

# Empirický a aplikovaný výzkum



## Technické vědy

УДК 622.23.05

### КЛАССИФИКАЦИЯ ВИБРАЦИОННЫХ МЕЛЬНИЦ

**И. А. Серебряник**  
**С. Р. Абдулова**

*Кандидат технических наук, доцент,  
аспирант,  
Иркутский национальный  
исследовательский технический  
университет, г. Иркутск, Россия*

### CLASSIFICATION OF VIBRATION MILLS

**I. A. Serebryanik**  
**S. R. Abdulova**

*Candidate of Technical Sciences,  
assistant professor,  
postgraduate student,  
Irkutsk National Research Technical  
University, Irkutsk, Russia*

---

**Summary.** The article describes the necessity and urgency of vibrating grinding of materials. Much attention is given to the analysis of scientific works dealing with the constructions and operating parameters of vibratory mills. The types of vibratory mills are systematized and classified. The author offers their general classification. The article gives the detailed classification by functional features. The brief description of each type of vibratory mills is proposed, their advantages and disadvantages are defined. The perspective technologies of vibrating grinding are mentioned.

**Keywords:** vibrating grinding; fine grinding; grinding chamber; vibratory mill; classification.

---

Измельчение является одним из основных процессов обогащения полезных ископаемых и широко используется в различных отраслях промышленности от производства сельскохозяйственной продукции до строительных материалов. Несмотря на стремительное развитие информационных технологий, механическое измельчение не

утратило своего значения. Тонкое измельчение является основой процесса производства во многих отраслях: пищевой, химической, металлургической, горнорудной и многих других. На сегодняшний день материалы, измельчённые до нано частиц, являются исходным сырьём для производства множества продуктов.



В процессе поиска оптимального метода измельчения были разработаны различные способы помола и типы мельниц для каждого из них. Среди них особое место занимают вибрационные мельницы, которые наиболее эффективны при тонком диспергировании, причем, чем тоньше помол, тем выше эффективность измельчения.

Предшественниками вибрационных мельниц были шаровые, но для достижения нужной тонины помола продолжительность измельчения в шаровой вращающейся мельнице иногда достигала десятки и даже сотни часов. Малая энергонапряженность вращающихся мельниц вызвала необходимость создания машин, в которых движение мелющих тел осуществляется с ускорениями, значительно превышающими ускорения сил тяжести. Из машин такого рода

наибольшее признание получили вибрационные мельницы [2].

В настоящее время существует множество конструкций вибрационных мельниц. Все они разнообразны и имеют конструктивные особенности. Несмотря на многолетний опыт исследования в данной области, определенной систематизации и комплексной классификации вибрационных мельниц не разработано. Скорее всего, это связано с многообразием установок. На рис. 1 представлена систематизированная классификация вибрационных мельниц, разработанная автором.

Непрерывный режим используется для измельчения большого количества материалов. При непрерывном процессе загрузка и выгрузка измельчаемого материала происходит циклически без прерывания процесса измельчения.

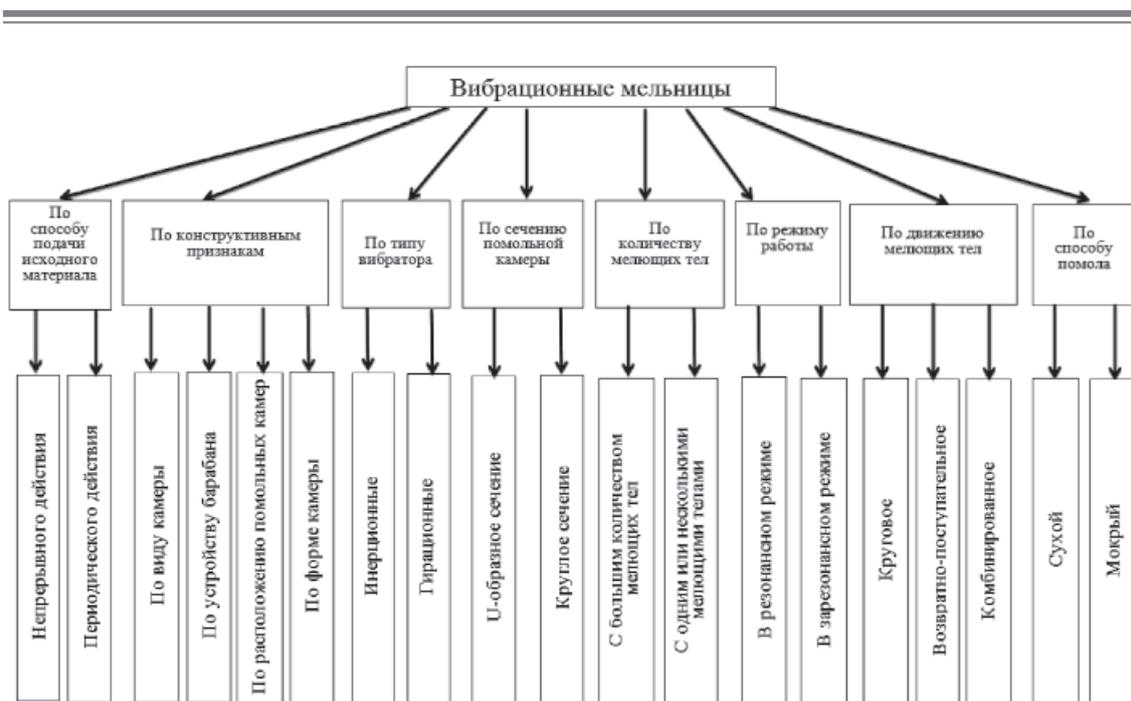


Рис. 1. Классификация вибрационных мельниц



Периодический режим применяют для тонкого измельчения, для материалов, которые требуются в небольшом количестве, а также для трудно измельчаемых материалов. Периодический процесс измельчения требует больших временных затрат, в связи с загрузкой и выгрузкой ис-

ходного сырья. Вибрационные мельницы непрерывного действия имеют более высокие показатели по производительности и по качеству конечного продукта.

В категории конструктивных признаков можно выделить четыре критерия классификации (рис. 2).



Рис. 2. Классификация вибрационных мельниц по конструктивным признакам

Корпус мельницы инерционного типа получает вибрацию за счет центробежных сил инерции. В гирационной мельнице корпус совершает круговые качания. Гиравционные мельницы оказывают большие разрушающие воздействия на фундамент и части здания, за счет значительных по величине динамических сил, часто меняющих свое направление. В свою очередь инерционные мельницы не требуют специального фундамента и могут быть установлены на обычном полу, так как имеют пружинные опоры, и деревянные подкладки.

Первыми появились мельницы с камерой с круглым сечением, затем были разработаны камеры с корытным сечением, что облегчает очистку при пере-

ходе на обработку другого материала, но и снижает интенсивность процесса, в связи со свободным движением загрузки. Со временем эта проблема была решена, путем монтажа дополнительных поверхностей, которые препятствуют свободному расширению. В промышленности встречаются оба варианта и принципиальных отличий в качестве и количестве конечного продукта не имеют.

Большинство конструкций вибрационных мельниц предусматривают наличие мелющих тел в большом объеме. Масса мелющих тел и их размеры зависят от конструктивных особенностей мельницы и измельчаемого материала. Мелющие тела бывают разной формы



и изготавливаются из таких материалов как сталь, чугун, стекло, фарфор. Чаще всего, это стальные шары, но применяют также мелющие тела цилиндрической формы, стержни, валки, трубы. Самыми износостойкими считаются керамические шары, но их применение достаточно дорогостоящее. Некоторые модели вибрационных мельниц предусматривают помол без мелющих тел, так называемое самоизмельчение. Измельчение без мелющих тел подходит к ограниченному числу материалов. Существуют конструкции с одним или несколькими мелющими телами, к таким изобретениям можно отнести дисковые вибрационные мельницы.

На сегодняшний день в производстве чаще всего используются вибрационные мельницы с центробежным приводом. Они характеризуются нерациональным использованием энергии, так как работают в зарезонансном режиме вынужденных колебаний и не удовлетворяют современным требованиям надежности, производительности, экономичности и эффективности [1]. В свою очередь резонансный режим работы вибрационной мельницы характеризуется высокой стабильностью и высокой интенсивностью процесса измельчения.

Движение мелющих тел зависит от конструктивных особенностей мельницы (формы камеры, расположения камеры, вида камеры, от режима работы мельницы, от количества мелющих тел и т. п.), в большей степени на движение

влияют амплитуда и частота колебаний корпуса камеры, которые в разной степени влияют на тонину помола и производительность. Выбор мельницы по движению мелющих тел также зависит от измельчаемого материала.

Вибрационные мельницы используются как для сухого помола, так и для мокрого. Содержание воды в загрузке для мокрого помола равно около 50%. Для измельчения частиц размером 15 мк и крупнее эффективнее использовать сухой помол. Для более мелкой дисперсности продукта мокрый помол будет целесообразней.

### Библиографический список

1. Кошелев А. В. Экспериментальное исследование эффективности работы параметрического резонансного привода // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 11. – С. 996–999.
2. Кутель Р. В., Коновалов Д. О., Элькин А. Ю. Вибропомольные установки: устройство, назначение, выбор // *Вибрационное измельчение материалов*. Информационное сообщение № 20: сб. науч. тр. – М.: Промстройиздат, 1956. – С. 3–5.

### Bibliograficheskiy spisok

1. Koshelev A. V. Eksperimentalnoe issledovanie effektivnosti raboty parametricheskogo rezonansnogo privoda // *Fundamentalnyie issledovaniya*. – 2014. – № 11. – S. 996–999.
2. Kugel R. V., Konovalov D. O., Elkin A. Yu. Vibropomolnyie ustanovki: ustroystvo, naznachenie, vyibor // *Vibratsionnoe izmelchenie materialov*. Informatsionnoe soobschenie № 20: sb. nauch. tr. – М.: Promstroyizdat, 1956. – S. 3–5.

© Серебряник И. А., Абдулова С. Р., 2015