

UDC 549: 621.181

Electricopulse Method of Materials Disintegration

¹ Bekbolat R. Nussupbekov² Ayanbergen K. Hasenov

¹ Karaganda State University named after the academician E.A. Buketov, Kazakhstan
PhD (Technical), Associate professor
University street 29–89, Karaganda 100026
E-mail: bek_nr1963@mail.ru

² Karaganda State University named after the academician E.A. Buketov, Kazakhstan
PhD doctoral student
Lobodi street 34–28, Karaganda, 100008
E-mail: ayanbergen@mail.ru

Abstract. The article considers the possibility of wollastonite ore EMP disruption. The proposed EMP method is the most appropriate for commercial production, as it ensures intense wollastonite ore disruption and reduction. These results are of interest for scientific and practical use.

Keywords: EMP method; wollastonite ore; spark gap; cavitation; hydraulic impact; interelectrode gap; disintegration.

Введение: Научно-техническая политика Республики Казахстан в настоящее время ориентирована на концентрацию ресурсов по приоритетным направлениям экономического развития, определяемым первоочередными государственными научно-техническими программами. Геологическими исследованиями установлено, что Республика Казахстан обладает крупнейшими в мире запасами волластонитовых руд – около 70 млн т. (после Америки и Китая), позволяющими Казахстану занять лидирующее положение в производстве нового продукта – волластонита. Как показывает мировая практика его добычи и использования, зарубежные страны испытывают острый недостаток в природном волластоните, так как получение синтетического аналога в 15–20 раз дороже [1].

Предварительная переработка добываемой горной массы, ее дробление и измельчение являются весьма дорогостоящими операциями и приблизительно составляют до 50 % всех затрат на обогатительных фабриках. При этом огромное значение для последующих технологических операций имеет качество дробления и измельчения, предполагающее получение волластонитового продукта заданной фракции без переизмельчения. Вытянутая по длине структура кристаллов волластонита характерна для природного минерала, который при раскалывании образует зёрна строго игольчатой формы. Измельченный минерал волластонита в виде различных фракций, применяется в бумажной, химической, резинотехнической промышленности и для производства теплоизоляционных материалов в металлургической промышленности [2, 3].

Как известно, до настоящего времени для дробления, измельчения и обогащения волластонитовых руд на различные фракции используются механические дробильные устройства (например, шаровая, вибромельница и др.). Выход чистого продукта на вышеперечисленных установках для дальнейшего использования в промышленности составляет порядка 40 % [4].

Для обработки волластонитовой руды, в научной лаборатории Карагандинского государственного университета им. Е.А. Букетова создана действующая электроимпульсная установка с рабочим узлом [5–7]. Сущность электроимпульсного способа состоит в том, что в дробильном узле устанавливаются рабочие электроды и внутри объема жидкой среды осуществляют высоковольтный электрический разряд, который сопровождается сверхвысокими гидравлическими давлениями. Эффекты, вызванные в жидкой среде при воздействии возникающих в результате разрядов ударных волн, приводят к дроблению и измельчению волластонитовой руды [8–10]. В связи с этим целью настоящей работы являлся определение основных геометрических и электрических параметров установки.

Материалы и методика эксперимента: Опыты по дроблению и измельчению волластонита проводились для руды Босагинского месторождения Республики Казахстан [1] с исходным диаметром ($d_{фр}$) фракций $7 \cdot 10^{-3} м$, $14 \cdot 10^{-3} м$ и $21 \cdot 10^{-3} м$. Время обработки ($\tau_{обр}$) составляла $360 с$. При фиксированных значениях межэлектродного расстояния ($l_p = 7; 8; 9; 10 \cdot 10^{-3} м$) регулировали подводимое значение импульсного напряжения ($U = 8 \cdot 10^3 В \div 35 \cdot 10^3 В$) [9-12].

В дальнейшем получены массовые доли фракций (K) от исходного объема волластонитовой руды при фиксированных импульсных напряжениях и значениях межэлектродного расстояния на искровом разряднике.

Результаты и их обсуждение: Распределение частиц по их размерам, при оптимальных значениях напряжения на искровом разряднике приведено на рисунке 1. В многократных проведенных экспериментах оптимальный исходный диаметр руды в водном растворе составил $7 \cdot 10^{-3} м$. Как видно из рисунка 1 с увеличением напряжения на искровом разряднике, весовая доля мелкой фракции от общего объема руды возрастает и достигает 48%.

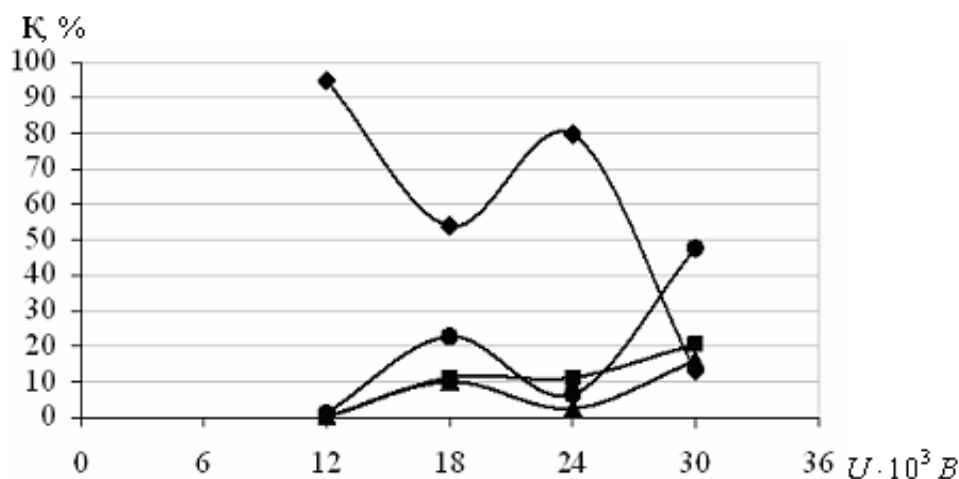


Рис. 1. Весовая доля фракции от общего объема волластонитовой руды при фиксированных импульсных напряжениях на искровом разряднике $d_{фр} = 7 \cdot 10^{-3} м$; $C = 0,5 \cdot 10^{-6} Ф$; $\tau_{обр} = 360 с$, —◆— $5 \cdot 10^{-3} \div 7 \cdot 10^{-3} м$; —■— $3 \cdot 10^{-3} \div 4 \cdot 10^{-3} м$; —▲— $1,0 \cdot 10^{-3} \div 2,5 \cdot 10^{-3} м$; —●— $0,1 \cdot 10^{-4} \div 0,9 \cdot 10^{-3} м$.

В дальнейшем при оптимальных электрических и энергетических параметрах установки нами получена весовая доля фракции от исходного объема при фиксированных значениях межэлектродного расстояния (рис. 2).

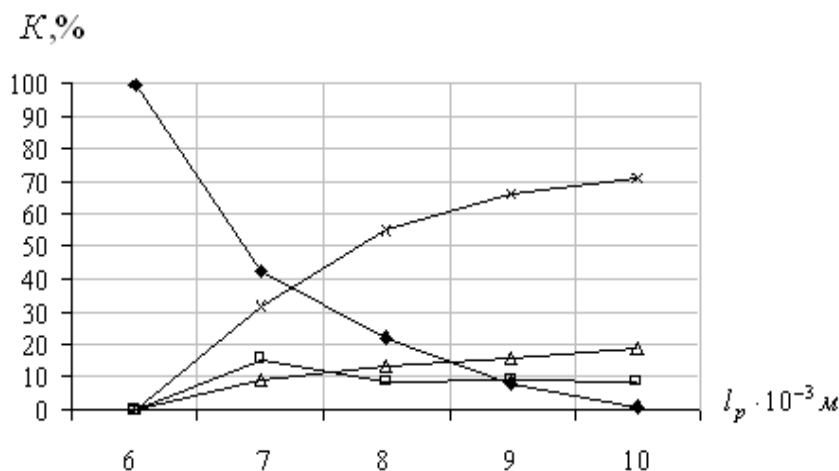


Рис. 2. Весовая доля фракции от исходного объема волластонитовой руды при фиксированных значениях межэлектродного расстояния $d_{фр} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; $C = 0,75 \cdot 10^{-6} \Phi$; $\tau_{обр} = 360 \text{ с}$, ◆ – $5 \cdot 10^{-3} \div 7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; ◻ – $2 \cdot 10^{-3} \div 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; △ – $0,9 \cdot 10^{-3} \div 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; × – $0,1 \cdot 10^{-4} \div 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$

Установлено, что при фиксированных значениях межэлектродного расстояния (рис. 2) на искровом разряднике (10^{-2} м), равномерно меняется весовая доля измельченной волластонитовой руды и необходимая весовая доля продукции достигает 70 %.

Выводы. Предлагаемый электроимпульсный способ дробления и измельчения и экспериментально определенные энергетические и геометрические параметры установки являются наиболее оптимальными, так как обеспечивают интенсивное разрушение волластонитовой руды.

Примечания:

1. Каримова З. Минеральные ресурсы Казахстана и мира / З. Каримова, Э. Умирбаева // Экономика и статистика. 2002. №2. С. 40–48.
2. Волластонит / В.П. Петров, Е.Д. Белянкина, М.А. Лицарев и др. М.: Наука, 1982. 107 с.
3. Демиденко Н.И. Волластонит – новый вид природного сырья (обзор) / Н.И. Демиденко, Л.И. Подзорова и др. // Стекло и керамика. 2001. № 9. С. 15–17.
4. Дробилки // Дробильно-сортировочное оборудование. Ч. 1. М.: Машмир, 1992. 194 с.
5. Гулый Г.А. Научные основы разрядно-импульсных технологий. Киев: Наукова Думка, 1990. 280 с.
6. Малюшевский П.П. Основы разрядно-импульсной технологии. Киев: Наукова Думка, 1983. 272 с.
7. Курец В.И. Электроимпульсная дезинтеграция материалов / В.И. Курец, А.Ф. Усов, В.А. Цукерман. Апатиты: Кольского НЦ РАН, 2002. 324 с.
8. Нусупбеков Б.Р. Электрические и энергетические характеристики электрогидроимпульсного способа разрушения руды // Вестник развития науки и образования. 2007. №6. С. 22–28.
9. Нусупбеков Б.Р. Эколого-экономическая эффективность внедрения ресурсосберегающей технологии / Б.Р. Нусупбеков, Г.Т. Картбаева, А.К. Хасенов // Промышленная теплотехника. 2011. №8. Т. 33. С. 76-81.
10. Нусупбеков Б.Р. Методика избирательного разрушения руды / Б.Р. Нусупбеков, Г.М. Шаймерденова, З.К. Айтпаева // Вестник развития науки и образования. 2009. №4. С. 16–20.

УДК 549: 621.181

Электроимпульсный способ дезинтеграции материалов

¹ Бекболат Рахисевич Нусупбеков

² Аян Кайырбекович Хасенов

¹ Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова, Казахстан
100026, г. Караганда, ул. Университетская, д.29, кв.89

кандидат технических наук, доцент

E-mail: bek_nr1963@mail.ru

² Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова, Казахстан
100008, г. Караганда, ул. Лободы д.34, кв. 28

PhD докторант физико-технического факультета

E-mail: ayanbergen@mail.ru

Аннотация. В работе рассматриваются возможности разрушения волластонитовой руды электрическими импульсными разрядами. Предлагаемый электроимпульсный способ является наиболее приемлемым в промышленных условиях, так как обеспечивает интенсивное разрушение и измельчение волластонитовой руды. Полученные результаты представляют интерес, как с научной, так и с практической точки зрения.

Ключевые слова: электроимпульсный способ; волластонитовая руда; искровой разрядник; кавитация; гидравлический удар; межэлектродный промежуток; дезинтеграция.