Министерство Образования и Науки Российской Федерации

Федеральное агентство по образованию

Иркутский Государственный Технический Университет

Курсовое проектирование

По курсу «Оборудование и основы проектирования»

Тема проекта

Расчет шаровой мельницы

Студент

Борзов С.О.

**Исходные данные**

Диаметр барабана – 2500 мм, длина барабана – 15000 мм, объемная масса известняка 2600 кг/м3, коэффициент заполнения металлическими шарами и цильпебсом барабана мельницы 0,31, объемная масса шаров в засыпке 4,6 т/м3, коэффициент размолоспособности 1,1, поправочный коэффициент на тонкость помола 1,05.

Определить критическую и рабочую частоту вращения мельницы, массу загрузки шаров, производительность мельницы и мощность её электродвигателя и размеры мелющих тел.

Рекомендуемая литература

Байсоголов В.Г. Механическое и транспортное оборудование заводов огнеупорной промышленности. М.: Металлургия, 1984. 294с. Ильевич А.П. Машины и оборудовыание для заводов по производству керамики и огнеупоров. М.: Машиностроение, 1968. 355с.

**Введение**

**Общие сведения**

Шаровые мельницы широко применяют для грубого и тонкого помола материалов. Принцип действия шаровых мельниц состоит, в измельчении материла ударом и частично истиранием свободно падающих мелющих тел во вращающемся барабане.

В зависимости от скорости вращения барабана мельницы различают два основных режима работы мелющих тел: при малой скорости - каскадный, при большой - водопадный.

При каскадном режиме мелющие тела перекатываются и материал измельчается под действием раздавливающих и истирающих усилий.

При водопадном режиме работы шары в результате трения о внутреннюю поверхность корпуса поднимаются вместе с корпусом до точки А , называемой точкой “отрыва”, а затем падают вниз к точке “падения” В. В этой точке происходит измельчение материала под действием ударных усилий.

Во время вращения мельницы наблюдаются оба режима работы дробящей загрузки, так как часть шаров работает в каскадном, а часть в водопадном режиме.

Шаровые мельницы могут быть классифицированы по следующим основным признакам:

по конструкции барабана и наличию перегородок:

1) цилиндрические однокамерные и многокамерные

2) конические

по принципу работы:

1) периодического действия

2) непрерывного действия — с периферической разгрузкой и с разгрузкой через полую цапфу

по роду футеровки и характеру мелющих тел:

1) с неметаллической футеровкой и металлическими, мелющими телами;

2) с металлической футеровкой и металлическими мелющими телами – шарами, короткими цилиндрами или стержнями;

по конструкции привода:

1) с периферийным (шестеренчатым) приводом

2) с центральным приводом

Мельницы могут работать в открытом или замкнутом цикле при условии непрерывного действия. В них можно размалывать материал, как сухим, таки мокрымспособом.

Достоинства шаровых мельниц:

1) возможность получения высокой и постоянной тонкости помола и регулирования её;

2) возможность подсушки материала в самой мельнице;

3) простота конструкции;

4) надежность в эксплуатации;

5) возможность измельчения пород различной твердости.

Недостатки:

1) значительный расход энергии;

2) большой вес и размеры;

3) большой пусковой момент;

4) сильный шум во время работы.

**1.** **Мельницы периодического действия**

Мельницы периодического действия (рис. 3) с неметаллической футеровкой применяют в случаях, когда надо получить весьма тонкий продукт, свободный от металлических примесей. Несмотря на невысокую производительность и сравнительно-большой расход энергии, эти машины широко используют в производстве изделий тонкой керамики для мокрого помола отощающих материалов, приготовления глазурей и эмалей.

Мельница периодического действия представляет собой сварной барабан 1,закрытый с обеих сторон чугунными или стальными днищами 2 с цапфами, которыми мельница опирается на подшипники 3. Барабан внутри футерован кремневыми камнями, фарфоровыми плитами или плитами из высокоглиноземистых или циркониевых материалов. Мелющие тела изготовляют из тех же материалов или применяют кремневую гальку. Мельница приводится во вращение от фланцевого электродвигателя 4 через планетарный редуктор 5 и зубчатую пару с внутренним зацеплением, заключенную в кожухе 6.

Мельница загружается мелющими телами и материалами через люк, закрываемый крышкой 7. Количество загружаемой массы материала составляет от 400 до 500 кг на 1 м3 емкости барабана, а вес кремневых шаров примерно равен весу материала. Разгружается мельница через тот же люк; чтобы при этом не выпадали мелющие тела, в люк вставляется стакан 8 с отверстиями, размеры которых меньше размеров мелющих тел. Для ускорения разгрузки мельницы с противоположной от люка стороны вывинчивается пробка и в мельницу поступает воздух.

Производительность мельницы периодического действия зависит от её объема и продолжительности помола. При нормальном числе оборотов мельницы на продолжительность помола оказывают влияние физические свойства дробимого материала, размеры материала, поступающего в мельницу, заданная степень измельчения, форма, размеры и качество мелющих тел. Обычно цикл помола продолжается от 3 до 10 ч. Как правило, в мельницу поступает материал, предварительно измельченный до крупности 1 мм. Материал, измельченный в мельнице, должен проходить через сито № 006 с остатком не более 2%.

По данным Московского плиточного завода при приготовлении плиточно-фаянсовой массы в мельницу емкостью 6,72 м3 загружают: мелющих тел 3900 кг, отощающих материалов (песок, полевой шпат, бои плиток) 1412 кг (сухих), соды 234 кг, воды 1000 л и вращают мельницу (при 18 об/мин) 2—2,5 ч. Затем в мельницу догружают глинистых материалов (каолин просяновский и глину часовъярскую) 158 кг, жидкого стекла 635 кг и воды 1454 л. Догруженную мельницу вращают 1 ч 15 мин — 1 ч 30 мин, после чего готовую массу сливают в мешалку. Общая продолжительность помола плиточно-фаянсовой массы составляет 3—4 ч.

По данным Дмитровского фарфорового завода при приготовлении фарфоровой массы в мельницу объемом 6,2 м3 загружают: мелющих тел 3750 кг, пегматита 1010 кг (сухого), бой посуды глазурованной 266 кг и неглазурованной 152 кг, песка (глуховецкого) 803 кг, глины (веселовской) 277 кг и воды 2500 л. Продолжительность помола составляет 10 ч при скорости вращения мельницы 19 об/мин.

**2. Мельницы непрерывного действия**

***2.1 Мельницы с периферической разгрузкой через сито***

Мельницы (рис.3.1), широко применяемые в огнеупорной промышленности, предназначены для измельчения материалов средней твердости (сухой глины, шамота, магнезита и т. п.), когда необходимо получить не менее 30—40% частиц величиной меньше 5 мм.

Мельница имеет два торцовых днища 6 и 8 из листовой стали, которые изнутри облицованы стальными броневыми элитами 9. К внутренней стороне днищ прикреплены стальные броневые плиты 7, расположенные уступами. К торцовым днищам крепятся с одной стороны ступица 5, с другой — горловина 13, отлитая вместе с лопастями 12 и ступицей 10. К горловине 13 примыкает питающая воронка 11, установленная на фундаменте. Вал 4, на котором шпонками закреплены ступицы 5 и 10, опирается на подшипники, установленные на фундаментах.

Так как броневые плиты расположены уступами, барабан может вращаться только в направлении, указанномстрелкой. Броневые плиты с одной стороны несколько утолщены, а в тонкой части имеют отверстия диаметром 5 мм, расширяющиеся в сторону прохода материала. Между плитами оставляются щели, перекрываемые волнистыми щитками 14, которые задерживают крупные частицы материала от выпадения.

Над плитами 7 смонтировано два ряда сит — 3 и 1. В первом из них отверстия больше, чем во втором. Сито 3 задерживает крупные частицы материала и предохраняет сито 1 от излишней нагрузки и преждевременного износа. Сито 3 выполнено из отдельных секций, между которыми оставляются щели. Частицы материала, не прошедшие сквозь отверстия сита 1, возвращаются в барабан через щели между секциями сита 3 и плитами 7 для повторного измельчения. Измельченный и просеянный материал поступает в кожух 2. Патрубок 15 служит для присоединения мельницы к аспирационной установке.

В мельницу поступает материал крупностью 25—75 мм, который измельчается до частиц величиной 0,5 мм. Диаметр мелющих шаров 80—120 мм. Для мельницы размерами 2,26 Х 1,38 рекомендуется набор шаров диаметром 120, 100 и 80 мм по 450 кг, общей массой 1350 кг.

Недостатком рассматриваемых мельниц является то, что в них объединены помол и просев. Последний происходит только на небольшой части поверхности сита; это снижает производительность мельницы. Кроме того, в этих мельницах невозможен тонкий помол материал из-за забивания тонких сит. В современных высокопроизводительных установках помол и просев осуществляется в разных машинах, работающих в замкнутом цикле.

Мельницы с периферической разгрузкой через сито изготовляют с размером между наружными ситами 850 и 2260 мм и соответственно шириной между торцовыми дисками 450 и 1380 мм, угловой скоростью 45 и 25 об/мин, мощностью двигателя 2,2 и 22 кВт. Производительность мельницы размерами 2,26 X 1,38 составляет до 5 т/ч сухой глины при наружном сите с отверстиями 1 мм и до 7,5 т/ч шамота при сите с отверстиями 3 мм.

***2.2 Мельницы с разгрузкой через полую цапфу или торцовое днище (одно- и многокамерные)***

Эти мельницы бывают с коротким и длинным барабаном (с отношением длины к диаметру 0,7—2 и 2—7), конусные и цилиндрические.

Конусные мельницы с разгрузкой через полую цапфу(рис. 3.2) применяют для мокрого и сухого помола материалов различной твердости. К цилиндрической части 1 корпуса мельницы приклепаны с обеих сторон усеченные конусы: со стороны загрузки — крутой конус 2 с углом при вершине 120°, со стороны выгрузки — пологий конус 3 с углом при вершине 60°. Цилиндрическая часть мельницы изготовляется длиной от 1/4 до 1/3 диаметра. В мельницах с кремневой футеровкой длина цилиндрической части достигает величины диаметра.

Мельница загружается металлическими шарами диаметром 60—125 мм, кремневой галькой или фарфоровыми шарами. Для увеличения производительности мельница устанавливается с небольшим наклоном в сторону выгрузки материала (около 34 мм на 1 м длины барабана).

В мельнице этого типа происходит автоматическое распределение шаров по крупности без применения перегородок и достигается измельчение материала мелющими телами, соответствующими крупности его кусков или частиц. Благодаря этому конусные мельницы имеют более высокую производительность и расходуют меньше энергии, чем цилиндрические, где мелющие тела поднимаются на одинаковую высоту.

Размер поступающих в мельницу кусков материала должен быть не больше 50 мм; измельчается материал до величины частиц 0,07 мм. Загрузка и разгрузка материала осуществляются через полые цапфы.

***2.3 Многокамерные мельницы***

Применяются для помола шамота, кварца, пегматита, известняка, цементного клинкера, угля и других материалов, когда требуется высокая производительность и надо получить продукт высокой, инородной тонкости. В многокамерной мельнице объединены все стадии измельчения и может осуществляться как мокрый, так и сухой помол материалов. Камеры загружаются мелющими телами разного размера соответственно крупности измельчаемого материала.

В результате применения многокамерных мельниц упрощается процесс помола и обслуживание мельниц, значительно сокращается количество вспомогательной аппаратуры и уменьшается кубатура здания. Это способствует широкому распространению многокамерных мельниц. Наибольшее распространение получили мельницы, имеющие центральный привод с разгрузкой через полую цапфу и торцовое днище.

Схема многокамерной мельницы с разгрузкой через полую цапфу и с центральным приводом показана на рис. 3.3. Барабан 6 мельницы сварен из листовой стали толщиной 28 мм и закрыт с двух сторон торцовыми днищами 1 и 10. Днища отлиты заодно с пустотелыми цапфами 4 и 13, которыми мельница опирается на литые чугунные подшипники 2 и 19 с баббитовой заливкой. Подшипники имеют сферические опоры, снабжены водяным охлаждением и централизованной системой смазки. Внутри мельница облицована броней из марганцовистой стали и разделена на две камеры дырчатой перегородкой 5. Конструкция более совершенной мельницы размерами 2,2Х 13 (рис. 3.4) предусматривает возможность установки еще одной или двух перегородок.

В корпусе мельницы над каждой камерой сделаны овальные отверстия — люки, закрываемые крышками 7 (рис. 3.3). Через эти люки мельница загружается мелющими телами. В первых камерах мелющими телами обычно служат металлические шары, в остальных — короткие металлические цилиндры (цильпебсы). Стальными телами камеры заполняют примерно на 23—28% их объема.

К цапфе 4 (рис.3.4) жестко крепится груша 23 (разгрузочное устройство), на внутренней стороне которой имеются лопасти 26. Последние подают материал в пустотелую цапфу. В эту цапфу вставлена втулка 24 с приваренными к ней лопастями. Лопасти груши и цапфы обеспечивают принудительное поступление материала в мельницу, причём параметры загрузочного устройства обеспечивают значительно большую производительность, чем производительность мельницы, что устраняет возможность её недогрузки.

Между загрузочной течкой 3 (рис. 3.4) и грушей сделано двойное фетровое уплотнение с прижимным кольцом. Между кольцом и течкой нагнетается густая смазка.

У разгрузочного днища 10 установлена диафрагма, состоящая из дырчатой перегородки 8, пустотелого конуса 9 и приваренных к нему радиально направленных лопастей 11. К цапфе 13, внутри которой вставлена втулка 12 с лопастями, прикреплены разгрузочный патрубок 16 с окнами 18 по периферии и каркас контрольного сита 15, охваченный кожухом 17.

Мельница приводится в движение от электродвигателя 20 через двухступенчатый редуктор 21 и вал 22 центрального привода, снабженный зубчатыми муфтами. Наличие центрального привода позволяет обойтись без тяжелого и дорогого зубчатого венца, обеспечивает более спокойный ход мельницы и возможность установки двигателя с редуктором в отдельном помещении, защищенным от пыли.

Материал, измельчаемый в мельнице, проходит через межкамерные перегородки, затем через перегородку в диафрагмы поступает на лопасти 11, поднимается ими и сползает по их поверхности и поверхность конуса 9 во втулку 12, где подхватывается лопастями и подается в разгрузочный патрубок 16. Через окна 18 разгрузочного патрубка материал переходит на контрольное сито 15**.**

Измельченныйматериал, прошедший через сито, поступает в кожух 17, а из него в транспортирующее устройство. Частицы материала имелкие остатки обработанных мелющих тел, не прошедшие сквозь сито, через полость 25 кожуха удаляются из мельницы.

Патрубок 14 служит для подсоединения мельницы к аспирационной системе.

# 3. Расчёт мельницы

***3.1 Определить критическую и рабочую частоту вращения мельницы***

Критическая частота вращения.

Рабочая частота вращения принимается 80% от критической.

***3.2 Определить массу загрузки шаров***

R –радиус мельницы

L – длина мельницы

γ – объемная масса шаров

φ – коэффициент заполнения

***3.3 Определить мощность электродвигателя***

η – потери в приводе. Мы их принимаем, как 0,85.

***3.4 Определить размеры мелющих тел***

Принимаем известняк с величиной кусков 25 мм, величина частиц 300мкм.

По Разумову:



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1-ая камера, мм | 2-ая камера, мм. | 3-ая камера (цильпебсная), мм. |
| 120 - 100 | 80 - 60 | 32 - 18 |

***3.5 Определить производительность мельницы***

D – внутренний диаметр отфутерованного барабана, м;

V – внутренний полезный объем барабана, м3;

q – удельная производительность мельницы, т/кВт\*ч;

k – поправочный коэффициент учитывающий тонкость помола.

**Заключение**

В данной работе мы рассчитали шаровую мельницу с заданными размерами L=15 м, D=2,5 м и определили: критическую и рабочую частоту вращения мельницы, массу загрузки шарами, размеры мелющих тел, мощность электродвигателя, а так же производительность мельницы.

Данный тип мельниц применяют в цементной промышленности, а именно на Ангарском цементном заводе и УЗТСМ в г. Норильск.

**Библиографический список**

1. Байсоголов В.Г. Механическое и транспортное оборудование заводов огнеупорной промышленности. М.: Металлургия, 1984. 294с.
2. Ильевич А.П. Машины и оборудование для заводов по производству керамики и огнеупоров. М.: Машиностроение, 1968. 355с.
3. Сапожников М.Я. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. М.: Высшая школа,1971. 382с.