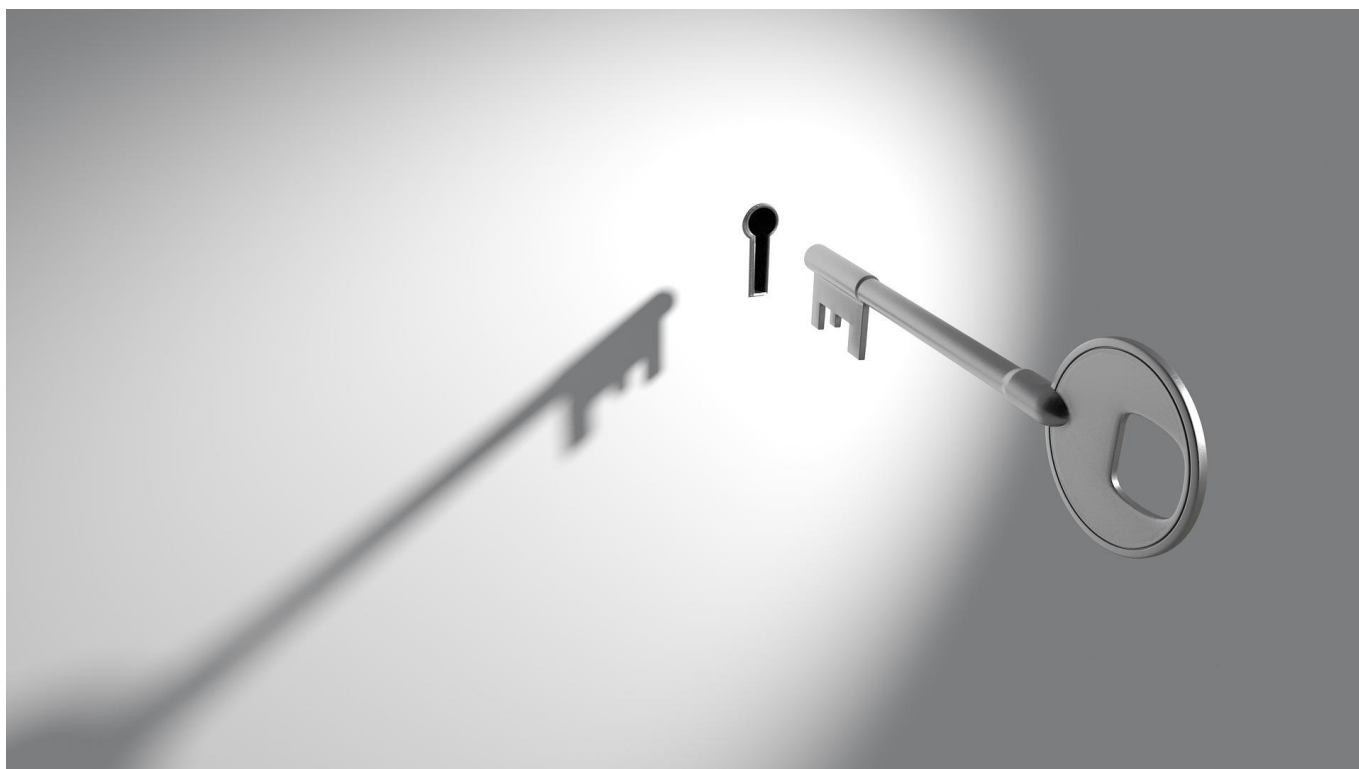


## АЛЕКСАНДР ТРУФАНОВ ОТВЕЧАЕТ НА ВОПРОСЫ ИЗЫСКАТЕЛЕЙ



**У изыскателей нередко возникают вопросы, связанные с применением на практике тех или иных нормативных документов. Часто прояснить их неоднозначные положения может только разработчик.**

**Сегодня мы обратились с просьбой ответить на несколько актуальных вопросов к заведующему лабораторией Методов исследований грунтов НИИОСП им. Н.М. Герсевича, к.т.н. А.Н. Труфанову.**

**Труфанов Александр Николаевич**

Заведующий лабораторией Методов исследований грунтов НИИОСП им. Н.М. Герсевича, к.т.н.

**Тип испытания:** КД/КН трехосное испытание по ГОСТ 12248. Изотропная консолидация. Образец – суглинок/глина водонасыщенный/ная в природных условиях. Необходимо испытать образцы данного грунта при разных определенных заданных всесторонних давлениях в камере.

При доведении образца ступенями до бытовой нагрузки по методу ВФС (этап реконсолидации) в образце растет поровое давление. Если график  $U=f(\sigma_3)$  не вышел на прямую под  $45^\circ$ , то далее ВФС продолжают по методу противодействия до достижения коэффициента порового давления  $B$  ( $B=\Delta U/\Delta\sigma_3$ ) значений от 0,95 до 1,0. После выполнения этих стадий испытания необходимо довести всестороннее давление до заданного, при котором запустится стадия консолидации и будет происходить разрушение образца.

Согласно пункту 5.3.5.2, дополнительное уплотнение образца проводят путем увеличения всестороннего давления в камере с поддержанием в системе противодействия давления, равному поровому давлению, достигнутому на стадии реконсолидации/противодавления. Значение давления  $\sigma_3$  при консолидации определяется суммой давления в камере, достигнутого на стадии реконсолидации и заданного давления консолидации  $\sigma_c$ .

Вопрос 1. Если испытывать образец при всесторонней нагрузке, заданной в камере в соответствии с пунктом 5.3.5.2, то эффективное напряжение в образце будет сильно отличаться от напряжения, при котором нужно было испытать образец по заданию. Про какие напряжения идет речь в этом пункте ГОСТ, полные или эффективные?

**А.Т.:** В результате реконсолидации по методу ВФС за счет растворения в поровой жидкости газовой фазы, выделившейся в процессе пробоотбора, мы получаем образец природной плотности. Этого достаточно для того, чтобы проводить испытания по определению деформационных свойств грунта, соответствующего условиям природного залегания.

Для определения прочностных характеристик требуется дополнительно консолидировать образец различными значениями эффективных напряжений. Согласно п.5.3.5.2 ГОСТ 12248-2010, в образце можно создать любое эффективное напряжение консолидации. Достигается это путем регулирования давления в камере. При этом поровое давление, достигнутое на стадии реконсолидации в системе противодействия, необходимо поддерживать.

Эффективное напряжение при консолидации в соответствии с принципом эффективных напряжений Терцаги рассчитывается по разности между полным давлением (давлением в камере) и поровым давлением.

Вопрос 2. Есть образцы, в которых коэффициент порового давления  $V$  на стадии противодействия не успевает выйти в необходимый интервал значений 0,95–1,0 или выходит при очень больших всесторонних нагрузках в камере (и большом поровом давлении). Бывают случаи, когда технические характеристики камеры трехосного сжатия не позволяет задать дополнительное давление в камере. Как быть в таких случаях?

**А.Т.:** Если при достижении в камере полного давления, соответствующего расчетному вертикальному полному давлению, кривая графика зависимости порового давления от давления в камере не выходит на прямую под углом в  $45^\circ$ , то тут возможно несколько причин:

1. В условиях природного залегания грунт может находиться в переуплотненном состоянии, при котором горизонтальное бытовое давление превышает вертикальное. Поэтому давление в камере, соответствующее расчетной величине вертикального бытового давления, может не достигать реальной величины среднего полного бытового давления.

2. Система измерения порового давления полностью не деаэрирована. Это, как правило, является основной причиной проблем при ВФС.

Необходимо перед испытанием, еще до установки образца, заполнить камеру водой таким образом, чтобы нижний и верхний штампы находились под уровнем воды. Затем при помощи вакуумного насоса создать в верхней части камеры разрежение. Возникающий при этом эффект закипания с огромным количеством пузырей воздуха обычно вызывает

большое удивление у испытателей. Ведь все выполнялось в соответствии с инструкцией на используемое оборудование, и воздуха в системе быть не должно. На самом деле, предварительное кипячение и деаэрирование воды далеко не гарантирует заполнения измерительной системы жидкостью. Вакуумирование следует продолжать до полного прекращения выделения пузырьков воздуха из штампов. После такой процедуры большинство вопросов, связанных с методом ВФС, обычно снимается.

Если возможности оборудования все равно не позволяют реализовывать метод ВФС, то можно рекомендовать либо поменять оборудование, либо воспользоваться более ранней версией ГОСТ 12248, оговорив это в техническом задании, согласованном с заказчиком.

3. Еще одной причиной неполного выхода кривой порового давления на угол в  $45^{\circ}$  является использование датчиков порового давления расходного типа. Это означает, что в современных видах стабилметров измерение давления осуществляется за счет деформации мембраны датчика. Ранее, на заре развития трехосных испытаний, использовался ручной метод измерения порового давления с использованием нуля-индикатора (датчиками компенсационного типа), исключающих объемные деформации измерительной системы. Этот недостаток современных автоматизированных приборов, к сожалению, можно устранить только заменой датчиков. Датчики компенсационного типа, приспособленные к автоматическим средствам измерений, существуют, но они достаточно дороги. Принимая во внимание все сложности, связанные как с финансовыми, так и с организационными проблемами, можно предложить в качестве критерия восстановления фазового состава принимать выход кривой порового давления на прямую линию. При этом ее отклонение от угла  $45^{\circ}$  должно быть не более  $3-5^{\circ}$ . Это можно будет предусмотреть в следующей редакции стандарта на трехосные испытания грунтов.

4. Существуют и другие причины, связанные с конструктивными особенностями современного оборудования для трехосных испытаний грунтов, осложняющие измерение порового давления. В частности – это использование жестких фильтров, которые осложняют проведения вакуумирования и также могут стать причиной наличия воздуха в системе измерения порового давления. Однако эти вопросы требуют конструктивных изменений в оборудовании, которые сами испытатели решить не в состоянии.

*Вопрос 3.* Для некоторых моделей поведения грунта необходимо знать параметр Скемптона, существующий в массиве, без доведения его до 1. ГОСТ ничего не говорит об этом. Не считаете ли Вы, что это нужно добавить?

**А.Т.:** Смоделировать состояние грунта в массиве для определения параметра Скемптона в принципе возможно. Для этого необходимо знать исходные условия нагружения, соответствующие поставленной задаче. Предложение о включении определения данного параметра в новый стандарт на трехосные испытания будет обязательно рассмотрено.

**Тип испытания:** КД трехосное испытание. Изотропная консолидация. Образец – суглинок/глина не водонасыщенные в природных условиях. Необходимо испытать образцы данного грунта при разных определенных заданных всесторонних давлениях в камере при естественной влажности.

*Вопрос 4.* Допустимо ли испытывать такие грунты с поддержанием порового давления = 0 (с открытым дренажем в атмосферу)?

**А.Т.:** Если поровое давление в условиях природного залегания грунта было равно нулю, то испытания также следует проводить при нулевом значении порового давления.

**Тип испытания:** Компрессионное испытание неводонасыщенного в природных условиях грунта при естественной влажности.

В соответствии с пунктом 5.4.4.5, за критерий условной стабилизации деформации образца принимают её приращение, не превышающее 0,05% за время, указанное в таблице 5.3.

Вопрос 5. В ГОСТ 12248 редакции 1996 года был пункт об абсолютных критериях стабилизации деформации, что было гораздо удобнее для работы. Сейчас же требованиям ГОСТ не могут удовлетворить большая часть датчиков деформации, используемых в компрессионных приборах. Точность датчиков составляет 0,01 мм. Для удовлетворения п. 5.4.4.5 она должна быть на два порядка выше. Нет ли в указанном пункте ошибки и не целесообразно ли вернуться к абсолютным критериям стабилизации?

**А.Т.:** Попробуйте еще раз пересчитать абсолютные значения перемещения при 0,05% деформации для образца высотой 20 мм, и вы получите те же 0,01 мм, что соответствует точности датчиков.

Принципиально никаких изменений с выбором значения критерия условной стабилизации при компрессионных испытаниях с 1996 года не произошло. Абсолютные критерии стабилизации были заменены относительными в связи с тем, что высота образцов при компрессионных испытаниях в различных установках может изменяться.

В завершении хочется сказать, что в настоящее время производится пересмотр ГОСТ 20276-2012 с разбивкой его на отдельные методы испытаний грунтов. Это позволит оперативно пересматривать стандарты по отдельным методам по мере необходимости. Так было у нас раньше и так сделано в международных стандартах. Прием предложений и замечаний к этим ГОСТам продолжается.

В 2019 году предполагается пересмотр ГОСТ 12248-2010 с такой же разбивкой по отдельным методам испытаний грунтов. Будем рады получить любые замечания и предложения к новым документам.

Вопросы нормативной базы изысканий будут рассматриваться на Международном Форуме 100+, который предварительно состоится в первых числах декабря 2018 года. Там любые вопросы можно будет задать напрямую автором соответствующих документов и получить всю необходимую информацию. Участие бесплатное.

От лица организаторов Форума приглашаем всех желающих принять в нем участие.