

Если показания шумомера колеблются в пределах 5 дБ, то следует отсчитывать среднее значение уровней.

Результаты измерений оформляются в виде протокола ГОСТ 12.2.107-85 [2].

### **Вывод**

В качестве метода контроля шумовых характеристик в условиях работающего цеха следует использовать метод сопоставления фактических шумовых характеристик станка, с допустимыми шумовыми характеристиками по ГОСТ 12.2.107-85.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Шум. Станки металлорежущие. Допустимые шумовые характеристики: ГОСТ 12.2.107-85. М. : Издательство стандартов, 2008. – 12 с.

2. Шум. Определение шумовых характеристик источников шума. ГОСТ 12.1.028-80. М. : Издательство стандартов, 1989. – 10 с.

3. Машиностроение. Энциклопедия. Ред. совет: Фролов К.В. (пред.) и др. М.: Машиностроение. Металлорежущие станки и деревообрабатывающее оборудование. Т. 4–7 / Б.И. Черпаков, О.И. Аверьянов, Г.А. Адонян и др. Под ред. Б.И. Черпакова. – 2-е изд., испр. 2002. – 864 с., ил.

4. Григорьев, В. Ф. Оценка возможности применения мобильных устройств связи для проверки шумовых характеристик технологического оборудования / В. Ф. Григорьев, Ю. А. Дакало // Вестник БрГТУ. – 2019. – № 4 (117): Машиностроение. – С. 39–42.

УДК 621.926

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УДАРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В ВИБРОВАЛКОВОМ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕ**

*Сотник Л. Л., Дремук В. А.*

*Барановичский государственный университет  
Барановичи, Республика Беларусь*

### **Введение**

На современном этапе становления мировой промышленности невозможно представить отрасль, где бы не встречались процессы дезинтеграции. Немаловажной задачей в сложившейся экономической ситуации является создание нового и модернизация имеющегося на предприятиях оборудования.

На сегодняшний день среди всего многообразия известных различных способов дезинтегративной переработки различного минерального сырья в дисперсное состояние наиболее распространенным и простым остается механическое измельчение. Большое распространение получили агрегаты с преобладающим ударным действием, как наиболее эффективным способом разрушения твердых материалов. При динамическом нагружении материалов возникающие в нем напряжения вдвое больше, чем при статическом.

Преимущество ударного воздействия по сравнению с раздавливающим основано на том, что при ударе сила сжатия возникает в определенном сечении так быстро, что трещина образуется до того, как в частице материала устанавливается равновесное распределение энергии, результатом чего является уменьшение количества энергии, необходимое для осуществления разрыва.

Согласно предлагаемым теориям эффективность измельчения зависит от продолжительности приложения внешней силы и температуры тела.

Измельчение большинства многокомпонентных структурно-неоднородных материалов с помощью удара позволяет получать продукт помола высокого качества, затрачивая при этом минимальное количество энергии.

В отечественной практике об эффективности применения ударного способа измельчения говорят работы таких исследователей, как Э. И. Левданский [1], Л. А. Сиваченко [2], П. Е. Вайтехович [3], и многих других.

Таким образом, оценка влияния ударного воздействия на выходные параметры процесса измельчения в вибровалковом измельчителе является актуальной задачей.

### Основная часть

Одной из важнейших характеристик, определяющих эффективность работы вибровалкового измельчителя, является сила воздействия валков на измельчаемый материал. Необходимая для измельчения сила влияет на энергозатраты процесса измельчения и зависит от многих параметров [4].

Для того чтобы разрушить тело, его необходимо деформировать на такую величину, при которой в материале возникнет разрушающее напряжение. В вибровалковом измельчителе на материал передается раздавливающе-сдвиговые и ударные воздействия.

Упрощенная модель поступательных колебаний эксцентрика, создающих ударное воздействие, показана на рисунке 1.

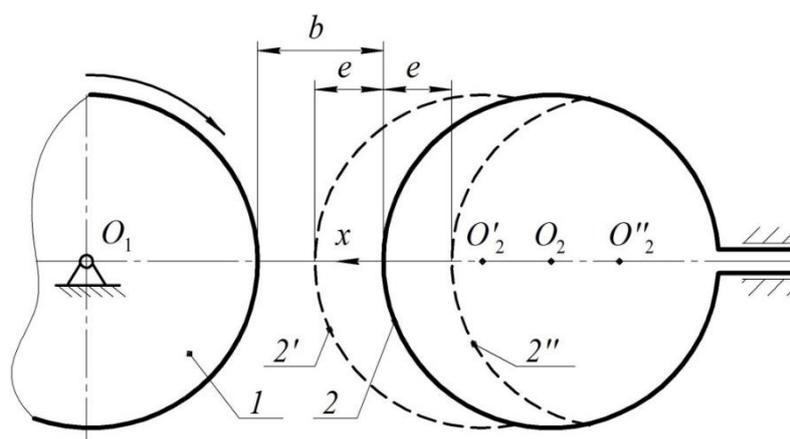


Рисунок 1 — Упрощенная модель колебаний эксцентрика

В процессе колебаний валок из положения 2 перемещается на расстояние  $e$  (эксцентриситет) в крайнее левое положение 2', затем в крайнее правое 2''. Перемещение эксцентрика из положения 2'' в 2', в ходе которого материал сжимается и разрушается, представляет собой его рабочий ход. Обратное перемещение валка из положения 2' в 2'' назовем холостым ходом. Заметим, что во

время холостого хода силовое напряжение слоев уменьшается. В верхней части активного пространства оно может изменяться до нулевого значения с потерей контакта между валком и материалом. Восстанавливаться контакт будет при рабочем ходе с эффектом удара [4].

Разработанная методика силового анализа в вибровалковом измельчителе практически может использоваться с различной эффективностью в зависимости от механических и структурных характеристик измельчаемого материала, а также от геометрических  $e$  – величина эксцентриситета,  $b$  – ширина межвалкового пространства,  $R$  – радиус валков, кинематических параметров  $\omega$  – угловая скорость вращения и других факторов.

Согласно проведенным исследованиям график зависимости изменения контактного напряжения при продвижении материала через рабочее пространство (рисунок 2) имеет волнообразный вид, где каждая волна – это удар валка по материалу. Нарастание усилия зависит от выбора конструктивных и технологических параметров вибровалкового измельчителя, в частности, величины эксцентриситета и частоты вращения эксцентрикового валка.

Согласно проведенному теоретическому анализу можно сказать, что с каждым силовым импульсом эксцентрикового валка происходит значительное увеличение суммарного усилия. В ходе такого воздействия на материал внутри его частиц образуется система микротрещин, которые ослабляют материал, способствуя его дроблению и последующему измельчению.

Таким образом, совмещение ударного и раздавливающе-сдвигового деформирования позволяет изменить силовое воздействие на материал, а образовавшаяся система микротрещин приводит к высвобождению минералов и раскрытию ростков — селективному разрушению с минимальными затратами.

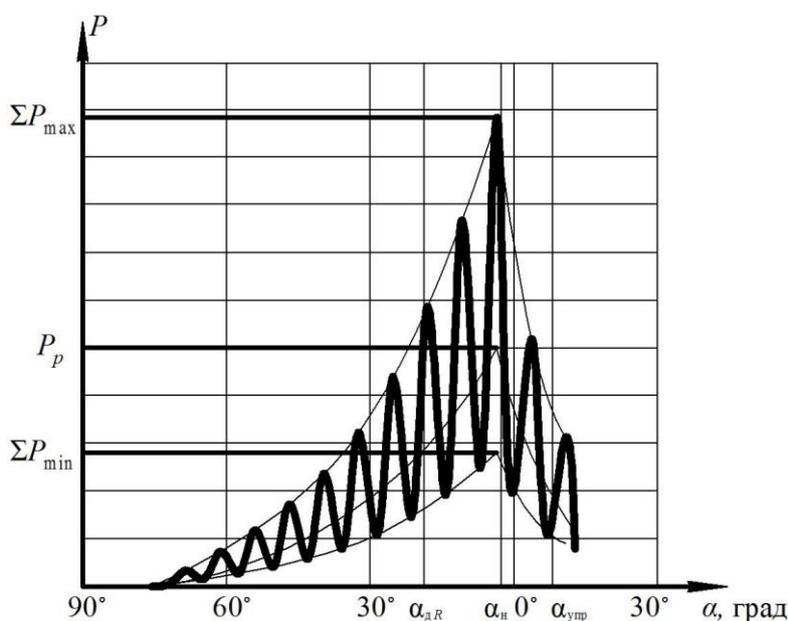
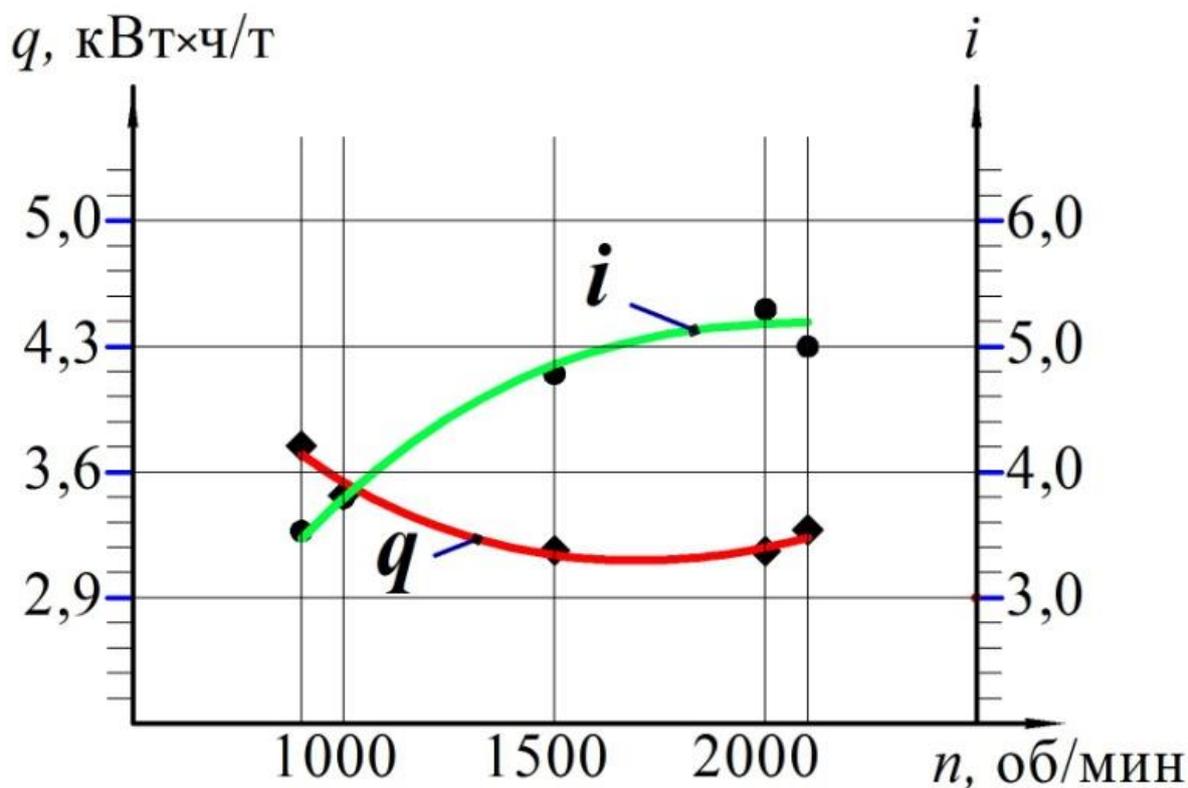


Рисунок 2 – Изменение суммарного усилия на материал

Экспериментальные исследования ударного воздействия в вибровалковом измельчителе. Ранее проведенные теоретические и поисковые исследования [4]

позволили установить, что на величину выходных параметров процесса измельчения материалов с различными физико-механическими характеристиками и структурой существенное влияние оказывает частота вращения эксцентрикового вала, создающая ударное воздействие на материал.

С целью изучения влияния ударного воздействия на выходные показатели и определения оптимального их значения проведены исследования и изучены зависимости степени измельчения  $i$  и удельной энергоёмкости  $q$  (рисунок 3) при измельчении сильвинита.



*Рисунок 3 — Влияние частоты ударного воздействия на степень измельчения и удельную энергоёмкость*

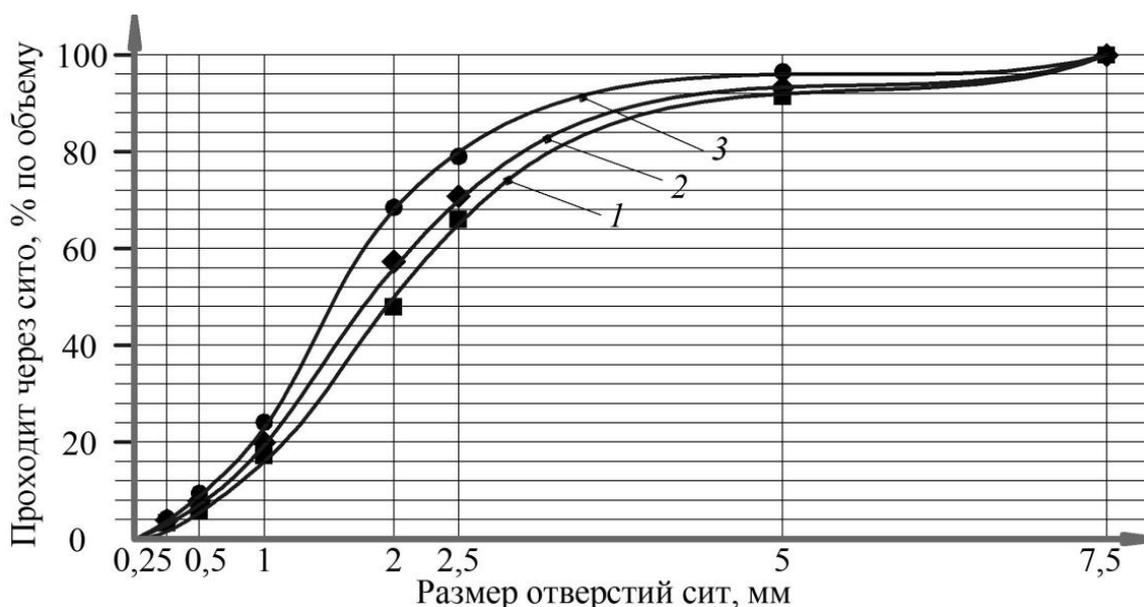
Как видно из графической зависимости (рисунок 3), варьирование частотой вращения эксцентрикового вала  $n$  меняет качественные и количественные параметры процесса измельчения.

Так, при увеличении  $n$  с нижнего ( $n = 1000$  об / мин) уровня варьирования до верхнего ( $n = 2000$  об / мин) происходит изменение качественных и количественных параметров процесса [5].

Так степень измельчения материалов возрастает с  $i = 3,85$  до  $i = 5,26$  на 37 %.

Создание ударного воздействия приводит к уменьшению удельного расхода электроэнергии, затрачиваемой на осуществление процесса измельчения, с  $q = 3,544$  кВт · ч / т до  $q = 3,179$  кВт · ч / т на 10,3 %.

Также не менее значимой характеристикой измельчения материала является величина тонкости помола, характеризуемая остатком на сите с соответствующей ячейкой (рисунок 4).



**Рисунок 4 – Влияние частоты вращения эксцентрикового вала  $n$  на качественный показатель процесса  $R$  (1 –  $n = 1000$  об / мин, 2 –  $n = 1500$  об / мин, 3 –  $n = 2000$  об / мин)**

При измельчении сильвинита важным параметром тонкости помола является переизмельчение материала [1]. Таким образом, важным выходным качественным параметром оценки влияния частоты вращения эксцентрикового вала  $n$  будет остаток на ситах  $R_{2,5}$ ;  $R_1$ ;  $R_{0,5}$  и  $R_{0,25}$ .

Так, при увеличении  $n$  с нижнего ( $n = 1000$  об / мин) уровня варьирования до верхнего ( $n = 2000$  об / мин) остаток на ситах меняется следующим образом (рисунок 4):

- $R_{2,5}$  с 38 % до 20 % уменьшение на 47 %;
- $R_1$  с 83 % до 78 % уменьшение на 6,0 %;
- $R_{0,5}$  с 97 % до 95 % уменьшение на 2,0 %.

#### **Заключение**

Таким образом, изменение частоты вращения эксцентрикового вала  $n$  позволяет создать более интенсивное ударное воздействие на измельчаемый материал, что приводит к уменьшению удельного расхода электроэнергии, затрачиваемой на осуществление процесса измельчения и увеличению тонкости помола.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Левданский, Э. И. Совершенствование процесса измельчения сильвинитовой руды перед флотацией / Э.И. Левданский, И.А. Левданский // Труды БГТУ. – 2015. – № 3 (176). – С. 152–158.
2. Сиваченко, Л. А. Решение проблем измельчения и дезинтеграторных технологий / Л. А. Сиваченко // Строительные и дорожные машины. – 2005. – № 11. – С. 31–34.
3. Определение основных параметров ударного взаимодействия абразивных частиц с лопастями ротора-ускорителя центробежной мельницы / П. Е. Войтехович [и др.] // Горная механика и машиностроение. – 2017. – № 2. – С. 76–95.

4. Сотник, Л. Л. Метод приближенного анализа взаимодействия материала с валками в вибровалковом измельчителе / Л. Л. Сотник, С. И. Русан, Л. А. Сиваченко, О. И. Наливко // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2020. – № 4. – С. 453–463.

5. Сотник, Л. Л. Сравнительный анализ процесса дробления сильвинитовой руды в вибровалковом измельчителе на различных режимах / Л. Л. Сотник [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 2 : Химические технологии, биотехнология, геоэкология. – Минск : БГТУ, 2020. — № 2. — С. 76—81.