

**О ПРОЧНОСТИ ГОРНЫХ ПОРОД НА РАЗРЫВ
И ВЛИЯЮЩИХ НА НЕЕ МАСШТАБНЫХ ФАКТОРАХ**

О. П. Помашев, к.т.н.

Институт нефти и газа
Казахского национального технического университета
им. К. И. Сатпаева

Тау жыныстары мен құрылыс заттарының айырылу – үзілу мықтылығын кіші-гірім үлгілерді айырылуға сынап анықтағанда масштабтық факторлардың әсерін анықтау мүмкін еместігі көрсетілген, сондықтан масштаб факторын қимасы 1 м² және бұдан да үлкенірек ірі үлгілерді дәл сынаумен зерттейтін өнер тапқырлық деңгейдегі құрылыс ұсынылған.

Түйінді сөздер: тау жыныстары, морт материалдар.

It shows that it is impossible to identify influences of scale factors on rocks by only defining durability of rocks and fragile building materials on rupture by testing small samples. That is why; it is recommended to apply the device (which is being invented) which allows to study influences of scale factors by exact tests of large samples with sections of 1 m² and more.

Key words: rocks, fragile materials.

При проведении экспериментальных работ по испытанию малых образцов на одноосное растяжение, например, образцов-восьмерок различных однородных видов горных пород, имеющих различные среднестатистические показатели напряжения $\bar{\sigma}_p$, характеризующие 1 см² поверхности разрыва разрушающегося образца, носят статистический характер, не имеют конкретных числовых величин вследствие неустановленных степеней влияния ошибок экспериментов и масштабных

факторов. Этот показатель предела прочности на одноосное растяжение для образцов горных пород и хрупких строительных материалов до настоящего времени изучен и определен, а также вновь определяются его пределы методами испытания «образцов-восьмерок»; соосных пуансонов; изгиба балок; бразильским методом; скоростного раскалывания клиньями проф. М. И. Койфмана и др. [1-3]. Однако получаемые экспериментальные результаты по определению предела прочности материалов на растяжение известными вышеперечисленными (в соответствии с ГОСТами в бывшем Союзе) методами, всегда в себе несут неизбежные погрешности, обусловленные ошибками экспериментов. Ошибки и неточности в результаты вносят: эксцентриситеты приложения растягивающих сил к образцу; образующиеся вмятины и локальные разрушения частей образцов, находящихся в захватах; образование нескольких поверхностей разрыва, параллельных направлению действующей силы в бразильском методе; клиновидные образования в образце под контактирующими плитами пресса; значительные внешние диаметры кольцевых образцов из kernового материала горных пород, а также смещения отверстий от геометрического центра керна в методе соосных пуансонов и т.д. Неизбежные специфические погрешности в результаты вносятся и при использовании других методов испытания образцов горных пород и хрупких строительных материалов. При этом фактически не учитывается влияние на результаты объемных и поверхностных масштабных факторов. Несмотря на то, что почти все известные литературные данные по прочностным свойствам горных пород, определенные в ходе испытания малых образцов, и графики которых при незначительном увеличении размеров образцов стремятся к нулю в основном при поперечниках их в пределах 1-10 см, отнесены в той или в иной степени к влиянию именно масштабных факторов. Естественно, такие объяснения в основном ошибочны, так как испытания малых образцов не выявляют воздействие масштабных факторов.

При достижении возможностей испытания крупных образцов горных пород и хрупких строительных материалов с максимально возможной ликвидацией погрешностей экспериментов, и графическом отражении результатов, получают следующие изображения (рис. 1). Графики зависимостей предела прочности σ_p материалов на одноос-

ное растяжение от размеров поперечных сечений образцов для трех видов материалов, отличающихся среднестатистическими прочностными показателями σ_p' , σ_p'' , σ_p''' , принимают строгие положения в виде кривых AB_1C_1 , AB_2C_2 и AB_3C_3 . Кривые участки AB_1 , AB_2 , AB_3 графиков соответствуют участкам, где полученные экспериментальные результаты испытывают на себе влияние только масштабных факторов, а далее участки B_1C_1 , B_2C_2 и B_3C_3 графиков отражают среднестатистические прочностные показатели трех уровней образцов из разных материалов. Причем эти участки графиков в действительности должны сохранять свои горизонтальные положения (или очень малые понижения в направлении к оси S). Даже при испытании весьма больших образцов (сечением 1 м^2 и более) на одноосное растяжение.

Приведенные же на рис. 1 кривые AI, AII, AIII отражают результаты испытаний малых образцов, когда ошибки экспериментов неизбежно имеют место. Кривые при незначительных размерах малых образцов довольно резко стремятся к нулю.

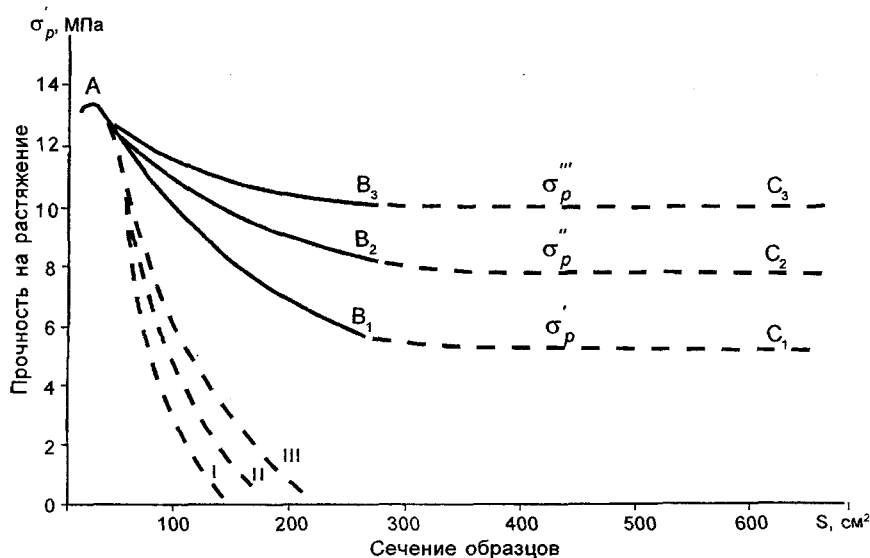


Рис. 1. Реально ожидаемые изменения графиков σ_p от площадей разрыва образцов с масштабными дефектами

Следует отметить, что получение экспериментальных реальных кривых, аналогичных AB_1C_1 ; AB_2C_2 и AB_3C_3 (рис. 1), возможно при изготовлении 3-х типоразмеров устройства, предложенного автором [4] и испытании, например, образцов сечениями 0,25; 0,50 и 1,00 м². По этой причине по неоспоримым доказанным преимуществам предложенное устройство планируется гостировать с целью широкого использования его для испытания образцов горных пород и строительных материалов для строгого учета влияний масштабных факторов при расчете пролетов подрабатываемых мощных слоев труднообрушаемых горных пород и на элементы строительных конструкций и сооружений.

Изготовление 3-х типоразмеров устройства [4] (рис. 2) для испытания крупных образцов и решения задач по влиянию масштабных факторов на блочные обрушения горных пород, на строительные сооружения и конструкции – это весьма актуальные задачи, продиктованные временем, требующие проведения глубоких исследований, расширения познаний в области изучения влияния масштабных факторов, вплоть до проведения ревизии СНиП 11-94-80 и др., а также пределов коэффициента запаса прочности $K=2,5 - 5,0$, предъявляемых для строительных материалов и явно завышенных.

Собирается устройство следующим образом. В направляющий корпус-стакан 2 вставляется нижняя часть обоймы 1, на кольцевую полуканавку 7 которой укладывается замкнутая тороидальная резиновая камера 9. Патрубок 10 камеры 9 через канавки обойм 1 и отверстие корпуса 2 выводится наружу. После этого устанавливается верхняя часть обоймы 1 и притягивается через отверстия венца 13 винтами 3 к корпусу-стакану 2.

При этом в устройстве между стенками корпуса-стакана 2 и обойм 1 осуществляется скользящая посадка 2-го класса, которая соответствует обозначению H7/h6 стандартизации СЭВ, или по новой принятой стандартизации А/С. (При возможности можно осуществлять и зеркальную посадку.)

В полость 4 устройства заливается бетонная смесь или вставляется выпиленный квадратного сечения образец из горной породы или хрупкого строительного материала. При вставлении в полость 4 выпиленного образца его участки, располагающиеся напротив кривых поверхностей 5 обойм, заполняются смесью мелкого песка с эпоксидной смолой.

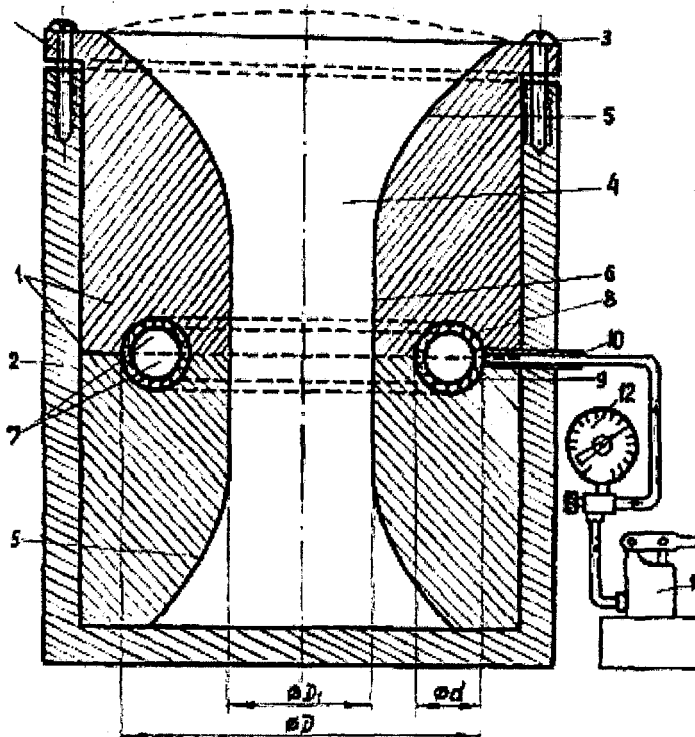


Рис. 2. Устройство для испытания на растяжение образцов хрупких материалов с большими поперечными сечениями:
 1 – нижняя и верхняя обоймы; 2 – внешний направляющий стакан для обойм;
 3 – винты для прижатия обойм 1 плоскостями друг к другу; 4 – сквозная полость для испытываемого образца; 5 – кривые поверхности обойм, сопряженные с цилиндрической частью поверхности полости 4; 6 – цилиндрический участок полости 4; 7 – кольцевые полуканавки на стыкующихся торцах обойм;
 8 – кольцевая полная канавка, образуемая после сборки устройства;
 9 – эластичная тороидальная камера, помещенная в кольцевой канавке;
 10 – патрубок эластичной тороидальной камеры; 11 – гидронасос БН-7 высокого давления; 12 – измеритель давления в эластичной тороидальной камере 9

После набора прочности бетона (или затвердения смеси песка с эпоксидной смолой) винты 3) удаляются и по патрубку 10 насосом вы-

сокого давления БН-7 в замкнутую эластичную камеру 9 подается жидкость. При определенном предельном значении давления P внутри камеры, измеряемого манометром 12, наступает разрушение образца, т. е. происходит чистый отрыв частиц, располагающихся до разрушения вдоль ожидаемой поверхности отрыва, друг от друга. Перед отрывом частиц образца друг от друга вдоль всей поверхности разрыва, в прямоугольной цилиндрической части полости 6 обойм 1, в образце достигается равномерное напряженное состояние, после которого отрыв всех частиц (целичков между масштабными дефектами вдоль поверхности отрыва) происходит одновременно и, таким образом, поверхность разрыва образуется мгновенно, без «прорастаний» трещин в ту или иную сторону сечения образца. Части обоймы при этом раздвигаются строго поступательно-относительно друг друга, обуславливая испытание образца чистым растяжением. При этом предел прочности на растяжение σ_p испытываемых образцов находится по формуле, выведенной автором [4]:

$$\sigma_p = \frac{4}{D_1^2} \left[P \cdot d(D-d) - \frac{F_{mp}}{\pi} \right],$$

где P – давление в кольцевом канале, создаваемое с помощью эластичной камеры, МПа;

D_1 – диаметр испытываемого образца, см;

d – диаметр поперечного сечения канала для эластичной камеры, см;

D – диаметр внешнего контура кольцевого канала, см;

F_{mp} – сила трения, Н.

При испытаниях образцов со значительными диаметрами D_1 рекомендуется пренебречь очень малой силой трения F_{mp} и пользоваться расчетной формулой также из работы [4]:

$$\sigma_p = 4Pd(D-d)/D_1^2,$$

что связано с очень малыми деформациями и смещениями частиц испытываемого образца до и в процессе разрушения.

Литература

1. *Кузнецов Г. Н.* Определение механических свойств горных пород на малых образцах // Вопросы разрушения и давления горных пород. – М.: Углетехиздат, 1955.
2. *Протодьяконов М. М., Койфман М. И., Чирков С. Е.* и др. Паспорта прочности горных пород и методы их определения. – М.: Наука, 1964. – 78 с.
3. *Барон Л. И., Керекелицын Л. Г.* Сопротивляемость горных пород отрыву. – Киев: Наукова думка, 1974. – 192 с.
4. *Болгожин Ш. А-Г., Помашев О. П., Бибосынов Ж. Б.* Устройство для испытания образцов бетона на растяжение: А. с. № 1013849 (СССР) // Бюл. изобретений. – 1983. – № 15.