

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

AlexejRom@mail.ru

В статье рассмотрены условия разрушения анизотропных материалов между валками ПВИ, имеющих различный профиль. Представлены материалы по внедрению ПВИ с коническими валками в производство. Даны рекомендации по эффективному помолу, предварительно-измельченных материалов в шаровой мельнице.

Ключевые слова: измельчение, пресс-валковый измельчитель, валки, предуплотнение, разрушение.

Рост объемов жилищного строительства в нашей стране предьявляет потребность в качественных и дешевых строительных материалах.

В себестоимости строительных изделий и материалов значительную часть занимают затраты на электроэнергию, которые в России на получение готового продукта в 2-2,5 раза выше, чем в развитых зарубежных странах.

Основным сырьем для производства строительных материалов служат различные горные породы: осадочные (известняки, мергели, песча-

ники и др.) метаморфические (сланцы, кварциты и др.) значительная часть которых имеет анизотропную структуру (табл. 1). Анизотропные материалы обладают специфическим свойством - имеют различный предел прочности в зависимости от приложения усилия в продольном и поперечном направлении их сланцеватости, что требует для их переработки, с учетом скрытых резервов энергосбережения, разработки научно-обоснованных технологических комплексов.

Таблица 1

Свойства материалов с анизотропной структурой

Наименование материала	Предел прочности при сжатии, МПа		Коэффициент анизотропии
	Перпендикулярно сланцеватости	Параллельно сланцеватости	
Известняки органогенные	95	65	1,46
Метаморфические сланцы (месторождение КМА)	130	59	2,2
Амфиболиты (месторождение КМА)	145	75	1,93
Кварцитопесчаники полосчатые	260	190	1,37

Технология измельчения материалов, имеющих анизотропную структуру, слабо изучена, а анализ существующего парка дробильно-помольного оборудования показал, что конструкции измельчительных агрегатов не позволяют прилагать усилия разрушения с учетом формы и структуры измельчаемого материала.

В последние десятилетия согласно [1-3] с целью получения тонкодисперсных продуктов все большее внимание уделяется процессу поэтапного измельчения материалов в шаровой мельнице с выносом стадии грубого помола в пресс-валковый измельчитель (ПВИ). Однако условия силового воздействия в ПВИ при разрушении хрупких тел анизотропной текстуры, наряду с другими факторами (прочностными характери-

стиками, слоистостью текстуры, величиной анизотропии и др.) во многом определяют качественные и количественные показатели процесса измельчения (удельные энергозатраты, производительность, удельную поверхность продукта и др.)

При разрушении хрупких анизотропных тел, независимо от их морфологии и прочностных характеристик, они претерпевают упругую, хрупкую и пластическую деформации. Рассмотрим условия разрушения анизотропных материалов между валками ПВИ, имеющих различный профиль. Самым простым случаем деформирования анизотропных тел в ПВИ является силовое воздействие между двумя цилиндрическими валками (рис.1, а).

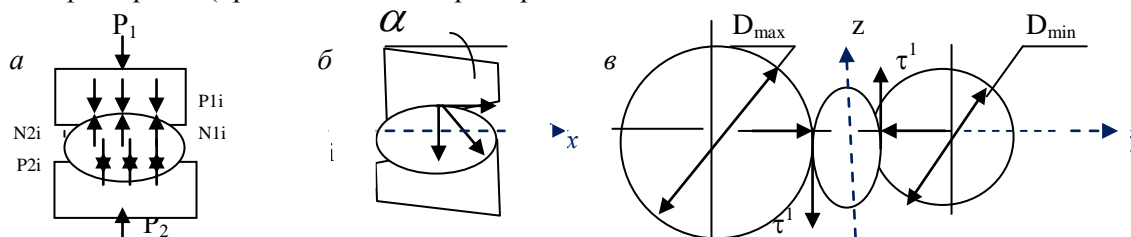


Рисунок 1. Схема деформирования материала:

а – цилиндрические валки; б – валки конической формы; в – поперечное сечение конических валков

В точках контакта рабочих поверхностей с материалом возникают раздавливающие усилия со стороны первого и второго валков

$$P_{1\Sigma} = \sum_{i=1}^n P_{1i} ; P_{2\Sigma} = \sum_{i=1}^n P_{2i} \text{ которые до}$$

момента его разрушения уравновешены реакциями

$$N_{1\Sigma} = \sum_{i=1}^n N_{1i} ; N_{2\Sigma} = \sum_{i=1}^n N_{2i}$$

При равновесном состоянии деформируемого тела получим,

$$P_{1\Sigma} = \sum_{i=1}^n P_{1i} ; \tau_{N2\Sigma} = \sum_{i=1}^n \tau_{1i} ; P_{2\Sigma} = \sum_{i=1}^n P_{2i} ; \tau_{2\Sigma} = \sum_{i=1}^n \tau_{2i} ;$$

причем

$$\tau_{i\Sigma} = \sum_{i=1}^n \tau_{li} = \sum_{i=1}^n P_{li} \cdot \cos \alpha ; \tau_{2\Sigma} = \sum_{i=1}^n \tau_{2i} = \sum_{i=1}^n P_{2i} \cdot \cos \alpha$$

Как видно из полученных уравнений увеличение угла наклона рабочей поверхности приводит к возрастанию сдвиговых деформаций, с учетом ограниченного перемещения тела создаются наиболее благоприятные условия для разрушения куска материала вдоль плоскости слоистости, имеющей наименьший предел прочности.

Учитывая, что конические валки имеют также и различные окружные скорости движения их поверхностей в противоположных точках по ширине валков ($V = \pi D n$), что создает дополни-

$$\begin{cases} N_1 = P_{\Sigma_1} \cdot \cos \alpha + \tau_{\Sigma_1} \sin \alpha + \tau' \cdot \cos \frac{R_{\min}}{R_{\max}} \\ N_2 = P_{\Sigma_2} \cos \alpha \cdot \tau_{\Sigma_2} \sin \alpha + \tau' \cos \frac{R_{\min}}{R_{\max}} \end{cases}$$

Однако, в реальных условиях измельчения слоя материала, процесс деформирования анизотропного твердого тела происходит значительно сложнее, так как разрушение осуществляется не только под воздействием сил направленных в вышеуказанных направлениях, за счет конического профиля валков, но и от соприкосновения друг с другом кусков материала, имеющих более сложную поверхность и различную прочность.

Проведенные аналитические и многочисленные экспериментальные исследования легли в основу создания конструкции пресс-валкового измельчителя (рис. 2) внедрение которого в настоящее время осуществляется на ООО «Стройматериалы».

Пресс-ваковый измельчитель представляет собой два валка диаметром $D_{cp} = 0,7$ м, имеющие конический профиль, позволяющий создавать объемно-сдвиговое деформирование на измель-

$$\begin{cases} P_1 = \sum_{i=1}^n P_{1i} = \sum_{i=1}^n N_{1i} \\ P_2 = \sum_{i=1}^n P_{2i} = \sum_{i=1}^n N_{2i} \end{cases}$$

При приложении разрушающего усилия под углом α , за счет применения конической формы валков (рис. 1, б) деформируемое тело подвергается раздавливающее-сдвиговому деформированию со стороны валков, которое равно

тельное сдвиговое воздействие в вертикальном направлении в каждой плоскости сечения валков (рис.1, в), это позволяет подвергать измельчаемый анизотропный кусок материала объемно-сдвиговому деформированию и тем самым разрушать анизотропное тело при меньших усилиях измельчения. Рассматривая условия равновесия деформируемого тела в осях x, y, z получим уравнения описывающие величины реакций со стороны валков.

чающий материал. Валки приводятся в движение от индивидуального привода, получающих вращение от двух электродвигателей мощность 15 кВт каждый. В конструкции измельчителя для защиты от поломки при попадании недробимых материалов предусмотрено демпферное устройство. Производительность ПВИ в зависимости от измельчаемых материалов варьируется в пределах 5-10 т/ч.

Важнейшим технологическим переделом подготовки минерального сырья, позволяющим перевести его в активное состояние и подготовить к химическому взаимодействию при дальнейшей тепловой обработке, является тонкое совместное измельчение его компонентов.

На сегодня процесс измельчения сырьевых силикатных материалов осуществляется на ООО «Стройматериалы» в шаровых мельницах. Важным условием повышения эффективности их

работы при совместном измельчении материалов является правильный подбор мелушей загрузки. Известно, что размер шаров в первой камере мельницы во многом зависит от размеров и прочностных характеристик подаваемого на совместное измельчение сырья.



Рисунок 2. Пресс-валковый измельчитель коническими валками



Однако проведенный анализ гранулометрии подаваемых на измельчение сырьевых материалов позволил установить, что их размеры сильно разнятся: известь имеет размеры 10-25 мм, а песок – 1-5 мм. Это затрудняет подбор эффективной мелушей загрузки и сказывается на удельных затратах на их помол.

Использование пресс-валкового измельчителя на стадии грубого измельчения позволяет получить усредненный размер частиц не более величины выходного зазора между валками.

Материал на выходе из ПВИ имеет товарную форму спрессованных пластин с максимальной прочностью в направлении силового воздействия, а составляющие их частицы имеют микродефектную структуру (рис. 3) с размерами зерен не более 3мм, что позволяет легко подобрать эффективный размер мелушей загрузки. Однако для его дезагломерации и последующего тонкого измельчения необходимы особые условия воздействия мелушей среды, отличающиеся от создаваемых в обычных шаровых мельницах.

Как показали проведенные нами исследования, предварительно измельченный в ПВИ материал целесообразно подвергать кратковременному ударно-истирающему воздействию в первой камере мельницы для дезагломерации спрессованных пластин материала и раздавливающее-истирающему воздействию мелушей загрузки во второй камере для его окончательного домола.

Такой технологический передел линии подготовки сырья на ООО «Стройматериалы» позволит снизить удельные энергозатраты на помол - 30-35 % и повысить производительность существующей шаровой мельницы на 30 %.

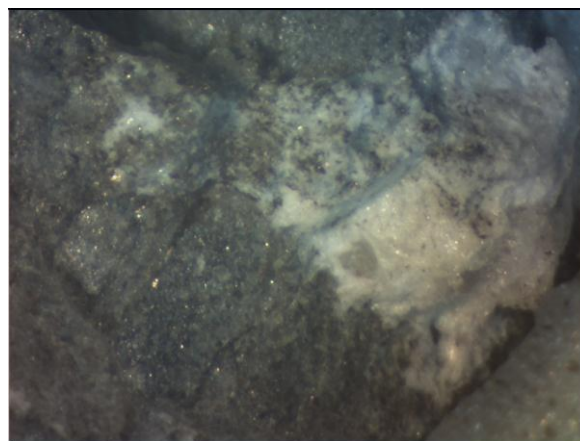


Рисунок 3. Кварцитопесчанник с микродефектной структурой после измельчения в ПВИ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Севостьянов В.С., Богданов В.С., Платонов В.С и др. Совершенствование помольных агрегатов с использованием предизмельчения. // Цемент. 1990. №2. - С. 9
2. Гридчин А.М., Севостьянов В.С., Лесовик В.С. и др. Исследование процесса измельчения

анизотропных материалов в пресс - валковых агрегатах // Строительство. 2007. №9. - С. 71.

3. Романович А.А. Особенности процесса постадийного измельчения материалов с использованием пресс-валкового агрегата. // Строительство. 2007. №9 - С.88