

TSENTROBEZHNO'S DESIGN - THE GIRATIONNY MILL WITH LOW CONSUMPTION ELEKTROENERGY

КОНСТРУКЦИЯ ЦЕНТРОБЕЖНО - ГИРАЦИОННОЙ МЕЛЬНИЦЫ С НИЗКИМ ПОТРЕБЛЕНИЕМ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЙ

candidate of engineering sciences, associate professor Askarov E.S.

doc, PhD Arinova D.B.

doc., PhD Zhankeldi A.Zh.

an institute of industrial of engineering, is Almaty, Kazakhstan National research technical university of the name K.Satpaev

Abstract: *The essence of process of self-crushing "is" that large pieces of ore in a mill, being crushed, at the same time crush smaller pieces. Many technological processes demand use of the crushed raw materials which is exposed to crushing on mill oborudovaniye.*

KEYWORDS: CRUSHING, MILL FOR A GRINDING OF MINERAL RAW MATERIALS, CONSUMPTION OF ELEKTROENERGIYA, TESTING.

Сущность процесса самоизмельчения «заключается» в том, что крупные куски руды в мельнице, измельчаясь сами, в то же время измельчают более мелкие куски.

Многие технологические процессы требуют применения измельченного сырья, которое подвергается измельчению на мельничном оборудовании. Под измельчаемостью материала исходной крупности понимается способность его с большей или меньшей степенью легкости превращаться при измельчении в продукт заданной крупности. Так как прочностные свойства руд изменяются в широких пределах по – разному проявляются в различных условиях измельчения, вполне надежно установить измельчаемость руды и производительность мельницы можно только на основ промышленных испытаний. Особенно большие объемы измельчения происходят в горнорудной промышленности. Производство пищевой муки также требует применения мельниц.

Существующие в настоящее время мельницы потребляют огромное количество электроэнергии. В Республике Казахстан ежегодно перемалывается около 600 млн. тонн минерального сырья. Это в первую очередь руда, для добычи полезных ископаемых – цинк, алюминий, свинец, хром, уран, магний, титан, медь и т.д., уголь, для быстрого сжигания в котлах электростанций, гипс, гравий для строительной индустрии. Удельный показатель потребления электроэнергии мельниц составляет 25 – 50 кг/квт. Нетрудно подсчитать, что для перемола такого количества сырья необходимо 12 млрд. кВт. электроэнергии. Также следует отметить, что эксплуатируемые в настоящее время мельницы находятся в крайне сильно изношенном состоянии, некоторые работают более 50 лет. Необходима коренная замена мельничного оборудования, причем следует отметить, что в Казахстане крупных горнорудных мельниц не производится.

Сверхактуальной задачей является создание мельницы с низким потреблением электроэнергии, удельный показатель на уровне не менее 80 кг/квт по зерну и 150 кг/квт по руде.

Авторы предлагают схему мельницы центробежно - гирационной конструкции [1,2,4]. Центробежные мельницы имеют высокий уровень измельчения сырья при сравнительно малых энергозатратах. Существующие в настоящее время центробежно - планетарные мельницы отличаются высокой сложностью конструкции, большой стоимостью, помольные тела залипают в помольной камере и их перемешивание не эффективно, затрудненная подача сырья в помольную камеру.

Сравнительно недавно разработана новая конструкция мельницы центробежно - гирационного типа. Эти мельницы также отличаются высокой сложностью конструкции и динамической неуравновешенностью, что приводит их быстрому износу.

Авторы предлагают новую конструкцию привода вибратора такой мельницы, который конструктивно намного проще аналогов, динамически хорошо уравновешен, вследствие чего мельница имеет низкий уровень вибрации и малый износ при работе. Металлоемкость мельницы по сравнению с существующими центробежными мельницами понижена примерно в 2 раза. Мельница имеет уровень потребления электроэнергии как минимум в 2 раза меньше, чем у существующих мельниц. Низкие энергозатраты объясняются использованием при помоле центробежной силы колебания помольных тел. Получение такой силы требует намного меньшего расхода энергии, чем скажем использование силы гравитации, применяемой в шаровых мельницах или силы сжатия валцов в валцовых мельницах.

Предлагаемая мельница по потреблению электроэнергии является наиболее приемлемым вариантом, удельный показатель равен 60 - 80 кг/квт по зерну и 120 - 150 кг/квт по руде. Шаровые мельницы имеют этот показатель по руде 50 кг/квт, дезинтеграторы 20 кг/квт, валцовые 35 кг/квт по зерну, жерновые - 25 кг/квт по зерну. Другие существующие виды мельниц имеют этот показатель еще ниже.

Мельница отличается невысоким уровнем металлоемкости. Для сравнения скажем, что шаровая мельница производительностью 10 тонн/час весит 30 тонн, вес предлагаемой мельницы с такой же производительностью будет на уровне 7-8 тонн.

Мельница имеет невысокий уровень сложности конструкции. Существующие в настоящее время гирационно- центробежные мельницы, например модель ЦМ-4, имеет два эксцентриковых вала, 14 подшипников, 3 зубчатых колеса. Предлагаемая мельница имеет 1 эксцентриковый вал, 5 подшипников, зубчатых колес нет. Вес уменьшен в 2 раза.

Упрощение конструкции мельницы и уменьшение ее металлоемкости позволило уменьшить стоимость мельницы по сравнению с шаровыми примерно в 3 раза, по сравнению с существующими центробежными мельницами в 1,5 раза. Мельница имеет высокую ремонтно-пригодность. Она не требует жесткой защиты помольных камер, при сильном износе камеры просто быстро заменяются на новые. Стоимость помольных камер не высокая, они изготавливаются из стандартных стальных труб небольшого диаметра.

Разработана схема мельницы на базе кулисного механизма с одним валом [2]. По данной схеме изготовлено 5 опытно - промышленных мельниц на заводе Мас-сагет (город Алматы, Республика Казахстан). Мельницы прошли испытание, показали прекрасные результаты.

Двигатель через ременный редуктор (рисунок 1) вращает кривошипный вал, на котором шарнирно закреплено водило с двумя помольными камерами. Помольные камеры совершают плоско параллельное перемещение по окружности с радиусом равным длине кривошипа. Такое движение обеспечивается наличием вилки и пальца, которые обеспечивают постоянное горизонтальное положение водила во время его движения.

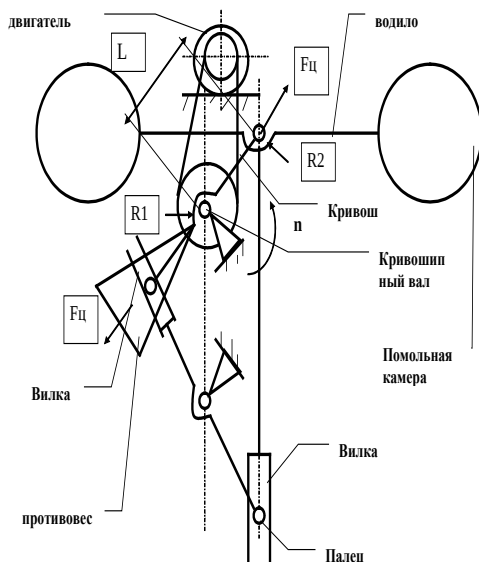


Рисунок 1- Схема центробежно-кулисной мельницы

Данная схема не имеет избыточной связи, динамически уравновешена, не требует применения зубчатых колес, конструктивно проста.

Расчет мощности привода. Мощность привода в основном затрачивается на проворот вала вокруг подшипника радиуса R1 и водила вокруг центрального подшипника радиуса R2. Этому провороту препятствует сила тяжести элементов мельницы, находящихся на валу и центробежная сила $F_{ц}$, которая приложена в подшипнике R2.

Крутящий момент от сил трения в подшипнике основного вала равен

$$M_{кртп1} = (m + m_{пр} + m_{вала}) \times g \times f \times R1$$

где m – масса водила и помольных камер, кг,

$m_{пр}$ – масса противовеса,

$m_{вала}$ – масса вала,

g – ускорение свободного падения.

f – коэффициент трения,

$R1$ – радиус подшипника

Центробежная сила $F_{ц}$ равна.

$$F_{ц} = m \times L \times \omega^2$$

L – длина кривошипа, м,

ω – угловая скорость, рад/с.

Крутящий момент от силы трения в подшипнике водила равен.

$$M_{кртп2} = F_{ц} \times f \times R2$$

Крутящий момент привода должен рассчитываться по следующей приближенной формуле

$$M_{пр} \geq 2 \times (M_{кртп1} + M_{кртп2})$$

Эмпирический коэффициент 2 учитывает взаимодействие звеньев кулисного механизма мельницы и противодействие вращению болванок в помольных камерах.

В свою очередь мощность привода равна

$$N = 2 \times f \times \omega \times \{(m + m_{пр} + m_{вала}) \times g \times R1 + m \times L \times \omega^2 \times R2\}$$

Из анализа полученной формулы видно, что наилучшим параметром через который можно уменьшать мощность привода является радиус подшипника R2. Он должен быть возможно минимальным.

Основным элементом, воспринимающим нагрузки является кривошипный вал. На него воздействуют силы тяжести водила, помольных камер, противовеса и самого вала, а также центробежная сила $F_{ц}$. Причем можно сказать, что основное воздействие оказывает центробежная сила $F_{ц}$ (рисунок 2)

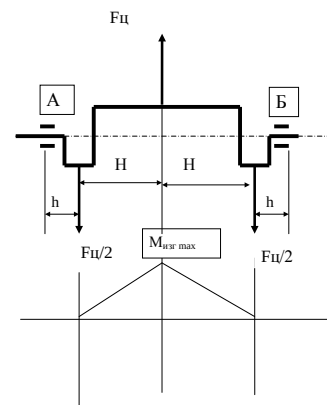


Рисунок 2- Схема воздействия динамических сил на вал мельницы

Главное разрушающее воздействие оказывает сила среза от динамических сил и изгибающий момент.

Достоинством конструктивной компоновки мельницы можно считать, установку противовеса посередине вала, что значительно улучшило динамические показатели мельницы.

Из опытов получены данные, что на производительность мельницы оказывает влияние частота вращения вала, объем помольных камер, длина кривошипа,

На дисперсность получаемого продукта влияет частота вращения вала, длина помольных камер, твердость помольных тел и их шероховатость, масса помольных тел.

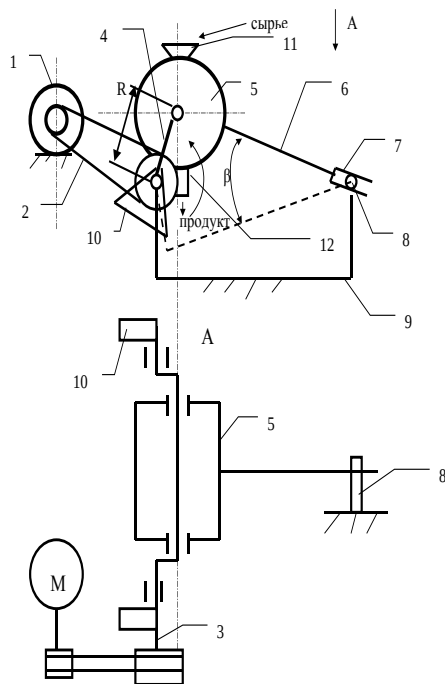
Из испытаний стало видно, что наиболее слабыми местами мельницы является вилка и особенно палец и паз в который он входит, которые подвержены быстрому износу. Эти элементы необходимо изготавливать из высокопрочных сталей и обеспечить хорошую смазку.

По рассмотренной схеме разработана центробежная мельница самоизмельчения, то есть работающая без помольных тел, имеющей упрощенную конструкцию, уменьшенное количество деталей и как следствие невы-

сокую стоимость. Мельница найдет применение в измельчении мягкого сырья – гипса, барита, известняка, волластонита и т.д. Хорошие перспективы имеет мельница при приготовлении тампонажных растворов в нефтедобыче. Она позволяет получать высоко гомогенизированные растворы, практически не выпадающие в осадок. Мельница имеет невысокий уровень шума.

На рисунке 3 показана схема мельницы.

Мельница состоит из следующих частей: двигателя 1, который через редуктор 2 вращает кривошипный вал 3 с кривошипом 4. На кривошипный вал 3 надет цилиндрический помольный барабан 5 с возможностью свободного проворота вокруг кривошипного вала 3. К помольному барабану 5 жестко крепится стержень 6 на конце которого имеется вилка - паз 7, взаимодействующая с цилиндрическим стержнем 8, который жестко крепится к основанию 9. На валу 3 с противоположной



стороны от кривошипа 4 установлены два противовеса 10 по одному с каждой стороны от помольного барабана 5. На помольном барабане 5 сверху имеется загрузочный патрубок 11 и внизу выходной патрубок 12.

Рисунок 3- Схема центробежной мельницы самоизмельчения

Расположение помольной камеры в центре позволяет получить большую частоту вращения вала до 1000 мин^{-1} , что определяет значительную производительность агрегата.

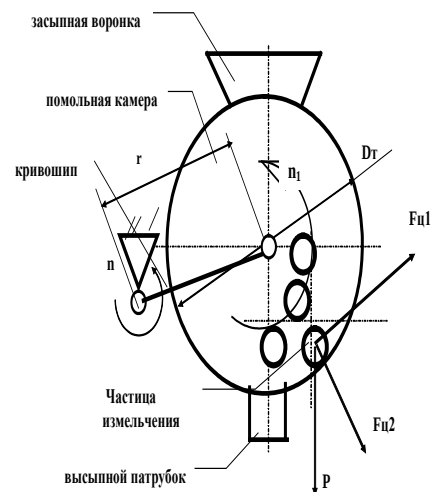


Рисунок 4 – Схема измельчения сырья

В помольной камере (рисунок 4) находится множество частиц измельчения, имеющих поперечный размер в среднем равный D_c . При вращении кривошипа помольная камера начинает вращаться с частотой n . На каждую частицу сырья находящегося в камере действуют следующие силы – тяжести P , центробежная F_{c1} , которая начинает двигать частицу по периметру цилиндрической помольной камеры, при этом возникает вторая центробежная сила F_{c2} , направленная по радиусу помольной камеры. Частицы в среднем начинают кружиться в помольной камере с частотой n_1 . Частицы находясь на разном расстоянии от центра помольной камеры, обладая разной массой вращаются с разной частотой и линейной скоростью. Они сталкиваются друг с другом, трутся, причем на очень высокой скорости, при этом происходит интенсивный процесс их разрушения.

Приведенные данные показывают, что предлагаемые центробежно- гириационные мельницы отличаются высокой производительностью при низких энергозатратах, что делает их конкурентоспособными на рынке сбыта. Применение подобных мельниц в горнорудной промышленности Казахстана позволит значительно понизить потребление электроэнергии, что чрезвычайно важно для малых и средних предприятий, так это приведет к значительному понижению себестоимости переработки руды, что позволит, например, применять мельницу на небольших старательских объектах по добыче золота.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Аскарлов Е.С. Центробежно-гириационные динамически уравновешенные мельницы // Новости науки Казахстана. Научно-технический сборник. КазгосИНТИ, № 6, 1998, с.23-25.
2. Аскарлов Е.С, П РК 6175 б.№ 6, 15.06.2001, Центробежно-кулисная одновальная мельница..
3. Аскарлов Е.С., Ахмеджанов Т.К., Бертаев К.С., Азимбеков М.К. Центробежно- гириационная мельница с приводом на основе кулисного механизма // Промышленность Казахстана. № 3, 2003, с. 72-73.
4. Аскарлов Е.С., П.П. РК 14898 б. № 10, 15.10.2004, Центробежная мельница самоизмельчения