

В. С. Севостьянов, д-р техн. наук, проф.; Т. А. Сиваченко; Л. А. Сиваченко, д-р техн. наук, проф.

ГОУ ВПО «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. Шухова»
ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Белгород, Россия; Могилев, Беларусь

ШТИФТОВЫЙ СПОСОБ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И ЕГО РАЗВИТИЕ

Описывается способ измельчения материала с помощью стержней у которых рабочей поверхностью является один из торцов. Приведены базовые схемы нового оборудования и дано обоснование их практического применения. Изложены задачи, которые необходимо решить при проектировании штифтовых мельниц.

Методология создания штифтовых мельниц в своей основе является чрезвычайно простой и основана на общеизвестных положениях [1–4]:

- максимальном увеличении числа единичных актов воздействия на обрабатываемый материал;
- оптимальном соответствии размеров мелющих тел и измельчаемого материала, т.е. в минимизации размеров мелющих элементов, особенно на стадии тонкого помола;
- вариативном сочетании различных механизмов разрушения;
- своевременном выводе из аппарата измельченного продукта;
- организации работы оборудования с минимальными диссипативными потерями, т.е. организация измельчения по методу индивидуального зерна;
- обеспечении необходимой надежности и минимального износа элементов рабочего оборудования.

Принцип действия штифтовой мельницы заключается в создании механизма разрушения частиц материала между торцом стержня (штифта) и твердым основанием. В реальных исполнениях это может быть выполнение рабочего оборудования в виде набора стержней (щеток), которые производят нормальное относительно опорной поверхности ударно-вибрационное или обкатывающее воздействие, см. рис. 1.



Рис. 1. Механизмы разрушения в штифтовых мельницах: а) разрушение ударно-вибрационным действием; б) разрушение обкатывающим действием

В качестве рабочих элементов для штифтовых мельниц можно использовать куски нарубленной проволоки, элементы канатов, отдельные скрутки, игольчатые тела и т.д. Во многих случаях следует применить тонкие пластинки или ленты. Варианты рабочих элементов штифтовых мельниц приведены на рис. 2.

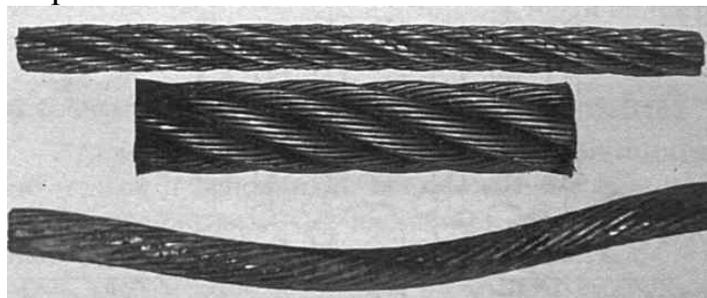


Рис. 2. Варианты рабочих элементов штифтовых мельниц

От правильного выбора рабочих органов будет зависеть эффективность создаваемых аппаратов. Основная проблема при этом состоит в обеспечении качественного крепления стержней на держателе и создания привода, обеспечивающего нужный кинематический и силовой режим работы. Некоторые варианты конструкций штифтовых мельниц представлены в табл. 1.

Схемы 1 – 3 основаны на механизмах ударно-вибрационного действия и позволяют создавать аппараты с минимальным количеством передаточных звеньев привода, но с ярко выраженным динамическим характером работы. Их изготовление особых затруднений не вызывает, но требует правильного выбора параметров и режимов работы.

Схемы 4 – 6 позволяют реализовывать обкатывающий механизм воздействия и пригодны для аппаратов с меньшей энергонапряженностью, более высокой производительностью и незначительной динамикой процесса. Аппарат по схеме 6 сочетает в себе функции ударно-вибрационного и обкатывающего механизмов воздействия на измельчаемый материал.

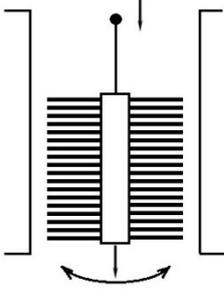
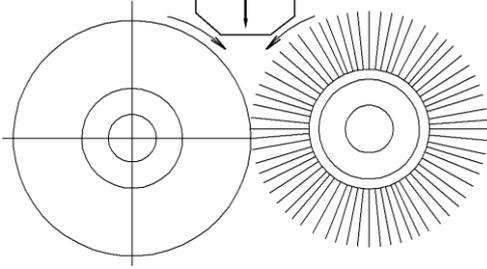
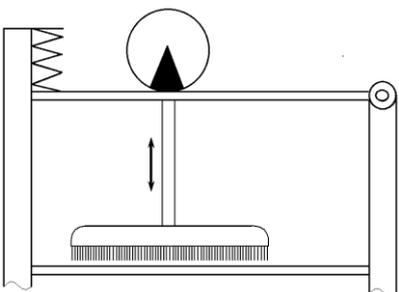
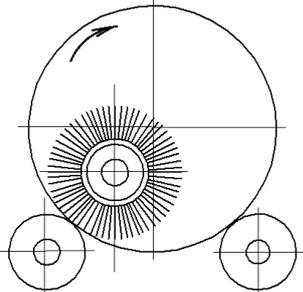
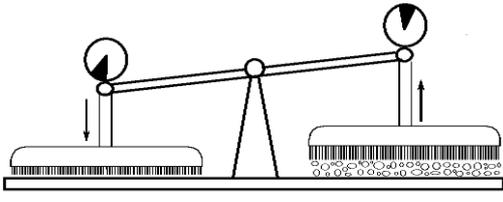
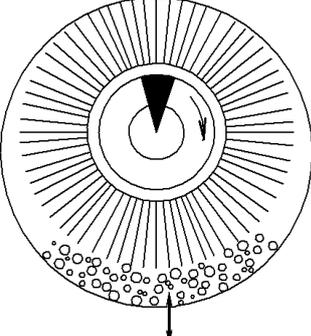
В настоящее время авторами проводится комплекс исследований по выявлению закономерностей единичных актов разрушения частиц материала стержневыми элементами. Это позволит проектировать технологические аппараты с заданными параметрами.

Заслуживает внимания поведение стержня при его продольном ударе о неподвижную преграду [5]. Такой удар, а это безусловный прототип исследуемых нами объектов, характеризуется скачкообразным изменением деформации при переходе напряжения в сечении стержня в зону предела текучести, что выражается в образовании деформированной пяты, и показано на рис. 3, 4.

Сейчас остается открытым вопрос о выборе диаметра и длины стержневых элементов. Сложность при этом заключается в особых услови-

ях работы стержней, которые изготавливаются из высокопрочных пружинных сталей и работают в режиме упругих колебаний и внецентренного приложения нагрузок и может приводить к потере устойчивости.

Табл. 1. Варианты базовых конструкций штифтовых мельниц

Ударно-вибрационного действия	Обкатывающего действия
<p>1</p> 	<p>4</p> 
<p>2</p> 	<p>5</p> 
<p>3</p> 	<p>6</p> 

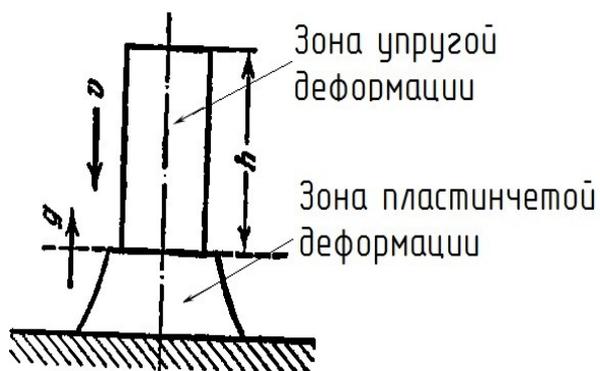


Рис. 3. Схема удара стержня о неподвижную преграду

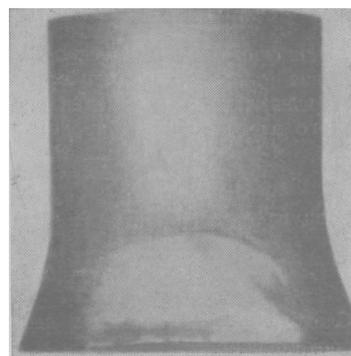


Рис. 4. Характер деформации стержня

В качестве примера поисковой работы по созданию промышленной мельницы приведем конструкцию валково-барабанной мельницы с цилиндрическими щеточными рабочими органами (см. рис. 5).

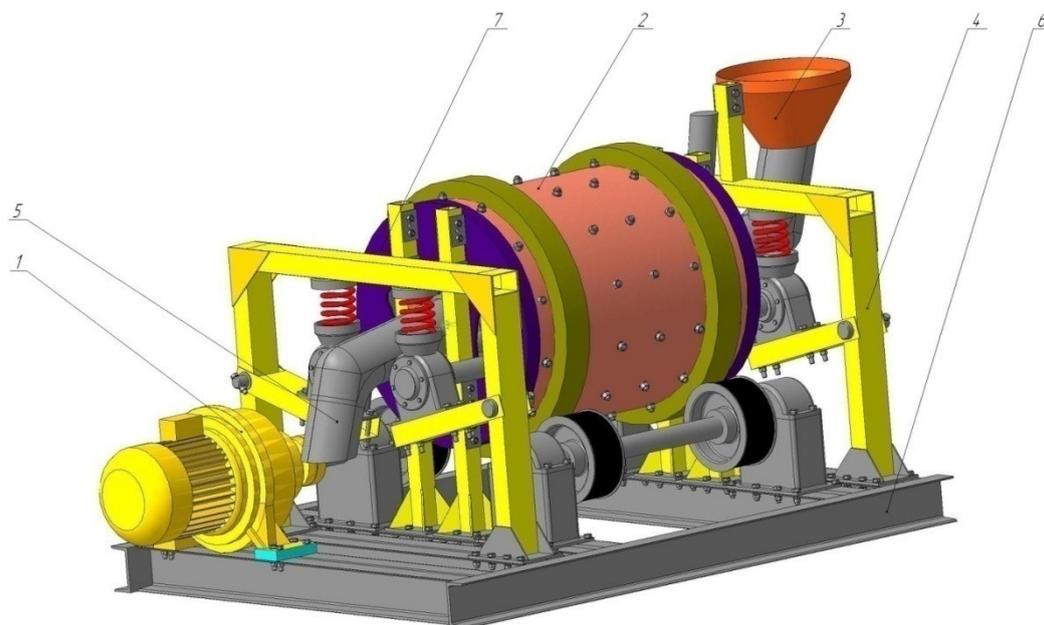


Рис. 5. Валково-барабанная мельница: 1 – привод; 2 – обичайка; 3 – приемный бункер; 4 – механизм прижима(предохранительный механизм); 5 – выгрузочная труба; 6 – рама

Мельница включает в себя мотор-редуктор 1, цилиндрический барабан 2, загрузочное устройство 3, несущую стойку 4, выгрузочное устройство 5 и раму 6, имеет цилиндрические валки 7, 8, установленные на опорных роликах, часть из которых являются приводными.

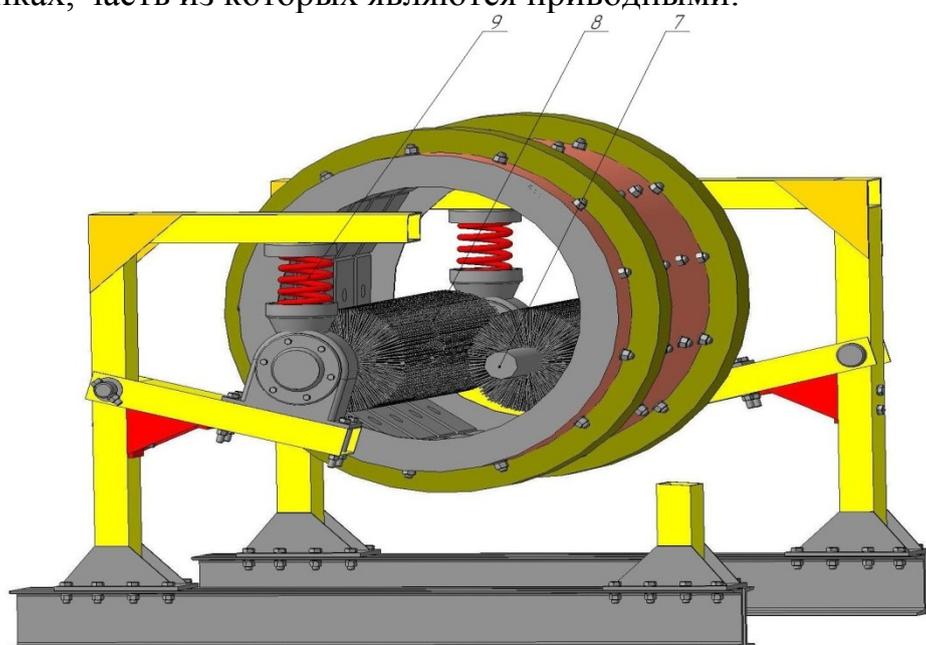


Рис. 6. Рабочее оборудование валково-барабанной мельницы

Измельчение в барабанной мельнице производится стержнями валков 7, 8, которые прижимаются к внутренней поверхности барабана 2, вращающегося со сверхкритической скоростью. Осевое движение материала обеспечивают неподвижные скребки, установленные внутри барабана.

Подобные конструкции, в сравнении с западными образцами барабанных мельниц с гладкими валками имеют в 3–4 раза меньшую потребляемую мощность, что объясняется меньшей степенью нагружения попадающего под валки материала и большей концентрацией усилий в локальных зонах, т.е. на торцовых поверхностях стержней.

Практическим применением разработанной конструкции уже сейчас может быть производство силикатного кирпича, где данный агрегат можно использовать для помола сырьевой массы путем совместной обработки всего количества исходных материалов и получения смеси с требуемым гранулометрическим составом.

Применение штифтовой мельницы на подобном технологическом переделе обеспечивает снижение энергоемкости смесеприготовления включая помол, более чем в 2 раза. Функции основного смесителя при этом выполняет высокоскоростной агрегат с вертикальным ротором, а помол – барабанная штифтовая мельница.

Анализ патентной и научно-технической информации показывает, что в мировой практике стержневые (штифтовые) способы измельчения ранее не применялись. Учитывая, что заложенный в них механизм разрушения материалов обладает новыми эффектами, способными кардинально повлиять на улучшение эффективности и качества переработки, можно считать это направление перспективным в области комплексной переработки минерального сырья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Севостьянов, В. С.** Энергосберегающие помольные агрегаты / В. С. Севостьянов. – Белгород, изд-во БГТУ, 2006. – 451с.
2. **Сиваченко, Л. А.** Технологические аппараты адаптивного действия /Л. А. Сиваченко [и др.]. – Минск, изд. центр БГУ, 2008. – 375с.
3. **Сиваченко, Л. А.** /Виброударные штифтовые мельницы / Л. А. Сиваченко, В. С. Севостьянов, Т. Л. Сиваченко // Управляемые вибрационные технологии и машины : матер. междунар. науч.-техн. конф. – Курск, 2010. – Ч. 2. – С. 52–56.
4. **Сиваченко, Т. Л.** Создание волоконно-стержневых аппаратов для получения наноразмерных композиций /Т. Л. Сиваченко // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов : матер. междунар. науч.-практ. конф. – Белгород, 2010.– Ч.3. – С. 220–228.
5. **Качанов, Л. М.** Основы теории пластичности /Л. М. Качанов. – М. : Наука, 1969. – 420 с.