

Испытания скальных грунтов на срез со сжатием



Испытания скальных грунтов на срез сопряжены с техническими трудностями – вместо этого нормативными документами рекомендуется метод испытания на срез со сжатием. Данный метод позволяет проводить испытания на срез с помощью единственного нагрузочного устройства без усложнения и удорожания конструкции.

Новая статья из цикла о лабораторных методах испытаний посвящена порядку проведения данных испытаний и интерпретации результатов опыта.

Мирный Анатолий Юрьевич

Старший научный сотрудник Геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, к.т.н.

Идрисов Илья Хамитович

Генеральный директор ООО НПП «Геотек», к.т.н.

В ненарушенных горных породах сопротивление разрушению обусловлено преимущественно внутренними связями. Это обстоятельство позволяет использовать для оценки их прочности испытания одноосного сжатия. Однако с ростом количества

внутренних дефектов (трещиноватости, выветрелости) прочность скального грунта начинает все больше определяться внутренним трением. Помимо этого, относительное расположение наиболее крупных трещин и направления действия усилий могут существенно влиять на результат опыта, а значит ориентация образца в установке становится принципиально важной.

Реализация в лабораторных условиях испытания одноплоскостного среза в скальных грунтах связана с некоторыми трудностями. В силу объективных причин далеко не всегда имеется возможность изготовить образец скального грунта заданной формы. Если при обжатии дисперсного грунта любые неплотности и зазоры между стенками прибора и образцом устраняются, то в скальном грунте будут возникать концентраторы напряжений, и схема испытания будет реализована с нарушениями. Помимо этого, сопротивление скальных грунтов срезу может достигать десятков Мпа. В результате для проведения опыта потребуется два силовых нагрузочных устройства значительной мощности и два соответствующих датчика силы. Испытательное оборудование будет пропорционально увеличивать стоимость, вес и занимаемую площадь.

Вместо этого ГОСТ 21153.5-88 предлагает остроумный метод испытания – срез со сжатием. С помощью сменных матриц образец в форме куба или цилиндра устанавливается в нагрузочном устройстве. Матрицы обеспечивают фиксированный угол Θ между осью действия сжимающего усилия и осью образца (например, 25° , 35° и 45°). Высота образца подбирается таким образом, чтобы зазор между матрицами составлял около 2–3 мм. Одна из матриц устанавливается на роликовой постели с возможностью горизонтального перемещения.

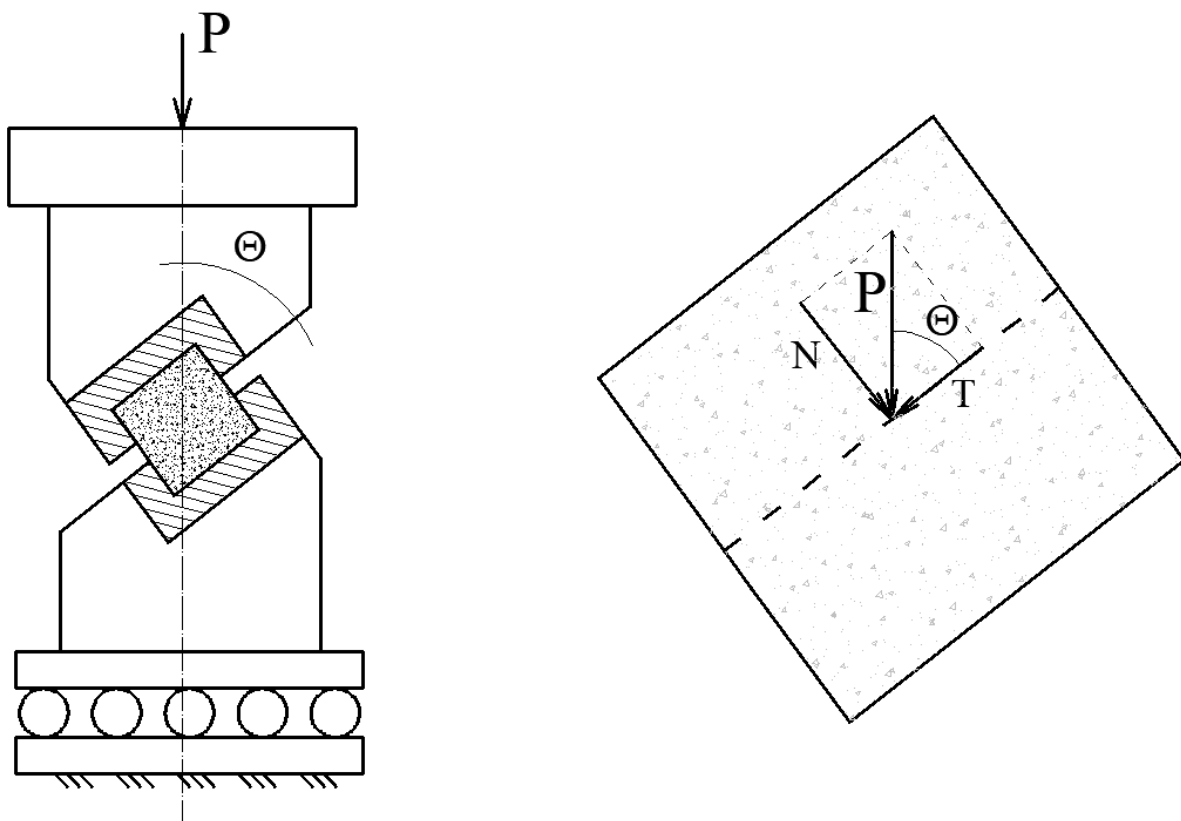


Рис. 1. Схема испытания на срез со сжатием и усилия в образце

В ходе опыта по мере увеличения осевого усилия на плоскости будущего среза в образце возникают нормальная сила N и касательная T . В зависимости от заданного комплектом матриц угла из чисто геометрических соображений будет меняться и соотношение между этими силами:

$$N = P \sin \Theta;$$

$$T = P \cos \Theta.$$

Учитывая, что площадь сечения образца известна, можно перейти к нормальным и касательным напряжениям на поверхности среза. В результате набор матриц с различными заданными углами позволяет получить несколько точек с различным соотношением нормальных и касательных напряжений (см. таблицу).

Таблица. Углы наклона и соответствующие им значения усилий

Θ	T	N	T/N
25°	0,42P	0,91P	0,47
35°	0,57P	0,82P	0,7
45°	0,71P	0,71P	1

При каждом из углов наклона выполняется не менее 6 испытаний образцов-близнецов. Для каждого угла наклона вычисляют предел прочности τ_{Θ} и нормальное напряжение σ_{Θ} . Результат испытания представляется в виде пар средних значений предела прочности и соответствующих нормальных напряжений, а также коэффициентов вариации. Также по результатам строят предельную кривую прочности горных пород при срезе в зависимости от нормального давления, действующего на плоскость среза, в координатах σ и τ (рис. 2). По оси абсцисс откладывают для каждого из углов наклона матриц Θ значения нормальных давлений, а по оси ординат – соответствующие им значения пределов прочности породы при срезе. В результате может быть получена кривая, представленная на рисунке, где τ_0 – предел прочности при чистом сдвиге.

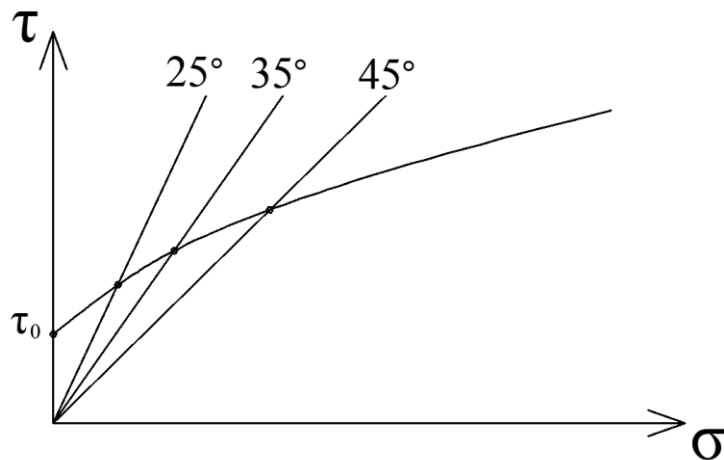


Рис. 2. Графическое представление результатов испытания на срез со сжатием

Данный метод испытания позволяет оценить изменчивость сопротивления сдвигу в зависимости от ориентации действующих усилий и структурно-текстурных особенностей грунта. Соответственно, небольшая разница между пределами прочности, полученными под разными углами, указывает на изотропное строение и незначительное количество ориентированных внутренних дефектов. Внутреннее трение в данном случае не проявляется, так как сопротивление сдвигу обусловлено жесткими связями. Напротив, если наблюдается закономерное уменьшение предела прочности по мере увеличения угла, значит образец в целом имеет внутренние дефекты, и трение вносит вклад в сопротивление сдвигу.

Кроме того, этим методом можно оценить и анизотропию прочностных свойств скального грунта в тех случаях, когда в образцах явно выражено направление трещин. Образец при этом может быть ориентирован требуемым образом путем закрепления в матрицах с помощью полимерных или цементных растворов.

Несмотря на кажущуюся простоту устройства, к оснастке для данных испытаний предъявляются высокие технические требования, в первую очередь по твердости поверхности деталей. Схема испытания предполагает значительную концентрацию напряжений на отдельных ребрах и поверхностях, что может привести к быстрому выходу оборудования из строя. Именно поэтому для обеспечения долговечности работы установки при ее проектировании и изготовлении следует выбирать материалы и технические процессы, позволяющие предотвратить повреждение в ходе эксплуатации.

Оборудование НПП «Геотек» для испытаний на срез со сжатием

ООО НПП «Геотек» в составе комплекса «АСИС Про» предлагает комплект оборудования для испытаний на срез со сжатием. В состав комплекса входит необходимое оборудование для создания статического или кинематического вертикального воздействия, необходимая

измерительная аппаратура и программное обеспечение, а также специализированные приспособления со сменными матрицами для испытаний на срез со сжатием по углом 25°, 35°, 45°. Испытания проводятся в автоматизированном режиме с контролем всех параметров испытания в режиме реального времени.

Более подробную техническую информацию можно получить у специалистов компании или на сайте www.npp-geotek.ru.

Список литературы

1. ГОСТ 21153.5-88 Метод определения предела прочности при срезе со сжатием
2. Механика горных пород. Учебное пособие под ред. Гребёнкина С.С. Донецк, ДонНТУ, 2004.