

Урок № 7: Разжижение

Разжижение – это явление, которое уменьшает прочность и твёрдость почвы в результате землетрясений или иных резких динамических нагрузок.

Цель этого урока состоит в изучении последствий разжижения, вызванного землетрясением, путём создания простой модели. Также, учащиеся обсудят способы, с помощью которых возможно снизить опасности разжижения.

Это задание рассчитано на один час, и оно адаптировано из материалов Бевена и др. (1995).

Материалы

- 200 г. хорошо отсортированного мелкого песка.
- Один прозрачный пластиковый стакан 0,25 л.
- Форма для приготовления бисквитных пирожных или коржей.
- Грузило или похожий предмет(минимум 60 г.).
- Ножницы.
- Газеты, чтобы накрыть рабочую поверхность.
- Вода.

Введение

1. Накройте стол газетами, а сверху поставьте стакан с сухим, хорошо отсортированным мелким песком. Задайте учащимся вопрос, смогли бы они построить какую-нибудь конструкцию с помощью такого песка. Ответ: нет. Песок сухой и рыхлый, и в таком виде он не может держать какую-либо форму. Объясните термин «рыхлый», означающий рассыпающийся, несцементированный материал, такой как песок на пляже. Частицы рыхлого материала легко разделимы. Попросите учащихся подумать о различных способах, с помощью которых можно сцементировать частицы песка. Один из таких способов – это смешивание частиц с цементом и водой для получения бетона. Введите термин «сцементированный», относящийся к уплотнённому и укреплённому материалу. Частицы сцементированного материала не легко рассыпаются и могут хорошо держать такие формы, как блоки, арки и колонны. Таковы некоторые из основных форм, которые позволяют людям создавать конструкции, разнообразию которых практически нет конца.
2. Объясните ученикам, что между частицами рыхлой породы содержатся пустые пространства, или поры. Иногда поры между частицами заполнены водой. Приведите им понятный пример, например поливку цветов водой. Пустые пространства в сухой земле наполняются водой, когда цветы поливают. Введите термин «почвенное насыщение», применяющийся в отношении почв, в которых пространства между отдельными частицами полностью заполнены водой. Объясните учащимся, что вода оказывает давление на частицы почвы и что любое применение внешнего давления на почву распирает эти частицы.
3. Теперь заполните пластиковый стакан рыхлым, сухим песком. Попросите учащихся угадать, что произойдёт с частицами песка, когда вы слегка постучите стаканом об стол. Постукивание приводит к тому, что частицы породы оседают и становятся плотными.

Попросите учащихся угадать, что произойдет, если сжать песок, когда поры заполнены водой. Частицы породы выталкивают воду из пор и сближаются друг с другом аналогично тому, как это происходит, когда воду выжимают из губки или тряпки. Объясните учащимся что во время землетрясений происходит кое-что другое: сжатие, производимое сейсмическими волнами, происходит настолько быстро, что вода не успевает вытечь из пор. Когда частицы сжимаются, они оказывают давление на воду, находящуюся в порах. Это увеличивает давление воды в порах и вызывает разделение частиц. Данный процесс называется разжижением.

4. Объясните учащимся, что разжижение может вызвать серьёзные повреждения во время землетрясений. Попросите их подумать о том, каким образом разжижение может привести к повреждениям, особенно сооружений. Побудите учащихся задуматься о других видах ущерба, вызванных повышенным давлением воды в результате разжижения (например: оползнях, разрушении плотин и т.д.)
5. Покажите вашим ученикам фотографии строений, поврежденные разжижением.

Действия

1. Разделите учащихся на группы по четыре человека. Для каждой группы определите рабочее место. В начале урока каждое рабочее место должно иметь все вышеперечисленные материалы.
2. Попросите, чтобы один учащийся в каждой группе отрезал примерно 5 мм. от нижней части пластикового стакана, перевернул его и поставил в середину формы для приготовления пирожных, как показано на рисунке 1. Попросите, чтобы учащийся держал стакан крепко и медленно насыпал песок на дно чашки до уровня 10-20 мм. от верхней части стакана. После этого необходимо аккуратно разровнять песок пальцами. Не трясите при этом стакан.
3. Попросите учащегося осторожно положить грузило на выровненную поверхность песка и медленно налить воду в форму вокруг стакана с песком.
4. Попросите учащихся внимательно посмотреть на то, что происходит. Вода начинает медленно просачиваться в стакан с песком. Попросите учащихся сказать вам, когда песок будет полностью насыщен водой.
5. Когда песок будет насыщен водой, пусть один ученик будет крепко удерживать стакан на месте, в то время как другой ученик несколько раз резко постучит по стороне стакана. Попросите учащихся пронаблюдать, что происходит с грузилом. Оно начинает погружаться в мокрый песок. Это явление и называется «разжижение». Увеличенное поровое давление воды уменьшает прочность сцепления между частицами песка, ослабляет целое песчаное образование, в результате чего песок начинает вести себя скорее, как жидкость, чем твердое тело, отсюда и название – «разжижение».
6. Спросите учащихся, на что похожи грузило и резкие постукивания по стакану в реальных условиях. Грузилом может быть жилой дом, построенный на рыхлом песке или грунте. Резкие постукивания представляют собой крупное землетрясение. Организуйте

обсуждение и предложите учащимся подумать о воздействии разжижения на людей, жилые здания, школы, подземные линии коммуникаций (газ, вода, канализация) сельскохозяйственные земли, медицинские учреждения, пожарные станции и материалы, которые захоронены в земле, например ядовитые отходы. Объясните учащимся что тяжёлые конструкции могут внезапно погрузиться в землю или сместиться в результате разжижения подобно грузилу в проведенном эксперименте. Зарытые в земле материалы или легкие объекты (например, бензиновые цистерны) могут сместиться и иногда даже выйти на поверхность при разжижении (это можно проверить, если закопать разные предметы в песке и посмотреть, что произойдет).

7. Предложите вашим учащимся подумать о способах уменьшения опасности разжижения при строительстве новых конструкций, таких как зданий и дорог. Начните обсуждение с вопросов о том, как можно уменьшить поровое давление воды. Закрепление грунта и улучшение дренирующей способности – это два наиболее важных метода, которые могут снизить опасность разжижения. Спросите учащихся, что бы они изменили в предыдущем эксперименте, чтобы проверить это. Учащиеся могут уплотнить песок в пластиковом стакане нажимая на него пальцами и/или путем проделывания небольших отверстий в стакане, чтобы вода вытекала из него. Если позволит время, позвольте учащимся проверить свои идеи.
8. Напомните студентам основные причины разжижения: рыхлая и непрочная почва, вода и сильные вибрации. Попросите учащихся с учетом этих факторов подумать о том, где они скорее могут увидеть разжижение, вызванное землетрясениями. Участки земли около рек или близко к уровню моря могут быть подвержены разжижению. Например, такими местами могут быть береговые линии, болота, места с искусственным наполнением, и места с мелкозалегающими грунтовыми водами.

Полезные ресурсы в Интернете

На данном сайте представлена информация для неспециалистов о том, что такое разжижение, почему, как, где и когда оно происходит (Вашингтонский университет, факультет проектирования и строительства):

<http://www.ce.washington.edu/~liquefaction/html/main.html>

Видео-ролик о разжижении (Университет штата Юта)

<http://www.juniorengineering.usu.edu/lessons/earthquake/earthquake.php>

Ссылки

Бевен Р.К., Кроудер Дж.Н., Доддс Дж.Е., Ванс Л., Марран Дж.Ф., Морс Р.Х., Шарп В.Л., Спрулл Дж.Д., 1995 Детективы-сейсморазведчики. Землетрясения: руководство для учителя для 7-12 классов (второе издание), Американский геофизический союз, и Федеральное агентство по управлению в чрезвычайных ситуациях, ФЕМА 253, 364 стр.

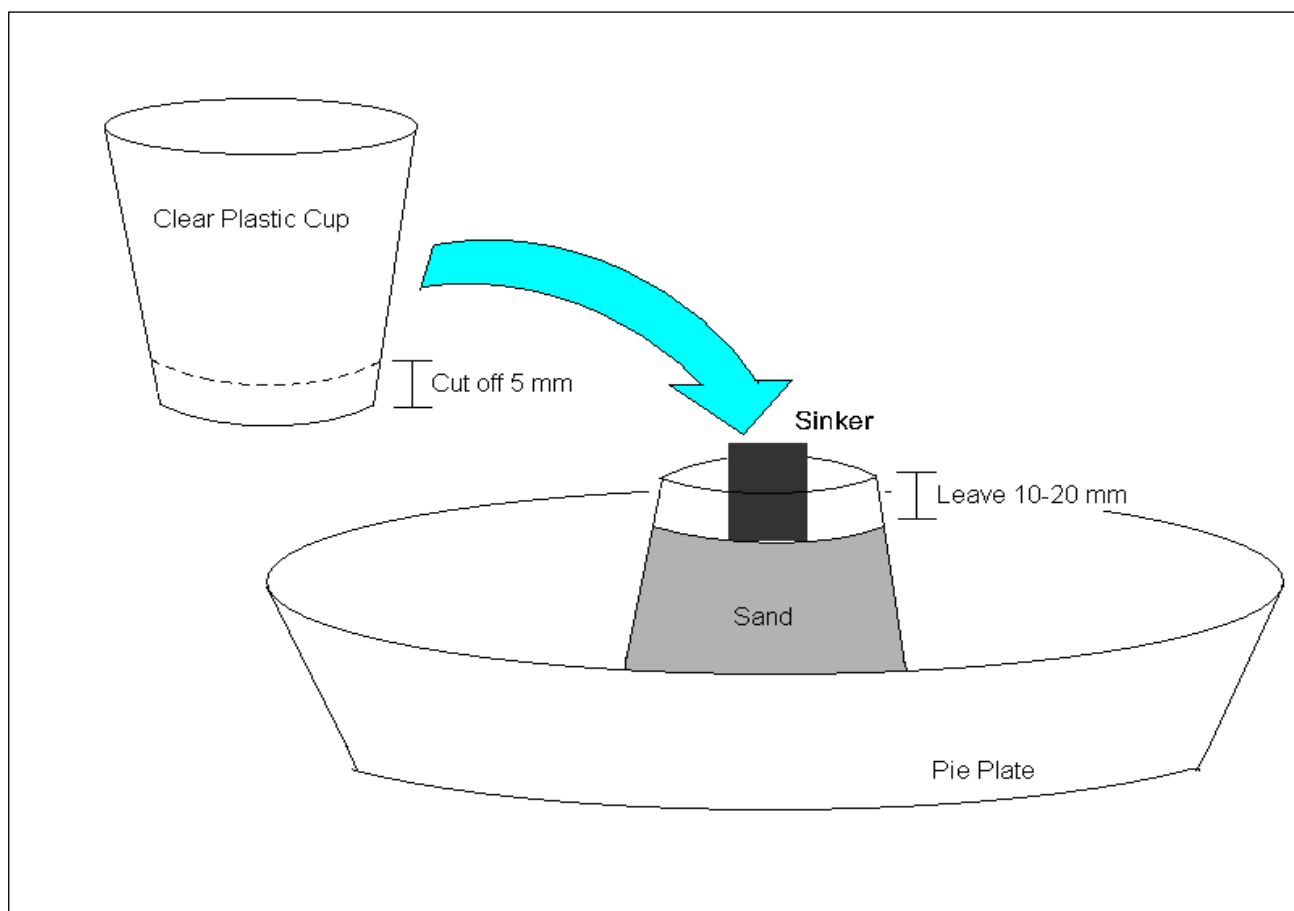


Рисунок 1: Схема экспериментальной установки для изучения разжижения

Пластиковый стакан = Clear Plastic Cup

Грузило = Sinker

Песок = Sand

Форма для приготовления коржей или бисквитных пирожных = Pie Plate

Отрезать 5 мм. = cut off 5 mm

Оставить 10-20 мм = leave 10-20 mm