

М. Г. САРКИСЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОРОД РАЗРУШЕНИЮ АЛМАЗНЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

Рассматриваются вопросы взаимодействия алмазного рабочего органа с породой с учетом влияния масштабного фактора на прочность рабочей среды. По выведенной формуле при определении суммарной силы разрушения динамический характер взаимодействия учитывается динамической микропрочностью породы.

Ключевые слова: порода, алмазное зерно, ядро.

В соответствии с расчетной схемой взаимодействия алмазного зерна с породой с образованием уплотненного ядра [1,2] сила, нормальная к контактной площадке зерна АВ (рис. 1), может быть определена по формуле

$$N = b_0 \int_0^{\pi} \sigma_{\partial} \cdot dl = \pi b_0 r \sigma_{\partial}, \quad (1)$$

где b_0 - ширина отрываемого элемента породы (ширина пропила); r - радиус полусферы уплотненного ядра; σ_{∂} - динамическое нормальное напряжение, которое возникает в среде при вдавливании ядра в породу со скоростью, равной скорости рабочего органа.

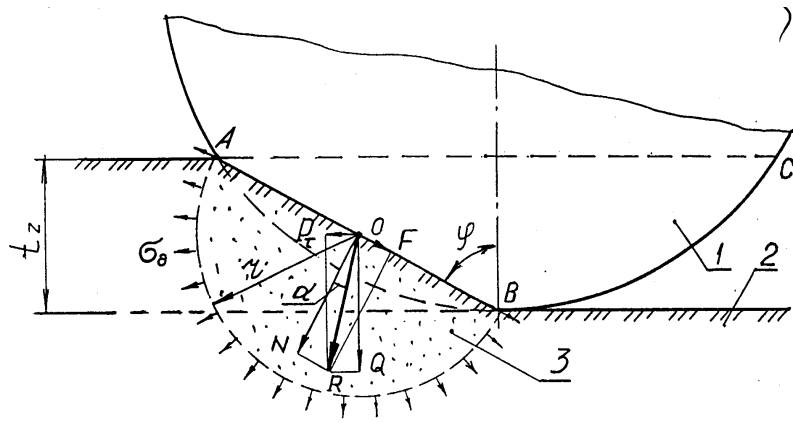


Рис 1. Принципиальная схема взаимодействия алмазного зерна с породой:
1 – алмазное зерно; 2 – рабочая среда; 3 – уплотненное ядро

Предварительно принимаем, что взаимодействие зерна с породой происходит по наклонной площадке АВ шириной b_0 . Тогда средняя площадь контакта S_0 будет равна $S_0=2rb_0$. При этом формула (1) принимает вид

$$N = \frac{\pi S_0}{2} \sigma_{\partial}. \quad (2)$$

Рассмотрим алмазное зерно, имеющее форму какой-либо выпуклой поверхности. В большинстве случаев форму режущей части зерна принимают в виде шара или эллипсоида [6].

Для случая шарообразной режущей поверхности задача определения поверхности контакта зерна с породой значительно облегчается. При этом контакт происходит по половине поверхности сферического сегмента ABC (рис.1), а площадь контакта определяется по формуле

$$S_k = \frac{\pi z^2 (tg^2 \varphi + 1)}{2}, \quad (3)$$

где φ - условный передний угол алмазного зерна.

Равнодействующая сила, воздействующая на породу от одного алмазного зерна, будет

$$R = \frac{N}{\cos \alpha} = \frac{\pi S_k}{2 \cos \alpha} \sigma_{\partial}, \quad (4)$$

где α - угол трения между алмазным зерном и обрабатываемой породой.

Так как порода раздавливается по глубине внедрения алмазного зерна t_z , то разрушение происходит под действием тангенциальной составляющей P_{τ} равнодействующей силы R:

$$P_{\tau} = R \cos(\varphi + \alpha). \quad (5)$$

Подставляя значение R из выражения (4) в (5), получим

$$P_{\tau} = \frac{\pi S_k \sigma_{\partial} \cos(\varphi + \alpha)}{2 \cos \alpha}. \quad (6)$$

С учетом (3), принимая $S_0 \approx S_k$, формула (6) для определения разрушающей силы одним алмазным зерном получает вид

$$P_{\tau} = \frac{\pi^2 \cdot t_z^2 \cdot \sigma_{\partial} \cdot (tg^2 \varphi + 1) \cdot \cos(\varphi + \alpha)}{4 \cos \alpha}. \quad (7)$$

Учитывая, что разработка туфов алмазным рабочим органом осуществляется с большими скоростями (50 м/с и более), разрушение туфовых пород рассматривается с точки зрения волновой теории деформации с целью определения динамического предела прочности среды на сжатие (динамической микропрочности) σ_{∂} . Согласно теории [3], предел прочности на сжатие, входящий в зависимость (7), определяется по следующей упрощенной формуле:

$$\sigma_{\partial} = (1,36...1,6) \sigma_{ст}, \quad (8)$$

где $\sigma_{ст}$ - предел прочности на статическое сжатие образцов породы.

При определении прочности пород на сжатие важно учитывать масштабный фактор.

Вопросу влияния масштабного фактора на прочностные показатели материалов уделялось достаточно внимания [7,8]. В этих работах прочностные свойства материалов связываются с суммарным действием двух масштабных факторов - объемного и поверхностного, связанных с внутренним строением материала, в частности, с трещиноватостью, структурой и т.д. Основная тенденция изменения прочности связана для большинства пород с объемным фактором. Однако имеются данные, где преобладающими являются другие факторы, приводящие к уменьшению прочности с уменьшением размеров. Именно таким фактором для туфовых пород является их пористость. Результаты испытаний образцов туфа арктического и ереванского типов на одноосное сжатие при изменении их размеров (ℓ) приведены на рис.2.

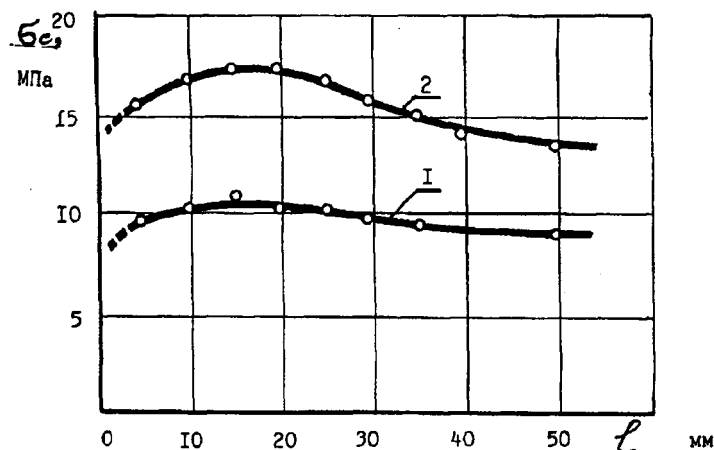


Рис 2. Влияние масштабного фактора на статическую прочность туфов при одноосном сжатии: 1 - туф арктического типа; 2 - туф ереванского типа

Как показывают эксперименты, точное определение прочности породы со значительной пористостью на одноосное сжатие по образцам с размерами менее 5 мм связано с рядом технических трудностей, из-за чего кривые масштабного фактора (рис.2) ограничены в области малых размеров до 5 мм с экстраполяцией на более мелкие размеры. Как следует из вышеизложенного, с уменьшением размеров должно происходить и дальнейшее снижение прочности в пористых материалах, т. е. при алмазном разрушении, где снимается небольшой слой, необходимо учитывать микропрочность породы, которую можно определить по графику, полученному методом экстраполяции на более мелкие размеры.

Так как туфовые породы обладают сравнительно малой прочностью, то в расчет принимаем нижний предел коэффициентов $\sigma_{ст}$, равный 1,4. Тогда с учетом зависимости (8) формула (7) принимает вид

$$P_{\tau} = \frac{7\pi^2 t_z^2 (tg^2 \varphi + 1) \cos(\varphi + \alpha)}{20 \cos \alpha} \sigma_{ст} \quad (9)$$

Имея разрушающую силу одним алмазным зерном, можно определить суммарную силу разрушения породы алмазным дисковым рабочим органом по следующей зависимости:

$$P_{\Sigma\tau} = K_u Z_{\Pi} F_K P_{\tau} = \frac{K_u \varphi_K D b Z_{\Pi} P_{\tau}}{2}, \quad (10)$$

где K_u - коэффициент, учитывающий прерывистость алмазонасной части на цилиндрической поверхности дискового рабочего органа; Z_{Π} - количество обнаженных зерен на единице рабочей поверхности инструмента [4,5]; F_K - площадь контакта инструмента с породой; φ_K - угол дуги резания (рис.3); b - ширина фрезерования; D - диаметр рабочего органа.

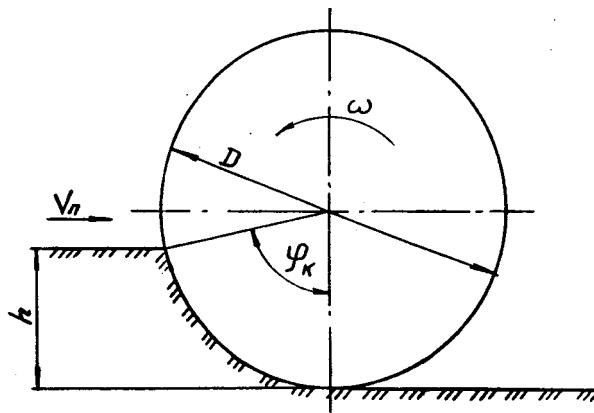


Рис. 3. Схема резания алмазным дисковым рабочим органом: φ_k - угол дуги резания; D - диаметр рабочего органа; ω - угловая скорость; $V_{п}$ - скорость подачи; h - глубина резания

С уче

$$P_{\Sigma\tau} = \frac{7\pi^2 K_u Z_{\Pi} \varphi_K D b t_z^2 (\operatorname{tg}^2 \varphi + 1) \cos(\alpha + \varphi)}{40 \cos \alpha} \sigma_{ст}. \quad (11)$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Тер-Азарьев И.А., Саркисян М.Г.** Механизм разрушения горных пород алмазным зерном // Техника строительства: Академия строительства Украины. – 1999. – № 4.- С. 28-31.
2. Механическое разрушение горных пород комбинированным способом / **А.Ф. Кичигин, С. Н. Игнатов** и др. – М.: Недра, 1972.- 256 с.
3. **Ветров Ю. А., Баладинский В. Л.** Машины для специальных земляных работ. – Киев: Вища школа, 1980. – 192 с.
4. **Тер-Азарьев И. А., Саркисян М. Г.** Критериальные условия удаления продуктов разрушения из рабочей зоны при алмазной обработке // Горн., строит., дор. и мелиор. машины: Респ. межвед. научн.-техн. сб. - Киев, 1992. – Вып. 47. – С.17-21.
5. Абразивная и алмазная обработка материалов: Справочник / Под ред. **А.Н. Резникова**. – М.: Машиностроение, 1977. – 322 с.
6. Применение алмазного и твердосплавного инструмента в строительных машинах / **В.Л. Баладинский, В. Ф. Баранников**. – М., 1986. – 59 с.
7. Об исследованиях масштабного фактора в работах по горному давлению / **М. И. Койфман** // Механические свойства горных пород: Сб. научн. тр./ ИГД. – М., 1963. - С.105 – 113.
8. **Ягодкин Г.И., Мохамед М. П., Кунтыш М. Ф.** Прочность и деформируемость горных пород в процессе их нагружения. – М.: Наука, 1971. – 146 с.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 26.06.2002.

Մ.Գ. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

ԱԼՄԱՍՏՍԱՅԻՆ ԱՇԽԱՏԱՆՔԱՅԻՆ ՕՐԳԱՆՈՎ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՔԱՅՔԱՅՄԱՆ ԴԻՄԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Դիտարկված է ապարի և ալմաստային աշխատանքային օրգանի փոխազդեցությունը՝ աշխատանքային միջավայրի ամրության վրա մասշտաբային գործոնի ունեցած ազդեցության հաշվառմամբ: Ստացված բանաձևով քայքայման գումարային ուժի որոշման դեպքում փոխազդեցության դինամիկական բնույթը հաշվի է առնվում ապարի դինամիկական միկրոամրությամբ:

M.G. SARKISSYAN

ROCK RESISTANCE DETERMINATION TO DESTRUCTION BY DIAMOND OPERATING ORGAN

Diamond operating organ interaction problems with the rock considering scale factor influence on strength of working environment are viewed. According to the deduced formula for determining the total destruction force, the dynamic character of interaction is taken into account by dynamic rock microstrength.