

УДК 621.926.7

Н.П. Максимов, Р.Н. Максимов, К.К. Байматов
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
РОТОРНО-ВИБРАЦИОННОЙ МЕЛЬНИЦЫ

Приведены результаты испытаний роторно-вибрационной мельницы нового типа при измельчении доломита, известняка и свинцово-цинковой руды. Получены зависимости производительности роторно-вибрационной мельницы при постоянных значениях частоты колебаний и амплитуды и разных значениях крупности исходного продукта, а также зависимость производительности мельницы при разных значениях частоты колебаний и углах наклона образующей конуса чаши. Приведены зависимости средней скорости выхода готового продукта из зоны измельчения при изменении амплитуды колебаний, а также зависимость мощности, потребляемой главным приводом мельницы, от частоты вращения ротора при постоянной рабочей частоте колебаний чаши.

Ключевые слова: измельчение, роторно-вибрационная мельница, вибрационное воздействие, испытания

**N.P. Maksimov, R.N. Maksimov,
K.K. Bajmatov**

**EXPERIMENTAL RESEARCHES OF
THE ROTOR-VIBRATING MILL**

Article is devoted to researches of a rotor-vibrating mill for milling hard materials. Results of tests of a mill new type are resulted at crushing dolomite, limestone and lead-zinc ore. Dependences of productivity rotor-vibrating mill are received at constant values of frequency of fluctuations and amplitudes and different values of large an initial product, and also dependence of productivity of a mill at different values of frequency of fluctuations and comers of an inclination of a bowl forming a cone. Dependences of average speed of an output of a ready product from a zone of crushing are resulted at change of amplitude of fluctuations, and also dependence of the capacity consumed by the main drive of a mill, on frequency of rotation at constant working frequency of fluctuations of a bowl.

Key words: Milling, rotor-vibrating mill, vibrating influence, tests.

Дробление и измельчение различных твердых материалов требуют больших затрат электроэнергии. Энергетические затраты на измельчение непрерывно растут в связи с расширяющимся освоением место-

рождений бедных руд и необходимостью переработки отходов. Доля капитальных, эксплуатационных и энергетических затрат на дробление и измельчение большинства использующих эти процессы предприятий составляет более 50 % их экономического баланса. В этой связи задача снижения себестоимости дробильно-измельчительных процессов становится все более актуальной [1].

Современные, широко применяющиеся конструкции машин для дробления и измельчения имеют ряд существенных недостатков, низкий коэффициент полезного действия, громоздки, низкая удельная производительность, значительный расход металла на мелющие тела и футеровку, высокий уровень шума. Внедрение вибрационной техники способствует усовершенствованию технологических процессов, повысит экономическую эффективность. К числу таких машин относится роторно-вибрационная мельница для измельчения твердых материалов, разработанная в Северо-Кавказском горно-металлургическом институте (государственном

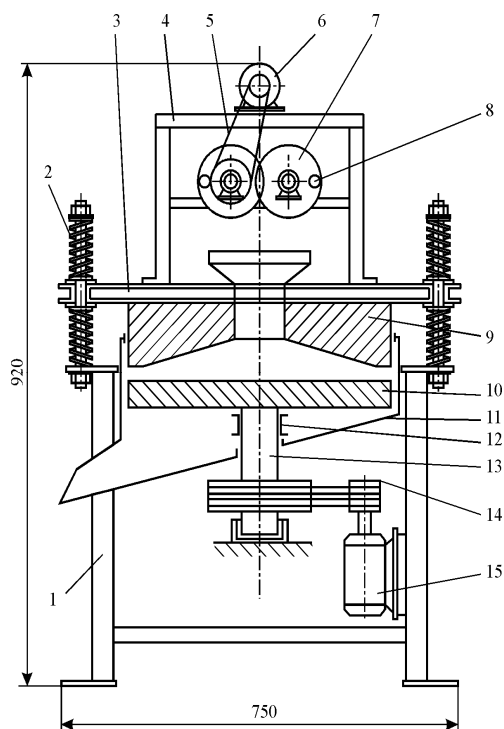


Рис. 1. Экспериментальная роторно-вибрационная мельница

постоянного тока 15 посредством клиноременной передачи 14.

Экспериментальная роторно-вибрационная мельница работает следующим образом. Исходный твердый материал через отверстие в чаше 9 поступает в зону измельчения, расположенную между вибрирующей чашей и вращающимся ротором 10, где происходит его измельчение до необходимого размера (определяется размером зазора между чашей и ротором). Измельченный готовый продукт удаляется из мельницы по лотку 11.

В лаборатории новой измельчительной техники СКГМИ (ГТУ) были проведены исследования экспериментальной роторно-вибрационной мельницы при измельчении доломита, известняка и свинцово-цинковой руды.

Цель исследований: определение влияния частоты вращения ротора, а также амплитуды и частоты колебаний чаши на процесс измельчения материалов в роторно-вибрационной мельнице.

Результаты исследований экспериментальной роторно-вибрационной мельницы приведены на рис. 2–6.

Из рис. 2 видно, что при постоянных значения частоты колебаний и амплитуды производительность роторно-вибрационной мельницы уменьшается при увеличении крупности исходного продукта мельницы от 3 мм до 20 мм (кривая 1, 2). С увеличением частоты колебаний до 50 Гц производительность роторно-вибрационной мельницы при измельчении мелкого продукта (3–5 мм) увеличивается почти в два раза (кривая 2).

Зависимость производительности роторно-вибрационной мельницы по готовому продукту в зависимости от частоты вращения вала и угла наклона внутренней образующей конуса чаши

технологическом университете) (СКГМИ (ГТУ)) [2, 3].

На рис. 1. показан схематический чертеж экспериментальной установки роторно-вибрационной мельницы. На опорной стойке рамы 1 установлены упругие элементы (пружины) 2, в количестве 8 штук, на которые выставлена рама 3 с жестко закрепленной к ней снизу вибрирующей чашей 9. На раме 3, сверху установлен шестеренный дебалансный вибратор, имеющий опорную раму 4, две зубчатые шестерни 7 с дебалансами 8, и привод в виде электродвигателя постоянного тока 6, позволяющего изменять частоту колебаний и клиноременной передачи 5. Под вибрирующей чашей 9, с определенным зазором установлен ротор 10, который закреплен на вертикальном валу 12, который в свою очередь установлен в подшипнике 12 и подпятнике 16. Привод мельницы осуществляется от электродвигателя

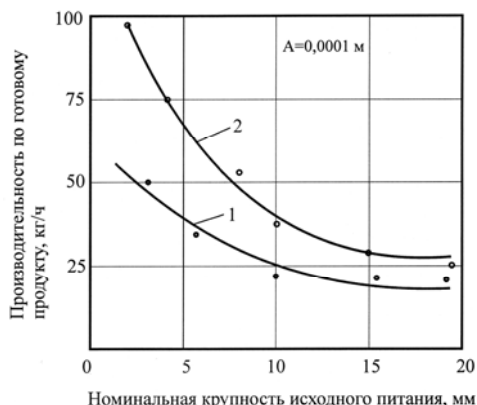


Рис. 2. Зависимость производительности мельницы от крупности исходного продукта при амплитуде колебаний 0,0001 м и частоте колебаний: 1 – $\omega=25$ Гц; 2 – $\omega=50$ Гц

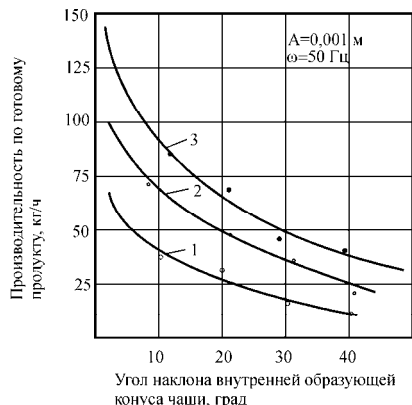


Рис. 3. Зависимость производительности роторно-вибрационной мельницы от угла наклона внутренней образующей конуса чаши при частоте вращения вала, мин^{-1} : 1 – 150; 2 – 200; 3 – 250

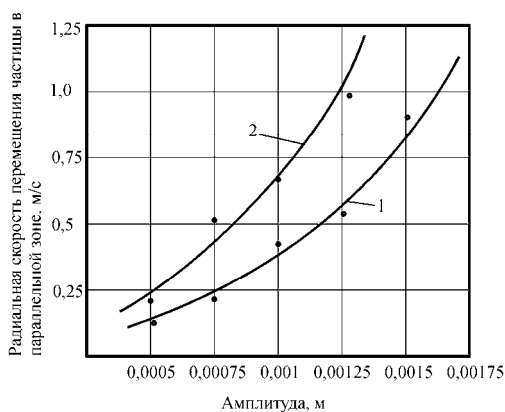


Рис. 4. Зависимость средней скорости перемещения измельчаемого материала от амплитуды и частоты колебаний, Гц: 1 – 25; 2 – 50

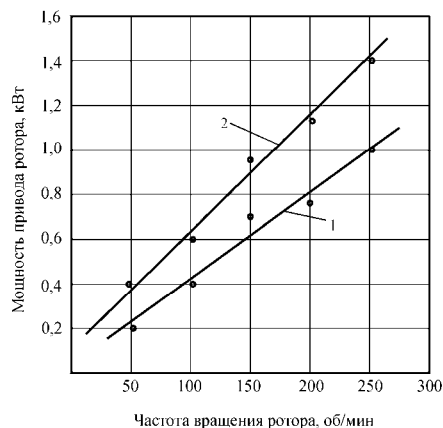


Рис. 5. Зависимости мощности от частоты вращения ротора при частоте колебаний чаши 50 Гц и амплитуде колебаний, м: 1 – 0,0005; 2 – 0,001

показаны на рис. 3. Из рис. 3 видно, что с увеличением частоты вращения вала от 150 мин^{-1} до 250 мин^{-1} количество готового продукта увеличивается почти в два раза, но снижается до 13–35 кг/ч при увеличении угла наклона образующей конуса с 10 до 40 градусов. Это можно объяснить увеличением объема рабочего пространства и соот-

ветственно снижением энергоемкости процесса измельчения.

Известно, что на производительность роторно-вибрационной мельницы в известной мере влияет скорость выхода готового продукта из рабочего пространства, а также время пребывания измельчаемого материала в зоне измельчения.

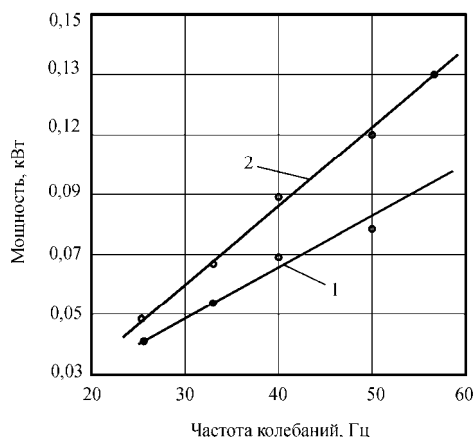


Рис. 6. Зависимость мощности потребляемой электродвигателем дебалансного вибратора от частоты колебаний при амплитуде колебаний, м: 1 – 0,0005; 2 – 0,001

На рис. 4 показано влияние средней скорости выхода готового продукта из зоны измельчения при измельчении материала размером 0 - 5 мм в зависимости от амплитуды колебаний и частоты вращения ротора при постоянной частоте вращения ротора равной 250 мин⁻¹.

Из рис. 4 видно, что средняя скорость выхода готового продукта из зоны измельчения увеличивается от 0,25 м/с

до 1,25 м/с при изменении амплитуды колебаний от 25 Гц до 50 Гц. Это объясняется увеличением интенсивности процесса измельчения и увеличением зазора в параллельной зоне.

Зависимости мощности потребляемой приводом ротора от частоты вращения и мощности вибратора от частоты колебаний вращения ротора показаны на рис 5, 6.

Из рис. 5 и рис. 6 видно, что мощность, потребляемая главным приводом мельницы увеличивается в зависимости от частоты вращения ротора от 50 до 300 мин⁻¹, при постоянной рабочей частоте колебаний чаши 50 Гц. Наблюдается также увеличение мощности вибратора чаши от частоты колебаний от 20 до 60 Гц при амплитуде колебаний от 0,5 до 1 мм.

Полученные результаты соответствуют ранее проведенным исследованиям [4] по определению мощности приводов вибрационных машин.

Исследования лабораторной установки с применением вибрационного воздействия послужили основой для создания высокоэффективных промышленных роторно-вибрационных мельниц для измельчения твердых материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вайсберг Л.А., Зарогатский Л.П., Туркин В.Я. Вибрационные дробилки. Санкт-Петербург: Изд-во ВСЕГЕИ, 2004. – 305 с.
2. Патент РФ № 2301111. /Максимов Н.П., Байматов К.К./ Роторно-вибрационная мельница. Опубликовано в БИ. №17, 2008 г.
3. Максимов Н.П., Байматов К.К. Основы расчета мощности электромагнитных

- вибраторов роторно-вибрационной мельницы. М.: МИСиС «Известия вузов. Цветная металлургия», № 4, 2006.
4. Справочник по обогащению руд. Специальные и вспомогательные процессы / под ред. О.С. Богданова, Ю.Ф. Ненарокова – М.: Недра, 1984. **ГИАЗ**

Коротко об авторах

Максимов Н.П. – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологических машин и оборудования,
Максимов Р.Н. – доктор технических наук, профессор кафедры обогащения полезных ископаемых, доцент,
Байматов К.К. – ассистент,
 Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет), skgtu@skgtu.ru

