

О СЦЕПЛЕНИИ И ТРЕНИИ В ГРУНТЕ. НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ ДИСКУССИЯ



В конце прошлого года ведущий научный сотрудник НИИОСП им. Н.М.Герсеванова АО «НИЦ Строительство» Валерий Барвашов прислал нам в редакцию небольшой текст. Однако вместо того, чтобы опубликовать его сразу, мы обратились к нескольким геотехникам с просьбой высказаться по данному вопросу. Затем В.Барвашов прокомментировал каждую высказанную точку зрения. В результате получилась интересная профессиональная дискуссия между В.Барвашовым (В.Б.) и другими геотехниками (ГТ), которую мы и публикуем. Кстати, интересно будет узнать и другие точки зрения. Пишите в комментариях!

Аналитическая служба

В.Б.: Практически все методы расчета прочности оснований предполагают, что в грунте образуется поверхность разрушения (линия в плоской задаче). Это линия скольжения в откосе, зона предельного (на самом деле «запредельного») равновесия под краями фундамента, форма и глубина которой определяется по формуле Пузыревского и используется как критерий применимости решений линейно-деформируемой среды для расчета деформаций грунтового основания и др.

Все решения задач статики грунтовой среды Соколовского-Терцаги основаны на законе Кулона-Мора, т.е. на допущении, что сцепление и трение в грунте при разрушении действуют одновременно. Но ведь сцепление предполагает сплошность грунта, а трение возникает в грунте после того, как в нем происходит разрыв (потеря сцепления), и образуются два трущихся друг о друга края. А ведь эти края могут разойтись в стороны, образовав трещину, края которой вообще не взаимодействуют, т.к. не касаются друг друга.

Можно предположить, что сплошность и разрыв могут как-то сосуществовать в одной точке грунтовой среды, но не по длине линии. Тем более это невозможно в целой области. Если это так, то каков смысл решений задач предельного равновесия грунтовых массивов?

ГТ.: *Все указанные решения действуют на основе механики сплошной среды, которая не предполагает разрывов сплошности.*

В.Б.: Это неверно. Теория сыпучей среды Соколовского-Терцаги, а также все методы расчета устойчивости откосов предполагают только разрыв среды, т.е. нарушение прочности (от слова «прок», синоним «польза»). Имеется ввиду, что после разрушения объект становится бесполезным, и проку от него нет. Деформации в теории сыпучей среды не рассматриваются. Разрушение это статическое, когда все разрушается сразу. Оно отличается от кинематического, когда разрушение прогрессирует от точки к точке. Поэтому разрушающая нагрузка меньше, чем при статическом разрушении. Пример: веник можно сломать прутик за прутиком, но трудно весь сразу целиком.

ГТ.: *Предел прочности в грунте зависит от двух параметров и действующего нормального напряжения, в отличие от конструктивных материалов, где только одна компонента.*

В.Б.: Предел прочности грунта может зависеть и от большего числа параметров, и даже если напряжения еще неизвестны. Эти параметры и этот предел указаны в нормативных документах.

Грунт – это тоже строительный, т.е. конструктивный, материал (песок, щебень и др.). Из него возводят подпорные стены, подушки, подсыпки, грунтовые сваи, курганы, окопы, фортификации, грунт цементируют, армируют и т.д.

ГТ.: *При этом никто не ограничивает ни одного из специалистов в применении механики дискретных сред и другой теории прочности.*

В.Б.: Проектировщиков ограничивают действующие регламенты и госэкспертиза. А «специалистов» и правда никто не ограничивает, т.к. конструктивная критика давным-давно сменилась на безразличие и добрые отношения между «специалистами», поэтому число публикаций во всем мире доходит до 100 чуть не каждый день. Можно все, что угодно напечатать за деньги.

ГТ.: *Следует понимать, что все это условные математические модели, призванные описать реальное поведение грунта.*

В.Б.: Все до одной математические модели условны. Даже первый закон Ньютона условен, хотя в нем нет формул. Этот закон даже ошибочен, т.к. справедлив только в инерциальных системах координат, которых не существует в природе.

Нужно знать, насколько модели условны, чтобы быть (не быть) полезными.

«Призвать» можно только разумное живое существо. Математические модели назначают, принимают, разрабатывают и т.д.

ГТ.: *Существующие методы относительно хорошо с этим справляются.*

В.Б.: Да не очень-то хорошо, на мой взгляд. Просто система «основание-фундамент-сооружение» имеет малую чувствительность к внешним факторам. (См. нашу с проф. Болдыревым статью в журнале «Геотехника» №1/2016 г. Там же целый список других наших статей на эту тему).

ГТ.: *Новые методы могут улучшить ситуацию.*

В.Б.: Какие новые? Хотя бы намекните, куда двигаться!

ГТ.: *Не стоит забывать, что грунт - это многокомпонентная среда, обладающая большой вариативностью свойств, изотропностью и реологическими свойствами.*

В.Б.: Не забуду никогда! Но и Вы не пугайте. Лучше почитайте статью проф. Вознесенского и проф. Брушкова (Инженерные изыскания, 2014/№7, С.10-15) и Вам самому станет страшно от того, что происходит во время изысканий.

ГТ.: *Описание одних явлений всегда идёт в ущерб другим.*

В.Б.: Неужели всегда? Вот это новость! Я-то полагаю, что идет уточнение реальности, т.е. все к лучшему. Хотя, пожалуй, теория о шарообразной Земле, вращающейся вокруг Солнца, повредила убеждения, что все предметы падают вниз и что Солнце светит только днем.

ГТ.: *Наука базируется на аксиоматике.*

В.Б.: Наука РАЗВИВАЕТСЯ благодаря аксиоматике. По теореме Геделя, любая группа аксиом порождает новые парадоксы и противоречия неизбежны, поэтому наука развивается. Но не всегда новые теории нужны для конкретной дисциплины. Например, зачем нам нужно знать миллионы знаков после запятой в числе π , которое есть непериодическая десятичная дробь? В геотехнике даже одного хватит. Зачем выполнять геодезическую съемку местности при заготовке дров. Есть принцип «чем дальше в лес, тем больше дров» и все (это не мой пример, а великого русского математика В.И.Арнольда).

ГТ.: *В ТПРГ заимствована аксиоматика МСС.*

В.Б.: Не нужно придумывать новые сокращения. Не сразу догадаешься, что это не Танковый Противоракетный Гранатомет, а Теория Предельного Равновесия Грунтов. А МСС – это Механика Сплошной Среды?

Если я правильно расшифровал эти сокращения, то Ваше утверждение неверно, ведь ТПРГ предполагает разрывы сплошности в каждой точке среды, а в МСС такие разрывы исключаются.

ГТ.: *Аксиоматика МСС исключает саму постановку подобного вопроса.*

Более подробно об этом написано в работах: Мейз Дж. «Теория и задачи механики сплошных сред»; Харр М.Е. «Основы теоретической механики грунтов».

В.Б.: Снимаю шляпу в знак уважения к Вашей эрудиции. Я читал только Харра и то давно. Да, МСС одним своим названием уже исключает нарушения сплошности среды, о чем я написал выше. А что Вы скажете по поводу нарушения сплошности глины под краями модели фундамента (рис.1.)? В этих зонах не действуют ни трение, ни сцепление, т.к. края трещин расходятся, образуется пустота. А на рисунке 3 видны разрывы сплошности под краями резервуара. Какой уж тут сплошной грунт.

Опыты проф. Г.Г. Болдырева на глине, 1987 г.

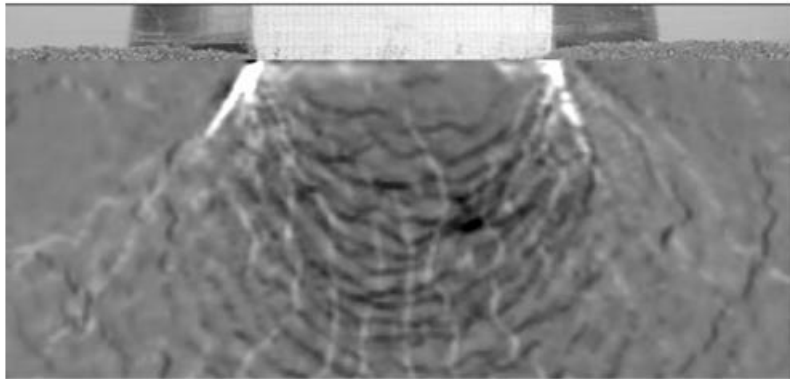


Рис. 1. Зоны разрушения глины под моделью фундамента на просвет. Модельные опыты проф. Болдырева.

Метод фотофиксации (проф. Г.Г. Болдырев недавно)

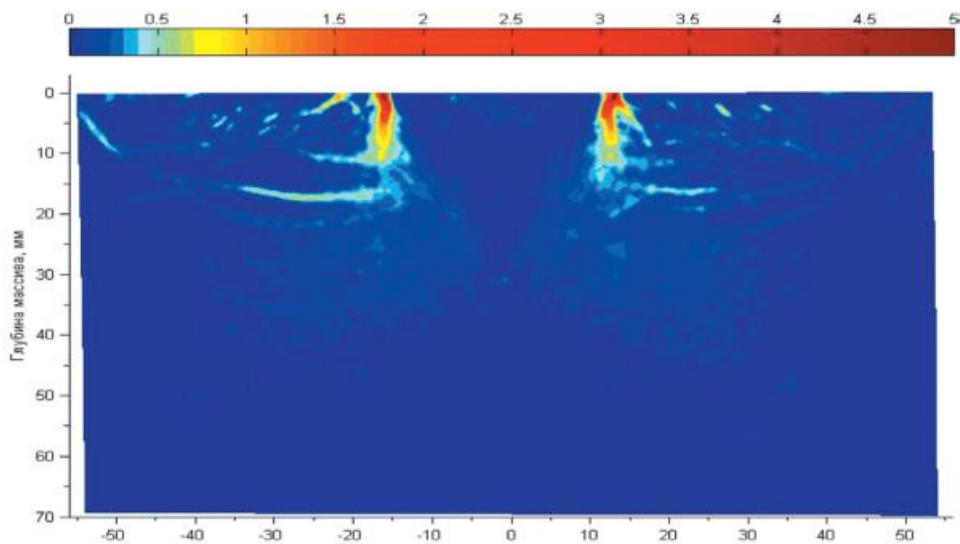


Рис. 2. Модельные опыты проф. Болдырева. Съемки с помощью компьютерной хромотографии

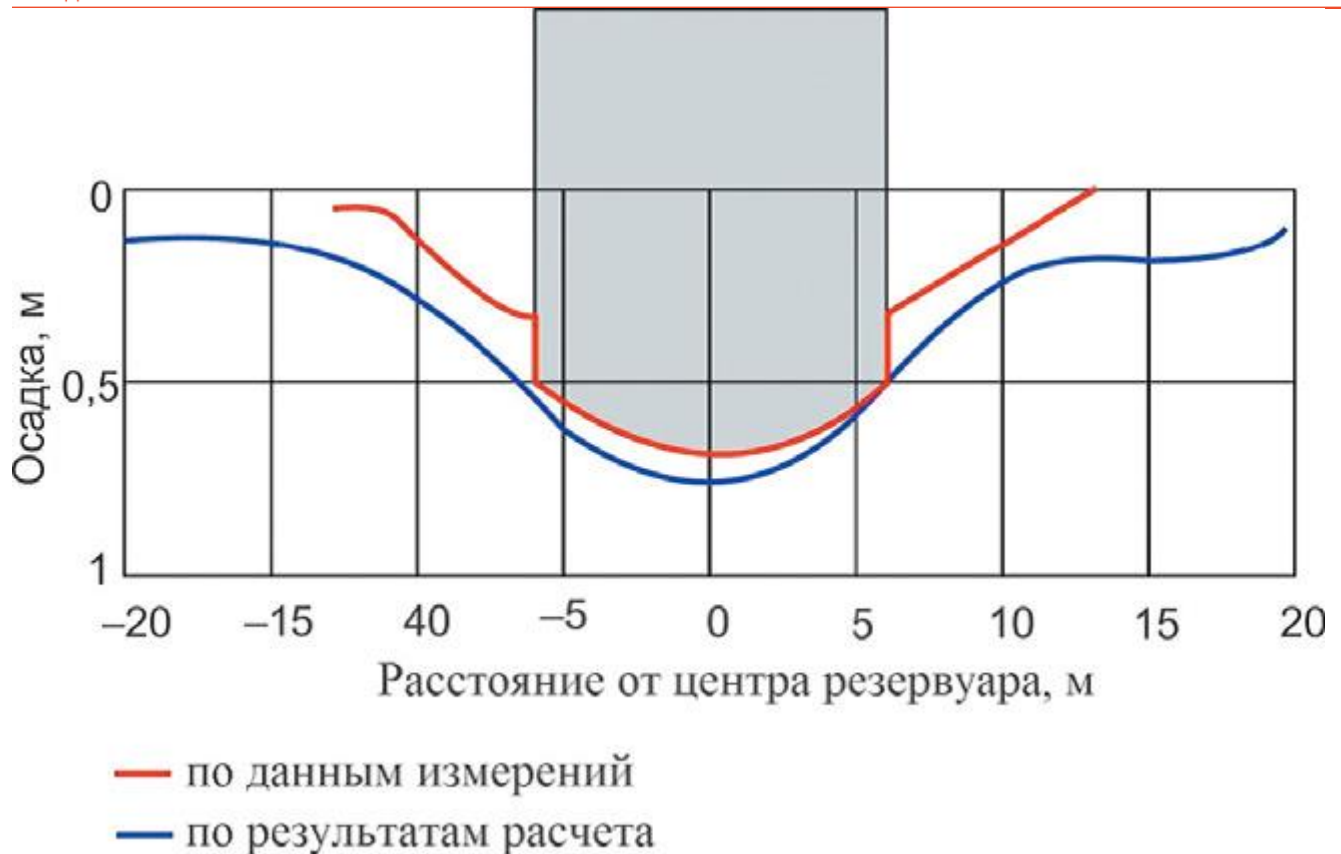


Рис. 3. Натурные данные (см. Коновалов П.А., Мангушев Р.А., Сотников С.Н., Землянский А.А., Тарасенко А.А. *Фундаменты стальных резервуаров и деформации их оснований*. М.: АСН, 2000. 336 с.).

ГТ.: В Эстонии времён СССР в отчётах по изысканиям вместо значений сцепления и трения приводилось только значение сцепления с нулевым углом трения.

В.Б.: Как я их (эстонцев) понимаю, но не согласен. Если исключить трение, то получим статическое (одномоментное) разрушение основания под фундаментом. Благодаря трению разрушение получается кинематическим (последовательным).

ГТ.: Когда на полном серьёзе начинают обсуждать необходимость разделения трения и сцепления в породах/грунтах, когда вдруг вспоминают эстонских коллег, принимающих угол внутреннего трения равным нулю, создаётся стойкое ощущение полного или почти полного незнания механики горных пород и приложения к ним теории прочности... Ведь есть грунты (текучие глины, торфы и т.д.), у которых действительно угол внутреннего трения близок к нулю... Интерпретация крыльчатки сидит на этом... Учим матчасть дальше!

В.Б.: Не все понял, т.к. комментарий написан в разговорном стиле. «Стойкое ощущение полного или почти полного незнания...», «Учим матчасть дальше!». Вы о чем?

Совету в конце комментария не могу последовать, т.к. у меня нет ни крыльчатки, ни какого-либо другого оборудования для испытаний грунтов. Только компьютер.

Я не получил ответа на мой очень понятный вопрос: могут ли сцепление и трение в грунте действовать одновременно? Написано много, но ответа нет. Я спрашивал про Фому, а мне отвечали про Ерему. А ведь для геотехники это принципиально важно.

Как всегда, рекомендую ознакомиться с графиком Даннинга-Кругера (Dunning-Kruger), за который они получили Шнобелевскую премию (Ignoble Prize) в Гарвардском университете за исследование психологии знания/незнания.

Этот график я подробно описал в одной из моих заметок в журнале «ГеоИнфо». Суть его в том, что большое знание и большое невежество дают равную уверенность в себе по принципу «чем больше..., тем больше». Но исследователь всегда не уверен, т.к. исследует и открывает новые области знания/незнания.