

В.П. Надутый, д-р техн. наук, проф.
О.Н. Прокопюк, асп.,
Т.Ю. Гринюк, канд. техн. наук
(ИГТМ НАН Украины)

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНСОСТАВА
ПО КЛАССАМ КРУПНОСТИ ПРИ ДРОБЛЕНИИ
И ИЗМЕЛЬЧЕНИИ ТУФА**

На підставі експериментальних досліджень встановлено закономірності зміни крупності дробленого нерозміцненого та розміцненого туфу, а також зміна гранулометричного складу туфу кар'єрного і свердловинного видобутку після руйнування.

**RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCHES
LAWS DISTRIBUTION OF GRANULOMETRIC COMPOSITION
AT CLASSES OF SIZE AT SPLITTING
AND CRUSHING OF TUFF**

On the basis of experimental researches the laws change of size of splintered weakened and not weakened tuff, and also change of granulometric composition of tuff borrow and hole extraction after destruction are established.

Возросший интерес к добыче туфа связан с развивающейся областью его использования. Эффективный опыт его использования в сельском хозяйстве, строительной индустрии, медицине [4] требует совершенствования его переработки и доведения до готового продукта в соответствии с условиями использования. Богатый минералогический состав туфов, наличие микроэлементов редких металлов, высокого содержания железа, титана, самородной меди в туфах Волыни обусловили необходимость их комплексной переработки, начальной стадией которой является рудоподготовка горной массы к извлечению полезных компонентов [1, 2].

Целью исследований являлось установление закономерностей изменения грансостава цеолит-сметитового туфа карьерной и скважинной добычи в процессе дробления и измельчения с учетом разупрочнения.

Рассматривается два способа добычи туфа: методом скважинной гидродобычи (СГД) и карьерный. Наиболее кусковатая масса туфа получается при карьерной добыче базальта, когда при очередной отбойке уступа карьера взрывным способом туф, как менее прочный, имеет меньшую кусковатость, чем базальт и лавобрекчия. Однако для принятия решения по технологии его дальнейшей переработке возникает необходимость изучения его грансостава в отвале и в процессе дробления. Исследования проводились на цеолит-сметитовых туфах Рафаловского базальтового карьера путем отсева 1 м^3 отвальной туфовой массы на виброгрохоте до и после дробления. При этом исследовался туф неразупрочненный, путем нескольких циклов орошения. Установлено, что наиболее крупные куски в неразупрочненной отвальной массе туфа имеют размер $250 \div 300 \text{ мм}$ и их количество составляет $2 \div 3 \%$. После разу-

прочнения максимальный размер кусков составил $100 \div 150$ мм, и максимальное их количество составляло не более 5 %. Исходя из полученных результатов была рекомендована для последующего дробления валковая дробилка с изменяющимся зазором между валками и проведены исследования дробимости исходного неразупрочненного и разупрочненного туфа. На рис. 1 приведены результаты исследований в виде зависимости количества (κ_n , %) крупности дробленого неразупрочненного туфа (γ_n , мм) от зазора Δ между валками дробилки, который регулировался в пределах $\Delta = 3 \div 10$ мм.

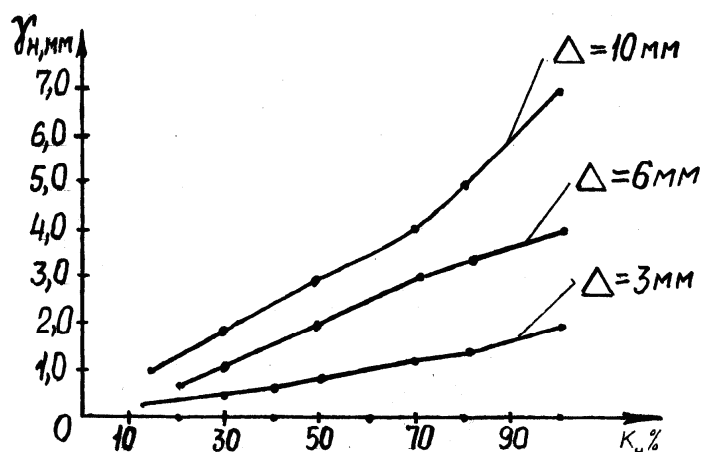


Рис. 1 – Зависимость крупности дробленого неразупрочненного туфа от зазора между валками валковой дробилки

На рис. 2 представлены результаты в виде зависимости количества (κ_p , %) дробленого разупрочненного туфа (γ_p , мм) при регулировании зазора дробилки в тех же пределах.

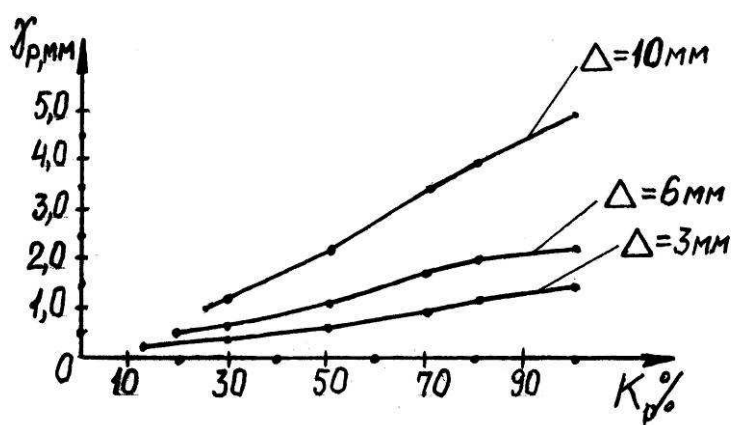


Рис. 2 – Зависимость крупности дробленого разупрочненного туфа от зазора между валками валковой дробилки

Исследование грансостава туфа после скважинной гидродобычи показало, что он имеет различную характеристику в зависимости от разупрочнения и су-

щественно отличается от карьерного [3]. На рис. 3,а показано распределение крупности Q_k (мм) карьерного неразупрочненного 1 и разупрочненного 2 туфа, а на рис. 3,б показано распределение крупности туфа скважинной гидродобычи. В последнем случае грансостав экспериментально определялся в 1 м^3 намыва того на карте намыва туфа.

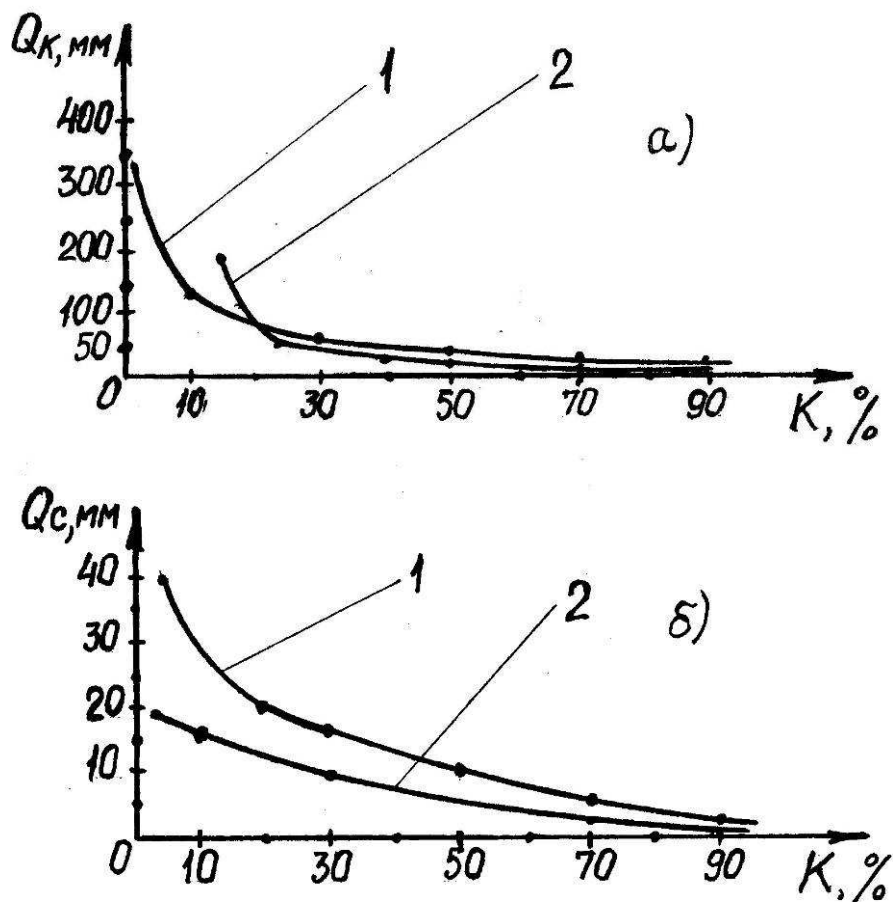


Рис. 3 – Гранулометрический состав туфа карьерной и скважинной добычи до и после разупрочнения (из расчета на 1 м^3 горной массы)

Анализируя грансостав туфа после скважинной добычи, можно сделать вывод о возможности использования валковой дробилки со щелью между валками в пределах $2 \div 3$ мм.

Многочисленными исследованиями [4] ранее было установлено, что туф имеет богатый микроэлементный состав в виде железа, титана, самородной меди. Для их эффективного извлечения потребуется операция измельчения до крупности, определяющей максимальное отделение минеральной части от силикатной. Исследование мелкого туфа в магнитном поле показало его высокую магнитную восприимчивость, что дает возможность выделить титаномагнетитовую часть из подготовленной крупности. Включения самородной меди имеют точечный или в виде тонких пленок (на микронном уровне) характер. Поэтому для ее извлечения потребуется выбор рациональной для сепарации крупности. Для поиска решения были проведены исследования по измельчению на шаровых, центробежных, вибрационных, валковых и барабанных мельницах. Уста-

новлено, что на первых трех видах мельниц достигается большое переизмельчение диамагнитной части туфа, содержащей медь. Это увеличивает ее потери при извлечении. Магнитно-восприимчивая часть отбиралась магнитным сепаратором. Валковые и барабанные мельницы при определенных режимах дают измельченную массу в виде мелких чешуек, в которых содержится силикатная часть туфа в виде вулканического стекла, кальция, калия, кремния и вдавленные в эти чешуйки мелкие самородки меди. Получение такой измельченной массы затрудняет дальнейшее создание технологии извлечения меди.

Положительные результаты по измельчению получены на внутривалковой конусной вибрационной мельнице конструкции Института геотехнической механики НАН Украины, в которой разрушение горной массы производится не простым раздавливанием, а за счет многократной деформации сжатия со сдвигом. При этом наблюдается sluщивание силикатной части от самородков меди, которые скатываются в шарики, эллипсоиды или мелкие трубочки, что в дальнейшем позволяет отделять их тонкой классификацией на виброгрохоте.

Учитывая большое содержание титаномагнетита в туфе (в рудной массе до 47 %) и его высокую магнитную восприимчивость, отделение рудной массы на сепараторе становится эффективным при крупности помола 1÷3 мм. Однако в кусочках этой крупности кроме силикатной части содержится значительное количество мелкодисперсной самородной меди. Поэтому из соображений максимальной эффективности ее извлечения (до 0,7 %) измельчение туфа необходимо производить до рациональной крупности без переизмельчения, увеличивающего потери металлов. Выход на рациональную крупность является предметом отдельных исследований, однако критерием этой крупности является максимальное извлечение магнитной сепарацией титаномагнетита и самородной меди по разрабатываемой технологии.

Таким образом, выполненные исследования показали, что для переработки туфа на стадии рудоподготовки к дальнейшему комплексному использованию достаточно применить мелкое дробление, например, на валковых мельницах с дальнейшим измельчением до рациональной крупности, удовлетворяющей процессы максимального извлечения титаномагнетита и самородной меди.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цеоліт-сметитові туфи Рівненщини: біологічні аспекти використання : Монографія / за загальною редакцією М.П. Сороки. – Рівне : Волинські обереги, 2005. – 184 с.
2. Квасниця В.М. До знахідки самородної міді в туфогенних породах Волині / В.М. Квасниця, В.А. Нестеровський, В.І. Павлишин. – Мінерал. журнал. – 2000. – № 4. – С. 20-24.
3. Надутый В.П. Результаты исследований разупрочнения туфа в отвалах базальтовых карьеров / В.П. Надутый, О.Н. Прокопюк, П.В. Левченко // Геотехнічна механіка: Міжгалуз. зб. наук. праць ІГТМ НАН України. – Дніпропетровськ. – 2010. – Вип. 86. – С.
4. Особливості складу та будови цеоліт-сметитових туфів у кар'єрах Рівненсько-Волинського регіону / [З.Р. Маланчук, В.П. Рачковський, С.Є. Стець, С.Р. Боблях] // УНЦ "Наука. Техніка. Технологія". – Київ, 2006. – С. 109-110.
5. Надутый В.П. Определение зависимости производительности внутривалковой конусной мельницы от крупности исходной горной массы и размера разгрузочного отверстия / В.П. Надутый, А.М. Эрперт, В.В. Сухарев // Науковий вісник НГУ: н.-т. журнал. – Дніпропетровськ. – 2008. – Вип. 11. – С. 61-64.