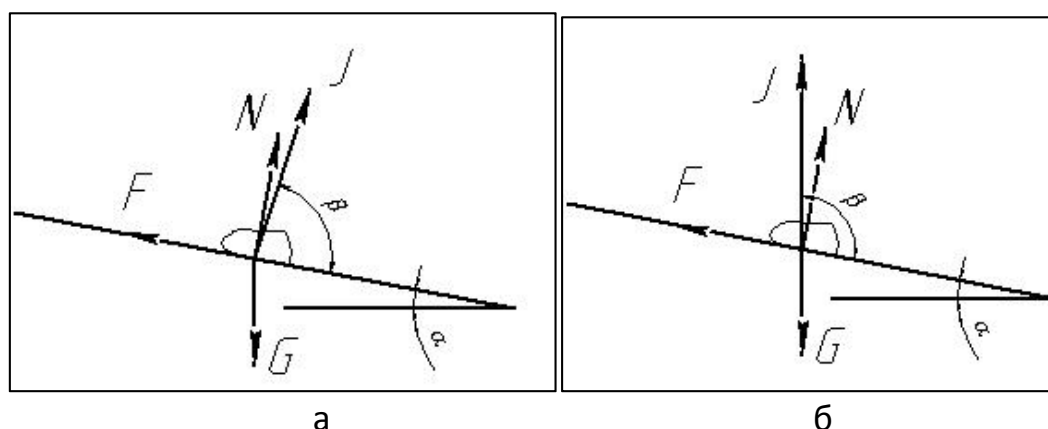


Рис. 5 – Схема сил, действующих на частицу материала

G - сила тяжести, действующая на частицу; N - нормальная реакция; F - сила трения частицы о поверхность транспортирования; J - сила инерции;  $\beta$  - угол между направлением вибрации и поверхностью транспортирования;  $\alpha$  - угол наклона поверхности транспортирования к горизонту

Принимаем допущения, что транспортирующая поверхность нижней щеки имеет шероховатую поверхность, совершающую прямолинейные поступательные гармонические колебания с амплитудой  $A$  и частотой  $\omega$ . Возмущающая сила проходит через центр масс корпуса дробилки и средняя скорость движения материала [2] определится по выражению

$$v = (K_1 + K_2 \sin \alpha) A \omega \cos \beta \sqrt{1 - \frac{1}{K_V^2}}, \quad (1)$$

где  $K_1, K_2$  – опытные коэффициенты,  $K_V$  – коэффициент режима работы.

При наклонном расположении вибровозбудителя (рис 5, а) инерционная сила  $J$  направлена под острым углом ( $\beta < 90^\circ$ ) к плоскости транспортирования, что обеспечивает эффективное перемещение материала. Как вариант, в рассматриваемой конструктивной схеме, плоскость транспортирования может располагаться горизонтально ( $\alpha = 0$ ). Такое решение целесообразно использовать при дроблении материала округлой формы (например, частиц стальной дроби), что предотвращает скатывание частиц к разгрузочной щели дробилки и позволяет регулировать скорость перемещения материала.

Если плоскость, проходящая по осям дебалансных валов вибровозбудителя, располагается параллельно плоскости транспортирования, то  $\beta = 90^\circ$ , скорость вибротранспортирования материала принимает нулевое значение ( $v = 0$ ) и движение материала зависит только от угла наклона ( $\alpha > 0$ ) плоскости транспортирования.

Схема с горизонтальным расположением плоскости, проходящей по осям дебалансных валов вибровозбудителя (рис.4, б; 5, б) определяет вертикальное направление силы инерции  $J$ . Транспортирующая плоскость может занимать наклонное или горизонтальное положение. При положительном значении угла  $\alpha$ , угол вибрации  $\beta$  превышает  $90^\circ$  и, исходя из формулы (1), скорость движения материала  $v$  принимает отрицательное значение. Такое расположение вибровозбудителя, при определённых параметрах, может привести к остановке движения материала и перемещению его в направлении загрузочного окна.

Горизонтальное положение плоскости транспортирования ( $\alpha = 0$ ) приводит к отсутствию силы, способствующей перемещению материала и его разгрузки из камеры дробления, что исключает применение дробилки по её основному функциональному назначению.

**Выводы.** Конструктивное исполнение виброщёковых дробилок с вертикальной камерой дробления не имеет ограничений по размещению вибровозбудителя. В виброщёковой дробилке с наклонной камерой дробления рациональным является положение привода при котором плоскость,

проходящая по осям дебалансных валов вибровозбудителя, образует острый угол с рабочей поверхностью нижней щеки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вайсберг, Л.А. Вибрационные дробилки. Основы расчёта, проектирования и технологического применения / Л.А. Вайсберг, Л.П. Зарогатский, В.Я. Туркин.-СПб.: ВСЕГЕИ, 2004.-306 с.

2. Потураев, В.Н. Вибрационные транспортирующие машины / В.Н. Потураев, В.П. Франчук, А.Г. Червоненко. М.: Машиностроение, 1964.-270 с.

УДК 624.074.4:681.3:539.4

## РАСЧЕТ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ИХ НАВОДОРАЖИВАНИЯ

**Г.В. Филатов**

доктор технических наук, профессор кафедры материаловедения, Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет», г. Днепр, Украина, e-mail: [filatovgv@mail.ru](mailto:filatovgv@mail.ru)

**Аннотация.** Исследуется поведение тонкостенной цилиндрической оболочки в условиях наводороживания. Формулируются уравнения коррозионного процесса и разрушения стенки оболочки в результате водородного охрупчивания. Приводится номограмма, позволяющая определять время существования оболочки до разрушения в зависимости от начальной толщины стенки оболочки и показателя охрупчивания.

*Ключевые слова:* наводороживание, водородное охрупчивание, долговечность конструкций.

## CALCULATION OF STRUCTURES DURABILITY ON IT HYDROGENATION CONDITION

**G.V. Filatov**

Ph.D., Professor, Department of Materials Science, State Higher Educational Institution "Ukrainian State University of Chemical Technology", Dnepr, Ukraine, e-mail: [filatovgv@mail.ru](mailto:filatovgv@mail.ru)

**Abstract.** Is researched the behavior of thin-walled cylindrical shell under hydrogenation. Are formulated the equation of the corrosion process and walls destruction of shell as a result of hydrogen embrittlement. Is presented a nomogram that allows to determine the time before the destruction of the shell, depending on the initial wall thickness of shell and the index of material embrittlement.