

## ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ТОНКОМОЛОТЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОРОШКОВ ИЗ ДОЛОМИТА

Якимович Г.Д.

Научный руководитель – Гурбо Н.М., к.т.н.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Доломит – порообразующий минерал класса карбонатов  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ . Истинная плотность доломита 2,85...1,95 г/см<sup>3</sup>. Твёрдость – средняя.

Применение тонкодисперсного доломита при изготовлении бетонов позволяет сократить расход цемента в низкомарочных бетонах, в композициях с легким заполнителем, а также повышает подвижность бетонных смесей при применении высокоподвижных и самоуплотняемых бетонных смесей.

В дорожном строительстве минеральный порошок является важной активной структурной составной частью асфальтобетона, адсорбируя на себя большую часть битума, тем самым придает асфальтобетону необходимые свойства (механическую прочность, способность к упругим и пластическим деформациям), что улучшает качество дорожного покрытия, увеличивает срок его. Тонкодисперсные фракции доломитовой муки, рекомендованы также к использованию в качестве наполнителя для резинотехнической продукции, линолеума и кровельных материалов, взамен дорогостоящего мела, талька и талькомагнезита.

На доломит тонкодисперсный, предназначенный для применения в качестве неактивной минеральной добавки при изготовлении бетонов и строительных растворов распространяется СТБ 2060-2010. В зависимости от тонкости помола доломит подразделяют на марки: ДТ-1 (тонкость помола доломита сравнима с тонкостью помола цемента) и ДТ-2 (тонкость помола доломита выше тонкости помола цемента).

Важными характеристиками качества доломитового порошка также являются тонкость помола и коэффициент гидрофильности. Степень измельчения должна быть такой, чтобы при мокром расसेве порошок полностью проходил через сито с отверстиями 1,25 мм, а содержание частиц мельче 0,071 мм было не менее 70 % по массе

**Измельчение доломита.** По крупности измельченного продукта различают: дробление (грубое среднее и мелкое) и помол (грубый, средний, тонкий и сверхтонкий). Измельчение осуществляется под действием внешних сил, преодолевающих силы взаимного сцепления частиц матери-

ала. При дроблении куски твердого материала сначала подвергаются объемной деформации, а затем разрушаются по ослабленным зонам-дефектам (макро- и микротрещинам) с образованием новых поверхностей.

Измельчение способствует: улучшению однородности смесей (напр., производство СК); ускорению и повышению глубины протекания гетерогенных химических реакций; повышению интенсивности сочетаемых с ним других технологических процессов; улучшению физико-механических свойств и структуры материалов и изделий.

Измельчение – весьма энергоемкий процесс. С увеличением степени измельчения возрастает расход энергии на измельчение. Затраты энергии находятся в зависимости от: неоднородности строения, наличия трещин, разнообразия форм. При разрушении куска породы на несколько кусков необходимо совершить работу. Для описания этой работы при помолу служит гипотеза Риттингера, согласно которой работа дробления пропорциональна величине вновь образованной при измельчении поверхности. Гипотеза Риттингера применима для приближенного определения полной работы только при дроблении с большими степенями измельчения, так как ею учитывается лишь работа образования новых поверхностей.

Измельчение может осуществляться периодически либо непрерывно. Периодический процесс применяют при небольших масштабах производства, так как он малоэкономичен, сопровождается сильным нагреванием. Непрерывный процесс осуществляют по открытому или закрытому циклу. Наилучшие показатели по качеству продукта, производительности измельчителя и энергетическим затратам достигаются в случае измельчения в замкнутом цикле с непрерывным отбором тонкой фракции. Тонкий помол производят, как правило, в замкнутом цикле "измельчение - классификация". В нем материал с размерами кусков больше допустимого предела многократно возвращается в машину на доизмельчение, а целевая фракция отбирается в результате последующей классификации.

В мельнице с открытым циклом помола тонкоизмельченные частицы могут налипать на стенки и мелющие тела мельницы, образуя мягкую и упругую подушку, затрудняющую процесс помола. В мельницах закрытого типа измельченные тонкие зерна немедленно удаляются, вследствие чего значительно улучшаются условия помола, и уменьшается расход энергии.

Для помола доломита применяют несколько типов мельниц: трубные и шаровые мельницы, ударно-центробежные мельницы, вибрационные мельницы и маятниковые мельницы.

**Сырьевые трубные мельницы** предназначены для помола сырья с одновременной его подсушкой при работе по замкнутому циклу. Тонкость помола сырьевых материалов составляет 2800—3000 см<sup>2</sup>/г, мощность раз-

личных исполнений от 200 до 3150 кВт, производительность 9-145 т/ч, крупность исходного материала не более 25 мм. Трубная мельница состоит из загрузочной части, барабана, разгрузочной части, двух коренных подшипников, привода и системы жидкой смазки. Из загрузочной части сырьё поступает в барабан мельницы, внутренняя поверхность которого разделена на две камеры: камеру подсушки и камеру помола. Первая камера футерована каблучковыми самосортирующими плитами, вторая – конусо-ступенчатыми плитами или специальной резиновой футеровкой. Газы из сушильной камеры, проходя через размольную камеру, подхватывают измельченный материал и через разгрузочную цапфу и газопровод выносят его в проходной сепаратор. Разгрузка молотого материала осуществляется в торцевой части мельницы. Трубные мельницы сравнительно просты по конструкции, удобны в эксплуатации, обеспечивают высокую степень измельчения, поддаются автоматизации. Однако они имеют существенные недостатки: малы скорости воздействия мелющих тел на материал, в работе измельчения участвует только часть мелющих тел; рабочее пространство барабана используется всего на 35–45%; высокий удельный расход электроэнергии (35–40 кВт ч/т цемента); значительный износ мелющих тел и футеровки (1–1,2 кг/т цементного клинкера); большая металлоемкость, высокий шум при работе.

**Шаровые мельницы** предназначены для помола материалов средней твердости. Тонкость помола сырьевых материалов составляет 0,002–0,4 мм, мощность различных исполнений мельниц от 45 до 475 кВт, производительность 0,5–29 т/ч, крупность питания не более 25–50 мм. Мельница состоит из барабана, загрузочной части, разгрузочной части, роликоопор, кожуха разгрузки, привода и воронки разгрузочной. Барабан мельницы футеруется стальной футеровкой, причем каждая плита крепится одним болтом. Мельница комплектуется комбинированным питателем или питателем барабанного типа. Торцовые стенки барабана – ребристые, тарельчатые с углом наклона 10°, футерованы фасонными плитами из стали Г13Л. Внутренний пояс футеровки со стороны загрузки имеет форму усеченного конуса-отражателя, направленного внутрь барабана, что улучшает перемешивание и отбрасывание материала к середине барабана.

Как вариант шаровой можно использовать **ударно-центробежную мельницу – классификатор «ТрибокINETИКА-1000»**. Данный помольный агрегат состоит из мельницы «ТрибокINETИКА-1000», воздушно-проходного сепаратора «КАСКАД-М4» и загрузочного винтового конвейера. Материал, подлежащий измельчению, поступает в корпус мельницы, заполненный шарами. Элеватор захватывает мелющие тела и вместе с материалом подает их на вращающийся ротор-ускоритель. Рабочая смесь, состоящая из кусков, зерен, частиц, шаров, цильпесов и т.д.,

падает в центр ротора и равномерно распределяется по разгонным лопастям. Тонкие частицы подхватываются воздушным потоком и выводятся из помольной камеры. Крупные же частицы вместе с мелющими телами проваливаются в нижнюю часть корпуса мельницы, и цикл повторяется. Тем самым обеспечивается процесс классификации материала, а тонкость помола регулируется настройками воздушно-проходного классификатора и пылевого вентилятора.

Измельчение доломита может также осуществляться в **вибрационных мельницах** – инерционных и гирационных (эксцентрикковые). В инерционных мельницах вибрация корпуса вызывается центробежными силами инерции, возникающими при вращении дебаланса. В гирационных мельницах корпус мельницы монтируется на эксцентриковом валу и при вращении последнего совершает круговые качания. Тонкость помола сырьевых материалов составляет 0.01-0.02 мм, мощность различных исполнений мельниц от 30 до 315 кВт, производительность 0.3-5,2 т/ч, крупность питания не более 2-5 мм. Вибрационная мельница состоит из помольного барабана с загрузочным патрубком, соединенным с вибровозбудителем, состоящим из вибратора, эластичной муфты и двигателя. Внутри камеры установлена перфорированная труба, соединенная с выгрузочным устройством. Барабан загружается шарами диаметром 10-50 мм примерно на 60-70 % объема. В корпусе на подшипниках качения установлен дебалансовый вал. Он приводится во вращение от электродвигателя, соединенного с валом гибкой муфтой. При вращении дебалансного вала с частотой, колеблющейся в пределах 20–50 и более в секунду, корпус мельницы с шарами и материалом приводится в качательное движение по эллиптической траектории. При этом шары оказывают интенсивное воздействие на материал и измельчают его. В тех случаях, когда вибрационные мельницы предназначаются для сверхтонкого измельчения, например при получении готового продукта с частицами размером менее 1–10 мкм, эффективность их в 5–30 раз выше эффективности шаровых мельниц при значительно меньшем удельном расходе мощности.

**Мельницы маятниковые** предназначены для измельчения сырья различного происхождения, удельного веса и влажности, со средним уровнем твердости. Они имеют высокую производительность и позволяют получить прекрасное качество выходящего материала. Тонкость помола сырьевых материалов составляет 0.045-0.2мм, мощность различных исполнений мельниц от 118 до 475 кВт, производительность 3-55 т/ч, крупность питания не более 30-40 мм. Помол осуществляется посредством маятников больших размеров, которые вращаясь под напором центробежной силы, оказывают сильное давление на направляющую, закрепленную на основании мельницы. После помола, измельченный материал поступает в верх-

ную часть мельницы вместе с потоком воздуха, создаваемым вентилятором или специальным аспирационным фильтром. Далее производится классификация материала при помощи сепаратора, встроенного в верхнюю часть мельницы и откалиброванного в соответствии с требуемой гранулометрией.

**Выбор мельницы.** При выборе типа мельницы руководствуются главным образом требованиями к крупности продукта измельчения, также большую роль играют энергозатраты.

Исходя из приведенных в статье характеристик, в качестве оптимального варианта для помола доломита можно рекомендовать маятниковую мельницу (на примере модели MOLOMAX 4/230 Air). Данная мельница имеет мощность 475 кВт и позволяет измельчить материал с крупностью до 30 мм до 0.045-0.2 мм при производительности до 55 т/ч.

По сравнению с ней вибрационные мельницы более требовательны к крупности исходного сырья. Шаровые и ударно-центробежные мельницы в основном менее требовательны к сырью, но уступают как по производительности, так и по энергопотреблению.

Мельница MOLOMAX 4/230 Air уступает в производительности трубным мельницам, но имеет лучшее соотношение производительность/энергопотребление, что позволяет при использовании данной мельницы на производстве снизить затраты на электроэнергию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бауман В.А., Клушанцев Б.В., Мартынов В.Д. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. – Москва: “Машиностроение”, 1981.
  2. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – Москва: “Химия”, 1973
  3. Сапожников М.Я. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. – Москва: “Высшая школа”, 1971.
  4. Сапожников М.Я., Дроздов Н.Е. Справочник по оборудованию заводов строительных материалов. – Москва, 1970.
- СТБ 2060-2010. Доломит тонкодисперсионный для бетонов и строительных растворов. Технические условия.