

**ВИБРОЦЕНТРОБЕЖНЫЕ МЕЛЬНИЦЫ. ПРАКТИКА ПРИМЕНЕНИЯ
МЕХАНОАКТИВАЦИИ ПОЛУПРОДУКТОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНОГО
ПРОИЗВОДСТВА**

**CENTRIFUGAL TUBE MILLS. PRACTICE OF APPLICATION OF SEMIPRODUCTS
MECHANICAL ACTIVATION FOR BUILDING MANUFACTURE**

Кузьмина Вера Павловна, Академик АРИТПБ, кандидат технических наук, генеральный директор ООО «Колорит-Механохимия» - Технический эксперт Союза производителей сухих строительных смесей.

Kuzmina Vera Pavlovna, Ph.D., Academician ARITPB, the General Director of Open Company "Colourit-Mehanohimia" - the Technical expert of The Union of manufacturers of dry building mixes.

Ключевые слова: центробежные трубные мельницы, установка, регулирование, механически активизированные полупродукты, строительство, собственный опыт.

Keywords: centrifugal tube mills, installation, adjustment, mechanical activated semiproducs, construction, own experience.

Аннотация

В статье даются, принципы выбора центробежной трубной мельницы, технический план установки и регулирования центробежной трубной мельницы для безопасного и эффективного выполнения механического процесса активации полупродуктов для строительства на основе собственного опыта.

The summary

In the article there are given principles of centrifugal tube mills choice, the technical plan of installation and adjustment of a centrifugal tube mill for safe and effective performance of mechanical activation process of semiproducs for construction on the basis of own experience.

Виброцентробежная мельница (ВЦМ) является сердцем механохимического производства. От её производительности будет зависеть компоновка всей технологической линии.

Выбор виброцентробежной мельницы для механоактивации полупродуктов строительного производства основан на оценке её технико-экономических и эксплуатационных характеристик.

Здесь следует особо отметить, что одна и та же ВЦМ на различных материалах имеет **разную производительность**, в связи с различной способностью материалов к разрушению, размалыванию и активации. Это связано с различным строением кристаллов веществ.

Для сравнения различных типов ВЦМ, (см. характеристики мельниц от производителей) /1/, можно использовать простейшую формулу, которая содержит главные критерии оценки результата помола и механоактивации (выход готового механоактивированного продукта и его первичный качественный показатель – зерновой состав):

$$K_t = I (Z_1 - Z_0), \text{ где}$$

K_t – коэффициент технологической эффективности,

I – коэффициент выхода механоактивированного материала,

Z – зерновой состав материала, поступающего на помол и механоактивацию, %,

Z – зерновой состав материала, выходящего из помола и механоактивации, %

Очевидно, что показатель технологической эффективности будет иметь различное значение для разных материалов. Эффективность механоактивации будет проявляться, как следствие, в процессе дальнейшей технологической переработки полупродукта.

Например, эффективность механоактивации цемента проявляется в изменении кинетики нарастания прочности цементного камня, а также в росте абсолютного значения прочности.

Из бездобавочного портландцемента «М 400» получаем портландцемент «М 700». В условиях традиционного бетонного производства нереально даже воспользоваться такой высокой прочностью цемента. Все нормы СНиП 82-02-95 рассчитаны на применение обычного портландцемента «М 400». Применение более высокой марки портландцемента «М 500» позволяет применить понижающий коэффициент 0,85 к норме расхода портландцемента на куб бетона. Применим понижающий коэффициент трижды при повышении марки портландцемента $0,85 \times 0,85 \times 0,85 = 0,614$.

На практике невозможно таким небольшим количеством цементного камня соединить в монолит разрушенные горные породы в виде щебня и песка. Таким образом, возникает необходимость использования преимуществ механоактивации портландцемента за счёт снижения его количества в бетонной смеси и введения в его вещественный состав активной минеральной добавки или наполнителя. Например, введение в бездобавочный портландцемент «М 400» сорока процентов доменного гранулированного шлака позволяет увеличить количество цемента по весу на сорок процентов при одновременном увеличении активности цемента до значения «М 500», плюс однократное применение понижающего коэффициента расхода рецептурного цемента по сравнению с типовым нормативным расходом.

Вопрос: кто получит эту выгоду – производитель цемента или производитель бетона? При суточном потреблении цемента, в количестве двести тонн и выше, любому потребителю цемента экономически выгодно иметь собственный помольный модуль с ВЦМ для механоактивации портландцемента для собственного производства.

Вторым следствием механоактивации будет изменение кинетики твердения бетонного изделия. Распалубочная прочность изделий из механоактивированного портландцемента достигается через шесть часов нормального твердения бетона на портландцементе «М 700», и через сутки - на цементе «М 500». При этом увеличивается скорость оборачиваемости форм и выход продукции с одной и той же технологической линии по производству бетонных изделий, или скорость возведения зданий способом монолитного литья за счёт быстрого снятия и последующего использования скользящей опалубки.

Третьим следствием механоактивации пластифицированного портландцемента будет увеличение пластичности бетонной смеси, которая при незначительной вибрации начинает течь, как густая сметанообразная масса. Происходит облегчение процесса транспортирования бетонной смеси на расстояние, а также процесс формования изделий.

Четвёртым следствием механоактивации будет достижение химической активности цемента, которая **уменьшается при хранении в негерметичной таре**. Механоактивированный портландцемент «с пылу, с жару» схватывается и твердеет в ускоренном темпе. Водопотребление, например, для цветных портландцементов снижается от 27-31% нормальной густоты цементного теста до 17-18%.

Водопотребление, например, обычных портландцементов с различным содержанием минеральных добавок снижается от 25-27% нормальной густоты цементного теста до 19-21%.

Механоактивация извести, например, позволяет получить максимальную степень её гашения, ускорение скорости карбонизации извести при твердении, стимуляцию образования гидросиликатов кальция при твердении силикатного бетона в автоклаве.

Стоимость выполнения самого процесса механоактивации покроется с лихвой, да ещё и значительная прибыль получается.

Если предприятию не хватает мощности для механоактивации больших количеств вяжущих полупродуктов, то, даже замена части рецептурного состава обычного вяжущего вещества на механоактивированное, покажет экономический эффект. Степень механоактивации и экономической

составляющей отличается в широких пределах для различных помольных агрегатов. Наивысший эффект был получен на ВЦМ.

Как определить и рассчитать показатель технологической эффективности вашей ВЦМ?

Нужно опытным путём проверить эффективность следствий механоактивации полупродуктов конкретного производства для определённого сырья и учесть его в отпускной цене на продукт при расчёте экономической эффективности организации нового побочного производства для механоактивации полупродуктов. Это этап научно-исследовательских работ (НИР).

Очевидно, что показатель технологической эффективности ВЦМ мог бы иметь максимальное значение, если бы потребитель – предприятие строительной индустрии имел возможность сравнить предварительные показатели эффективности механоактивации различных типов полупродуктов собственного производства.

Как правильно оценить производительность мельницы? Прежде всего, её нужно **правильно загружать, вести процесс механоактивации и разгружать**. Можно оценить производительность мельницы по количеству механоактивированной продукции, полученной в течение определенного промежутка времени (например, одного часа), но в этом случае точность расчёта несколько снижается, так как не учитывается качество получаемой продукции за смену, за год, технологические потери, затраты на текущий и капитальный ремонт оборудования всего технологического цикла.

Таким образом, при выборе ВЦМ не следует руководствоваться только ее паспортными данными, а необходимо **располагать результатами ее испытаний в процессе опытного помола и активации** конкретных материалов.

В зависимости от свойств измельчаемого материала и режимов его нагружения рассчитываются технологические параметры (получаемый гранулометрический состав, вновь образованная поверхность, износ рабочих элементов, намот в готовом продукте), и сравниваются с требуемыми параметрами. Если технологические параметры соответствуют требуемым нормам, то определяется надёжность работы измельчителя-механоактиватора по оценочным параметрам. Затем определяется мощность, затраченная на процесс измельчения и механоактивации, а также минимизация её за счёт оптимизации объёма зоны измельчения и количества твёрдой фазы находящейся в ней.

При работе ВЦМ образуется высокий потенциал **статического электричества**, поэтому её **заземление** следует проверять в 2 раза чаще, чем другого оборудования, снабженного электроприводом.

Даже незначительное смещение центра тяжести барабана от оси вращения вызывает **неуравновешенную центробежную силу**.

Необходимо постоянно контролировать надёжность крепления рабочих барабанов. Если болт или гайка попадут в пространство цеха, может произойти авария при эксплуатации ВЦМ. При запуске ВЦМ в эксплуатацию и при ремонтных работах, её необходимо обязательно отбалансировать, как под статической, так и под динамической нагрузкой.

Прежде всего, необходимо правильно установить виброцентробежную мельницу, чтобы она своими вибрациями не разрушила здание цеха или сама себя. Изготовим отдельно стоящий стол-фундамент из тяжёлого бетона марки «300» объёмом семь кубометров, и устроим его так, чтобы он не соприкасался с полом или частями здания. Щель между столом и полом цеха лучше заполнить резиновым материалом для гашения вибрации.

После набора марочной прочности бетона в фундаменте, продолжим работу на столе-фундаменте. Укроем его целым листом вакуумной резины, на неё поместим деревянную опалубку и зальём бетонный фундамент под мельницу. Вакуумная резина должна быть термо-, морозо-, щёлочестойкая, толщиной не менее 6 мм.

Для крепления металлической рамы мельницы, перед заливкой бетона в будущий фундаментный блок, следует закрепить анкерные болты по схеме завода-производителя мельницы. Анкерные болты должны иметь длину достаточную для крепления не только рамы, но и **виброгасителя низкочастотных вибраций**. Такой виброгаситель выглядит снаружи, как плоский резиновый диск с отверстием посередине. Внутри он устроен, из двух металлических пластин с зубьями, вставленными навстречу друг другу и залитыми специальной резиновой массой. Такой виброгаситель надевается на каждый анкерный болт между бетонным фундаментным блоком и металлической рамой мельницы.

Вес бетонного фундамента мельницы должен быть в два с половиной раза больше веса мельницы с металлической рамой. Залить фундамент мельницы следует так, чтобы после её монтажа **разгрузочные устройства рабочих барабанов мельницы свободно соединились с входным устройством бункера-накопителя готовой продукции**.

Все соединения лучше выполнить из тканевых рукавов (типа пожарных), соединяя их хомутами или просто вязальной проволокой (рис.1).

Можно использовать покрышки для мопеда или мотоцикла (рис. 2).



Рис. 1. Хомут

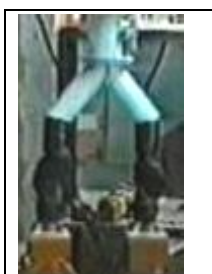


Рис. 2 Штаны

Все соединения агрегатов технологической линии должны быть герметичными во избежание пыления дорогостоящего тонкодисперсного продукта и загрязнения рабочей зоны линии.

После установки мельницы следует отрегулировать по весу и объёму скорость прохождения потока рабочей

смеси материала из винтового питателя-дозатора в рабочие барабаны мельницы (рис. 3).



Рис. 3 ВЦМ

Объём барабана мельницы известен из документации, например, десять литров. Оптимальное соотношение мелющих тел и механоактивируемого материала в барабане $0,5 V_6 : 0,4 V_6$.

В соответствии с техническим заданием на помол и активацию конкретного материала, загружаем половину внутреннего объёма барабана мелющими телами, например, металлическими шарами диаметром 6 мм из подшипниковой стали. Взвесим шаровую загрузку.

Соберём барабаны и установим в ложемент (рис. 4 и рис. 5), закрепив болтами с гайками и контргайками. Взвесим четыре литра рабочей смеси материала. В неподвижном состоянии в рабочем барабане должно находиться пять литров металлических шаров (вес определили), и четыре



Рис. 4 Ложемент ВЦМ



Рис. 5 Установка барабанов

литра материала (вес определили).

Загрузим материал в расходный бункер и начнём подавать через распределительное устройство «штаны».

Время опорожнения барабана ≈ 30 секунд (необходимо уточнить опытным путём). Теперь с помощью вариатора скорости винтового питателя-дозатора установим режим

подачи материала с такой скоростью, чтобы в 30 секунд через каждый барабан проходило четыре литра материала заданного веса. При этом надо

зафиксировать уровень материала в расходном бункере над питателем-дозатором и **поддерживать такой уровень постоянно.**

Теперь закрепим хомутами гибкие рукава между каждой «штаниной» и входным патрубком барабана и начнём механоактивацию. Сначала запустим мельницу, а затем питатель.

Процесс механоактивации и взаимодействия компонентов рабочей смеси происходят в доли секунды, сразу же после попадания рабочей смеси в вихревой поток. Особенно наглядно это видно при получении цветного материала. Цвет рабочей смеси во входном патрубке барабана – один, а за перегородкой – уже другой. Меняется строение кристалла - изменяется его цвет.



Рис. 6. ВЦМ-30Г
в рабочем
состоянии

Механохимические процессы сопровождаются химическими превращениями под действием механических сил. Механическая энергия стимулирует первичные и вторичные химические процессы, последствием их является изменение свойств. Рассмотрим, например, процесс гашения и окрашивания комовой извести. Известь имеет свойство увеличиваться в объёме при гашении с выделением тепла. Нужно очень чётко смоделировать процесс, чтобы хватило

внутреннего объёма барабана для прохождения химической реакции гашения извести.

Поскольку различные виды извести гасятся по-разному, к выбору параметров процесса гашения следует подходить очень тщательно. **Более безопасно вести процесс гашения извести при помоле, используя смесь негашёной извести с кварцевым песком.** Далее механоактивированная известково-песчаная смесь должна поступать в бункер для орошения и прохождения собственно самого процесса гашения стимулированного механохимической обработкой смеси.

Целесообразно окрашивание извести вести после полного завершения процесса гашения. Окрашивание осуществляется в ВЦМ путём механоактивации смеси гашёной извести и щёлочестойкого пигмента. Количество пигмента зависит от способа дальнейшего применения декоративной механоактивированной гашёной извести.

Если она применяется, как цветной концентрат, для окрашивания и стимулирования карбонизации известково-песчаной смеси, то количество пигмента может быть равно 10-15% от массы извести.

Практика показала, что при создании ускорения в мельнице, равном 10 g, происходят все заданные процессы механоактивации и/или окрашивания полупродуктов. Увеличение ускорения нецелесообразно.

Механохимические технологии позволяют получать десятки видов новой дорогостоящей патентно-лицензионной продукции при использовании основного сырья строительного производства. Такой продукцией являются: высокомарочные («600», «700») пластифицированные цементы общестроительного и специального назначения для монолитного формирования бетона гражданского строительства и портовых подводных сооружений, сухие строительные смеси (ССС) для литья полов, тротуаров (с имитацией штучного набора тротуарной плитки), а также изделия малых архитектурных форм общестроительного назначения.

ССЫЛКИ:

1. Кузьмина В.П. **Виброцентробежные мельницы для механоактивации полупродуктов СССР** . «Строительные Материалы-TECHNOLOGY» 9/2007, с. 2-5. УДК 621.926.34