

ИЗ ПРАКТИКИ КОМПРЕССИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ

Л. И. Истомина

При исследовании естественных оснований проектируемых инженерных сооружений важнейшим показателем, подлежащим выяснению, является способность грунта к уплотнению под действием внешней нагрузки, т. е. компрессионные свойства грунта.

Лабораторные испытания компрессионных свойств грунтов заключаются в определении сжимаемости грунта, нагруженного в кольцо компрессионного прибора, под действием нагрузки, возрастающей ступенями. О деформации испытуемого грунта судят по изменению его пористости и по показаниям индикаторов.

На качество результатов компрессионных испытаний решающее влияние оказывают самые разнообразные факторы: качество приборов, в которых производятся испытания, исправность рычагов, при помощи которых уплотняется грунт, техника проведения опыта и методика, по которой проводят испытания. Некоторые различия в конструкции существующих компрессионных приборов не оказывают решающего значения на ход компрессионных испытаний, хотя с точки зрения удобства пользования и быстроты операций они сильно отличаются друг от друга.

Большое влияние на результаты испытаний оказывает качество изготовления прибора. В пригодных для испытаний компрессионных приборах все части достаточно точно пригнаны, поршень свободно передвигается как вниз, так и вверх, возможность перекоса исключена, нижняя плоскость поршня параллельна соответствующей плоскости основания прибора, индикаторы укреплены устойчиво. Установка рычажного пресса должна быть жесткой, шток его вертикальным, а площадка, на которую устанавливается прибор, устойчивой и горизонтальной.

Техника проведения опытов также оказывает большое влияние на результаты компрессионных испытаний. Это касается прежде всего загрузки кольца испытуемым грунтом. Необходима тщательная, аккуратная загрузка, не допускающая зазоров между грунтом и стенками кольца при наименьшем нарушении структуры грунта. Загрузка грунта непосредственно в рабочее кольцо (без применения специального режущего кольца) исключает возможность дополнительного нарушения структуры грунта при перегрузке его из режущего кольца в рабочее. Обе поверхности грунта, нагруженного в кольцо, должны быть выровнены проверенной металлической линейкой.

Техническая сторона проведения испытания деформации самих компрессионных приборов является одним из самых неясных вопросов практики компрессионных испытаний. В указаниях Всесоюзного совещания

по исследованию грунтов 1940 г. подчеркивается: «Расчет компрессии грунта производится с обязательным учетом собственных деформаций компрессионного прибора». Подробных указаний, как производить эти испытания, нет, поэтому разные лаборатории производили их по-разному. На практике часто обнаруживалось, что при многократных испытаниях деформаций одного и того же прибора каждый раз получались различные результаты. Иногда деформации самого прибора при какой-либо нагрузке были больше, чем при той же нагрузке деформации прибора и грунта вместе взятые. Поэтому некоторые лаборатории, рассчитывая компрессии, совсем не учитывают деформаций прибора, а другие относят на деформацию прибора показания индикаторов, снятые в первую минуту после приложения нагрузки на грунт.

Практическое изучение этого вопроса привело нас к ряду выводов.

1. Деформацию, зафиксированную индикатором в первую минуту после приложения нагрузки на грунт, нельзя считать деформацией одного прибора. Если при испытании одних грунтов она приблизительно соответствует деформации прибора, то для других может превышать эту деформацию в несколько раз. Такое несоответствие особенно ярко обнаруживается при тех нагрузках, которые, очевидно, являются разрушающими структурные связи в грунте (например, при испытаниях лёссовидных грунтов с приложением нагрузки после замачивания их водой).

2. При правильной постановке испытаний компрессионных приборов получаются вполне удовлетворительные результаты. Как показали многократные испытания, деформации приборов колеблются в зависимости от того, с какой силой зажат поршень прибора арретиром. Так, например, при разном зажимании поршня были обнаружены различные деформации компрессионного прибора БМ-39: при нагрузке 1 кг/см^2 они колебались от 0 до 0,14 мм, а при нагрузке 5 кг/см^2 — от 0,01 до 0,38 мм. С другой стороны, зажимая поршень прибора арретиром каждый раз одинаково (например, до первого реагирования индикатора), можно получить данные, различающиеся не более чем на 0,03 мм. Следовательно, чтобы правильно учесть деформацию прибора при расчете компрессии, необходимо, испытывая прибор, зажимать его штамп арретиром так, как он был зажат при производстве испытаний с грунтом, т. е. в обоих случаях до какого-либо одного показания индикатора.

Еще больше невыясненных вопросов в методике компрессионных испытаний. Многие методические положения освещены в литературе не полностью, некоторые противоречивы или трудно осуществимы на практике.

В практической деятельности разных лабораторий методика компрессионных испытаний разнообразна. Одним из самых важных является вопрос о способах определения величины сжатия грунта. Распространены два способа определения величины сжатия грунта: 1) по показаниям индикатора и 2) по изменению пористости грунта.

Определение величины сжатия грунта по показаниям индикаторов будет соответствовать действительному сжатию грунта только в том случае, если загрузка грунта в прибор была самая совершенная, прибор и индикаторы не имели никаких дефектов, компрессионные испытания и испытания деформаций прибора были поставлены правильно и т. д. Этот способ не позволяет обнаружить ошибку ни случайную, ни систематическую повторяющуюся при компрессионных испытаниях. Поэтому указанный способ нельзя рекомендовать для самостоятельного и бесконтрольного применения.

Более надежным является способ определения величины сжатия грунта по изменению его пористости, которую вычисляют, определив объемный вес и влажность грунта до и после опыта.

С целью контроля лучше производить определение объемного веса двумя способами. Так, до опыта можно определить объемный вес грунта методом парафинирования (взяв ту часть грунта, которая должна быть загружена в кольцо) и «по кольцу». Совпадение данных обоих определений будет свидетельствовать о правильной и тщательной загрузке кольца грунтом. Одновременно определяется влажность грунта.

После опыта можно определить объемный вес грунта, взвесив его и измерив микрометром высоту грунта в кольце. Кроме того, можно определить объемный вес методом парафинирования. Затем грунт высушивается с целью определения его влажности после опыта.

При снятии нагрузки с грунта необходимо, следя за показаниями индикатора, заметить упругую отдачу грунта и учесть ее при вычислении объемного веса после опыта.

Приведенные определения объемного веса позволяют вычислить пористость грунта только для двух случаев: до уплотнения и после приложения последней ступени сжимающего давления. Но этот способ не позволяет определить величину деформаций грунта под каждой ступенью нагрузки. Поэтому он может быть рекомендован только с дополнением к нему метода первого, т. е. с замером деформаций грунта индикаторами. Показания индикаторов, с одной стороны, должны контролировать данные, полученные по определению объемного веса, а с другой, — распределять общую деформацию грунта по отдельным ступеням нагрузки. Такой комбинированный метод, успешно применяемый в некоторых лабораториях Ленинграда (например, в лаборатории Гипроречтранс), дает вполне удовлетворительные результаты.

Значительное расхождение данных обоих способов следует считать явлением ненормальным и изживать его путем тщательной проверки пригодности приборов, рычагов и индикаторов, совершенствованием техники проведения компрессионных испытаний и правильной постановкой испытаний деформаций самого прибора.

Вторым важным методическим вопросом, также не имеющим единого и ясного разрешения, является вопрос о производстве компрессионных испытаний грунтов, способных к разбуханию. В настоящее время задача предупреждения разбухания грунтов при компрессионных испытаниях разрешается в основном двумя способами: 1) зажиманием штампа компрессионного прибора арретирным винтом или винтовой нарезкой на направляющей крышке прибора; 2) обжатием грунта нагрузкой, способной сдерживать разбухание грунта, не оказывая на него уплотняющего действия.

Всесоюзное совещание по исследованию грунтов 1940 г. рекомендует первый из указанных способов. Но различные разбухающие грунты нуждаются в различном зажимании арретиром: для одних достаточно небольшого поворота арретирным винтом, для других необходим самый сильный зажим. Сильно разбухающие грунты требуют иногда неоднократного дополнительного зажимания арретиром (в случае замеченного по индикатору разбухания). Это затрудняет производство компрессионных испытаний, так как при многократном нажимании арретиром на грунт трудно установить, с какой силой, наконец, зажат грунт, что необходимо учитывать при испытаниях самого прибора. Как указано выше, игнорирование этого обстоятельства может привести к такому положению, когда данные деформаций самого прибора будут выше деформаций прибора и грунта вместе взятых. Кроме того, невозможность совершенной подгонки грунта к кольцу, основанию и поршню прибора создает условия для некоторого разуплотнения грунта, зажатого арретиром, а это влечет за собой преувеличенные показания сжимаемости грунта.

Все это вызывает отрицательное отношение к зажиманию арретиром взбухающих грунтов.

Второй способ предупреждения разбухания грунтов, широко применяемый в лаборатории Московского отделения Гидроэнергопроекта, заключается в первоначальной обжатии грунта под нагрузкой, равной природной ($P_{пр}$), с подведением воды через 5 мин. после приложения нагрузки. В случае обнаруженного разбухания грунта нагрузка увеличивается на 20—25%. Так продолжается до тех пор, пока не начнется уплотнение грунта.

В лаборатории Ленинградского горного института описанный метод применяется с некоторыми изменениями. Исходя из того, что природная нагрузка ($P_{пр}$) оказывает различное действие на разные грунты (некоторые значительно уплотняет, а для других недостаточна, чтобы сдерживать разбухание); опытным путем находится та нагрузка, которая, сдерживая набухание грунта, не производит на него уплотняющего действия. С этой целью разбухающий грунт заливается водой только после сообщения ему нагрузки, вызывающей его первую минимальную (0,01 мм) деформацию. На основании последующих наблюдений за индикатором нагрузка прибавляется (если замечено набухание грунта) или уменьшается (при дальнейшем уплотнении грунта). Так, постепенно изменяя, доводим нагрузку до величины, которая, сдерживая набухание грунта, показывает первую минимальную деформацию его уплотнения. Для некоторых сильно разбухающих грунтов нагрузка, сдерживающая разбухание, доходила до 8—13 кг/см². Так, например, акчагыльские глины с глубины 50—51 м выдержали нагрузку, сдерживающую разбухание, равную 8—8,5 кг/см², а для предупреждения набухания кембрийской глины потребовалось около 13 кг/см².

Определенная таким образом нагрузка, сдерживающая разбухание грунта, и будет той эффективной нагрузкой, которая необходима для преодоления или уравнивания внутренних напряжений в грунте. Преимущества второго способа очевидны.

Сталкиваясь на практике с необходимостью разрешения затронутых здесь вопросов, грунтовые лаборатории, по-разному разрешая их, получают различные результаты компрессионных испытаний для одних и тех же грунтов.

Отсутствие общепринятых приборов для компрессионных испытаний и стандартизированной методики чрезвычайно затрудняет работу лабораторий и снижает ее качество.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бульчев В. Г. Теория газонасыщенных грунтов. Стройвоенмориздат, 1948.
2. Бульчев В. Г. Материалы по лабораторному исследованию грунтов. Госгеолиздат, 1952.
3. Гольдштейн М. Н. Механические свойства грунтов. Гос. изд-во литературы по строительству и архитектуре, 1952.
4. Инструкция по определению компрессионных свойств глинистых грунтов. Главэнергопроект, 1952.
5. Ломтадзе В. Д. Методы лабораторных исследований физико-механических свойств песчаных и глинистых грунтов. Госгеолиздат, 1952.
6. Маслов Н. Н. Инженерная геология. Стройиздат, 1941.
7. Маслов Н. Н. Прикладная механика грунтов. Машстройиздат, 1949.
8. Приклонский В. А. Грунтоведение, ч. I. Госгеолиздат, 1949.
9. Сергеев Е. М. Общее грунтоведение. Изд-во Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, 1952.
10. Чаповский Г. Г. Практическое руководство к лабораторным работам по грунтоведению и механике грунтов. Госгеолиздат, 1945.