

Испытания скальных грунтов на одноосное сжатие

Мирный А.Ю., к.т.н., старший научный сотрудник Геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Идрисов И.Х., к.т.н., генеральный директор ООО НПП «Геотек», г. Пенза

Высокая прочность и жесткость скальных грунтов не всегда позволяет применять к ним те же методы испытаний, что и к дисперсным грунтам. Возникают дополнительные требования к качеству подготовки образцов, конструктивным особенностям оборудования, выбору средств измерений. Наиболее распространенным методом специализированных испытаний являются испытания на одноосное сжатие, однако и здесь существуют особенности, которые следует учитывать при выборе оборудования и проведении опыта.

С точки зрения нормативных технических документов испытание одноосного сжатия может использоваться для получения параметров прочности и деформируемости. Эти два режима регламентированы двумя различными документами. ГОСТ 21153.2-84 относится к определению параметров прочности и предлагает два возможных метода реализации испытания на одноосное сжатие.

Первый из них – испытание образцов правильной призматической или цилиндрической формы. В качестве основного рекомендуемого размера образца следует использовать длину стороны (либо диаметр) 42 мм, но для массовых испытаний допускаются размеры от 30 до 80 мм. Образец помещается между нагрузочными плитами со строгим соблюдением соосности расположения и доводится до разрушения.

Второй метод – сжатие образцов-плиток плоскими соосными пуансонами – предназначен только для массовых испытаний, но менее требователен к размеру образцов. Плитки могут иметь неправильную форму, а толщину от 7,5 до 12 мм, в зависимости от ожидаемой прочности. Такая плитка помещается между соосными пуансонами и доводится до разрушения.

В обоих случаях к образцам предъявляются повышенные требования к параллельности граней (отклонение не более 0,1 мм) и плоскостности (не более 0,03-0,05 мм). Изготовление таких образцов требует специализированного механического режущего и шлифовального инструмента. Результатом испытания является величина сопротивления одноосному сжатию $\sigma_{сж}$ – в СП 22.13330.2016 этот параметр указан в качестве расчетного для скальных грунтов, но обозначается R_c .

ГОСТ 28985-91 позволяет определить деформационные параметры в ходе одноосного сжатия. Размер и форма образца при этом принимаются аналогично

испытаниям для определения прочности при одноосном сжатии. Перед проведением опыта на образце дополнительно устанавливаются тензометрические датчики во взаимно перпендикулярных направлениях. С их помощью в ходе опыта регистрируются изменения размеров образца в продольном и поперечном направлениях. В зависимости от жесткости образца следует выбирать измерительные устройства – механические тензометры или тензорезисторы, а для поперечных деформаций допускается использование только фольговых тензорезисторов.

В ходе опыта образец нагружают до начальной величины давления σ_0 , соответствующего $0,05\sigma_{сж}$. Это обеспечивает устранение каких-либо зазоров и неплотностей прилегания. Показания измерительной системы при этом давлении принимаются в качестве нулевых. Далее напряжение увеличивают ступенями вплоть до заданной технической заданием величины, количество ступеней должно быть не менее 10. Впоследствии так же ступенями выполняется разгрузка.

По результатам испытания выполняется построение двух зависимостей: продольной деформации от вертикального напряжения и поперечной деформации от вертикального напряжения. Первая из них используется для определения модуля деформации E_d и модуля упругости E_y , вторая – коэффициента поперечной деформации ν и коэффициента Пуассона μ . Соответственно, параметры упругости определяются по ветви разгрузки, а параметры общей деформации – по ветви нагрузки.

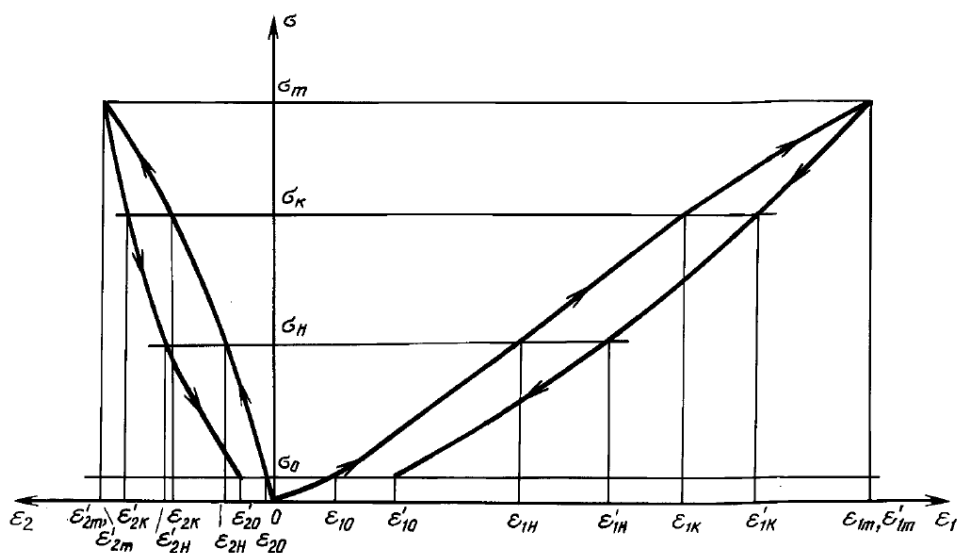


Рис. 1. Экспериментальные зависимости, полученные при одноосном сжатии скального грунта

К сожалению, определение деформационных характеристик скальных грунтов на практике встречается довольно редко. Это связано с высокой технической сложностью

проведения испытаний, требованиями к точности измерений, высокой начальной стоимостью оборудования. Между тем, повышение нагрузок на основание и применение фундаментов глубокого заложения все чаще требуют учета сжимаемости скальных грунтов при расчете сооружений.

Как уже говорилось выше, к оборудованию для испытания скальных грунтов предъявляются повышенные требования. В первую очередь это касается применяемых материалов и дополнительной обработки поверхности. Высокая твердость образцов приводит к необходимости повышения твердости поверхностей, непосредственно контактирующих с ним, а также повышения общей жесткости оборудования. Помимо этого, высокая скорость протекания процессов в скальных грунтах требует применения электронных систем регистрации с высокой рабочей частотой, значительно превосходящей требования для дисперсных грунтов. Все это требует от производителя тщательной проработки конструктивных особенностей оборудования и опыта проектирования подобных установок.

Современное оборудование для испытания скальных грунтов, разрабатываемое ООО НПП «Геотек» позволяет не только выполнять данные испытания в полном соответствии с требованиями нормативных документов, но и получать дополнительные параметры. Например, в нагрузочных плитах могут быть размещены датчики, позволяющие определять скорости прохождения продольных и поперечных волн непосредственно в ходе испытания, в результате чего может быть установлена корреляция между механическими и геофизическими параметрами. Установка может быть так же дооборудована датчиками акустической эмиссии, позволяющими контролировать возникновение микродефектов в теле образца до видимых признаков разрушения.

ООО НПП «Геотек» предлагает комплект оборудования на базе комплекса АСИС Про для испытаний образцов скальных грунтов на одноосное сжатие с целью определения параметров деформируемости и прочности. В комплект оборудования входит нагрузочное устройство с максимальным усилием 100 или 500 кН, специальное приспособление для испытаний образцов круглого и квадратного сечения различных размеров, осевые и поперечные экстензометры, а также вся необходимая измерительная аппаратура. По специальному заказу установка может быть оснащена измерительными системами для измерения скорости прохождения продольных и поперечных волн, электропроводности и



акустической эмиссии. 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 21153.2-84 Методы определения предела прочности при одноосном сжатии.
2. ГОСТ 28985-91 Метод определения деформационных характеристик при одноосном сжатии
3. Механика горных пород. Учебное пособие под ред. Гребёнкина С.С. Донецк, ДонНТУ, 2004.