

**А. А. Романович, канд. техн. наук, проф.**

ГОУ ВПО «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»  
Белгород, Россия

## **К ВОПРОСУ ЭФФЕКТИВНОСТИ В РАБОТЕ ПРЕСС-ВАЛКОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

В статье представлена конструкция и методика расчета прессвалкового измельчителя с валками конического профиля.

В различных областях промышленности (цементной, горнорудной, керамической, лакокрасочной и др.) ежедневно подвергается измельчению около 10–15 млн тонн материалов. Известно, что тонкое измельчение материалов, осуществляемое главным образом в шаровых мельницах, является весьма энергоемким процессом. Так, например, в среднем на помол одной тонны цемента реализуемого в шаровых мельницах расходуется около 40 кВт/ч электроэнергии. Металлоемкость этих помольных агрегатов достигает 5-10 кг/кг с. Коэффициент полезного действия агрегата не превышает 5-10 % [1].

Предпринятые в последние годы попытки уйти от шаровых мельниц, путем создания высокоэффективных помольных агрегатов (дезинтеграторные, струйные и др.) в виду своих специфических недостатков не получили широкого распространения.

По-прежнему, благодаря своей высокой единичной мощности и надежности в работе, барабанная мельница остается основным помольным агрегатом. В стране только на цементных заводах эксплуатируется около 500 сырьевых и цементных мельниц большой единичной мощности.

Повышение эффективности работы этих агрегатов в последние полвека, шло в основном, двумя путями:

1) увеличение единичной мощности агрегата за счет увеличения его типоразмера;

2) интенсификация процесса измельчения в самой машине за счет использования:

- физико-химических способов интенсификации процесса помола;
- оптимальной величины параметров шароматериальной загрузки и аспирации;
- рациональной схемы установки внутримельничных устройств;
- импульсной технологии питания помольного агрегата измельчаемой шихтой и др.

Все это позволило, в некоторой степени, снизить энергозатраты и повысить КПД агрегата. Однако, не меняя физику самого процесса измельчения, вряд ли следует ожидать координального улучшения технико-экономических показателей процесса измельчения. В этой связи весьма перспективным является реализация секционированного измельчения шихт с вынесением стадии грубого помола за пределы мельницы в специальный помольный агрегат, обеспечивающий рациональный, более эффективный режим разрушения материалов по сравнению с создаваемым шарами.

Известно, что использование пресс-валковых измельчителей (ПВИ) в качестве предизмельчителя обеспечивает снижение удельного расхода электроэнергии помольных агрегатов на 25–35 % и повышение производительности на 15–40 % [2]. Это достигается за счет меньших затрат энергии, расходуемой на предварительное измельчение клинкера в ПВИ равной 3...5 кВт ч/т, чем в шаровой мельнице  $d=7...10$  кВт ч/т при аналогичной тонкости помола. Реализуемый в ПВИ принцип измельчения заключается в очень высокой степени сжатия слоя материала между валками, что приводит к его разрушению. Использование ПВИ в качестве предизмельчителя широко используется за рубежом [3].

У нас в стране, из-за отсутствия теоретического обоснования процесса, в значительной мере тормозится создание и внедрение в производство энергосберегающих помольных комплексов с использованием пресс-валковых измельчителей.

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

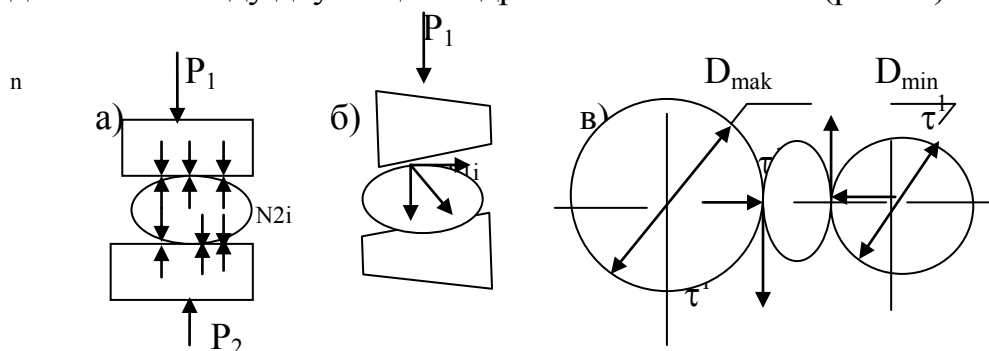


Рис. 1. Схема деформирования материала

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

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

которые до 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

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

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

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

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

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 дополнительное сдвиговое воздействие в вертикальной плоскости 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

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

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, но и под воздействием от соприкосновения друг с другом кусков материала, имеющих более сложную поверхность и во многих случаях 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».



Рис. 2. Пресс-валковый измельчитель с коническими валками

Пресс-валковый измельчитель представляет собой два валка диаметром  $D_{\text{ср}} = 0,7$  м, имеющие конический профиль, позволяющий создавать объемно-сдвиговое деформирование на измельчающий материал. Валки приводятся в движение от индивидуального привода, получающего вращение от электродвигателей мощность 15 кВт каждый. В конструкции агрегата 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.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Севостьянов, В. С.** Совершенствование помольных агрегатов и использование предизмельчителя / В. С. Севостьянов [и др.]. // Цемент. – 1990. – № 2. – С. 9–12.
2. **Романович, А. А.** Некоторые вопросы измельчения материалов в пресс-валковом измельчителе // Современные проблемы строительного машиностроения: материалы седьмых академ. чтений РААСН. – Белгород : БГТАСМ, 2001. – Ч. 2. – С. 260–262.
3. **Sevostianow, W.** Energiesparende Mahlaggregate mit niedrigen zerkleinerungskleen. / W. Sevostianow, W. Bogdanow W. // XI Internationale Baustaffund Sibi Rattagynd. Ibausil. Weimai, 1991.