

Урок 5. Механизм землетрясения.

В 4 уроке мы пришли к выводу, что землетрясения связаны со смещениями разломов. Разломы сцепляются, и, когда напряжение по разлому накапливается и достигает достаточного уровня, чтобы вызвать разрыв разлома, происходит смещение. Это явление известно как скачкообразное движение или поведение. В этом уроке учащиеся увидят и поймут, как скачкообразное движение происходит вдоль разлома, с помощью простой модели системы разлома.

Внимание! Скачкообразное движение не следует путать с движением по простиранию вдоль разломов по простиранию.

Материал урока рассчитан на два классных занятия длительностью один час или на одно двухчасовое лабораторное занятие.

Данный урок адаптирован по материалам урока, опубликованного Хубенталем и др. (2008 г.).

Материалы

Два деревянных блока размером 4 на 4 дюйма.

Два винта с петлей 12x1-3/16 дюймов

Одна шлифовальная лента 4 на 36 дюймов (зернистость 50).

1/3 листа наждачной бумаги (зернистость 60).

Одна резиновая лента.

16 дюймов клейкой ленты.

Матерчатая рулетка.

Пара ножниц.

Пистолет для горячего склеивания.

Примечание! Вышеуказанных материалов достаточно для изготовления одной модели. Советуем разделить ваших учащихся на пять групп и раздать каждой группе вышеуказанные материалы, чтобы они смогли построить свои собственные модели. Чтобы уменьшить стоимость материалов, вы можете построить лишь одну модель для ваших учащихся, а потом дать каждому испытать ее действие.

Перед занятием закрутите по одному винту с петлей (12x1-3/16) дюймов по центру торца каждого деревянного блока (рис. 1). Используйте острогубцы, чтобы отогнуть петлю винта, и просуньте через нее резиновую ленту и матерчатую рулетку (рис. 2).

Введение

1. Попросите учащегося подвести итоги по выученному в уроке 4. Убедитесь в том, что учащиеся понимают взаимосвязь между разломами и землетрясениями (т.е.,

когда разлом разрывается, энергия, накопленная в окружающих породах энергии, высвобождается, и происходит землетрясение).

2. Напомните учащимся, что движение вдоль разлома неравномерное и негладкое. Это вызвано тем, что поверхность плоскости разлома неровная и похожа на наждачную бумагу.

3. Объясните тему трения. Задайте учащимся простые вопросы, например, что заставляет машину остановиться или что замедляет или останавливает конькобежца. Расскажите учащимся, что в подобных примерах используются силы, которые могут замедлить, остановить или осложнить движение предмета. Данные силы называются силами трения. Попросите учащихся придумать другие примеры или высказать идеи, предполагающие трение, например: потирание рук холодным зимним утром, зажигание спички или ношение туристических ботинок при восхождении на гору или при спуске с горного склона.

4. Объясните учащимся, что количество трения зависит от двух вещей: типа поверхностей, которые соприкасаются (гладкий кухонный пол и грунтовая дорога) и сил, прижимающих поверхности (например, при движении пустой телеги и телеги, наполненной товарами).

5. Расскажите учащимся, что разломы сцепляются из-за неровных поверхностей. Именно сила трения вызывает сцепление разломов.

6. Объясните учащимся, что они построят несложную модель, с помощью которой они поймут, что происходит вдоль системы разлома.

Внимание! Напомните учащимся, что модели являются упрощенными представлениями сложных систем. В уроке № 1 учащиеся использовали яйцо в качестве модели недр Земли. Попросите учащихся назвать некоторые ограничения, связанные с данной моделью. Объясните учащимся, что каждая модель имеет свои собственные ограничения. Предложите учащимся подумать об ограничениях модели, которую они построят на уроке.

Действия

1. Разделите учащихся на группы по пять человек. Каждой группе дайте деревянные блоки 4 на 4 дюйма (винт с петлей должен быть уже закреплен), матерчатую мерную ленту, резиновую ленту, одну шлифовальную ленту 4x36 дюймов (зернистость 50), 1/3 листа наждачной бумаги (зернистость 60), клейкую ленту, клей и пару ножниц.

2. Проинструктируйте учащихся следующим образом:

а. Перережьте шлифовальную ленту в одном месте.

б. Закрепите оба конца шлифовальной ленты к классному столу. Убедитесь, что на шлифовальной ленте нет складок.

в. Положите сверху один деревянный блок на наждачную бумагу и ножницами по контуру вырежьте прямоугольник. Приклейте клеем прямоугольник на нижнюю часть блока.

г. Положите блок на шлифовальную ленту. Блок должен быть с левого конца шлифовальной ленты, а наждачная бумага должна быть приклеена к стороне блока, соприкасающейся со шлифовальной лентой. Винт с петлей должен быть расположен в центре шлифовальной ленты. Прицепите резиновую ленту к винту с петлей.

д. Прикрепите конец рулетки к резиновой ленте.

е. Положите другой деревянный блок на бок с правой стороны шлифовальной ленты. Винт с петлей должен быть расположен в центре шлифовальной ленты.

ж. Свободный конец рулетки должен проходить через винт с петлей блока, указанного в пункте е.

На рис. 2 показана собранная модель. Когда вы будете рассказывать, как собрать модель, возможно, будет полезно одновременно рисовать на доске этапы сборки.

3. Попросите одного учащегося из каждой группы встать с правой стороны шлифовальной ленты и взяться за свободный конец рулетки. Попросите одного учащегося протянуть рулетку через петлю. Тянуть необходимо медленно и аккуратно (рис. 3). Попросите других учащихся каждой группы внимательно понаблюдать за моделью, пока протягивается рулетка. Попросите учащихся составить список наблюдений. Что происходит с резиновой лентой, когда рулетку тянут медленно? Что происходит с блоком? Резиновая лента растягивается перед тем, как блок начинает двигаться. Когда блок начинает двигаться, резиновая лента больше не растягивается.

4. Объясните учащимся, что они построили простую модель, которая демонстрирует, что происходит в системе разлома. Попросите их сравнить модель с системой разлома. Что представляет собой деревянный блок? Что представляет собой резиновая лента? Что вы можете сказать об учащемся, который тянет рулетку? Как насчет наждачной бумаги? Деревянный блок модели и шершавая сторона наждачной бумаги представляют активную систему разлома. Плоскости разлома имеют неровные поверхности, которые в данной модели представлены наждачной бумагой. Учащийся, который тянет рулетку, представляет движения плит. Резиновая лента представляет упругие свойства окружающей коры Земли, которые могут хранить энергию упругих волн.

5. Попросите по одному учащемуся из каждой группы еще раз показать, что происходит с системой разлома. Когда учащийся будет показывать, попросите остальных учащихся в каждой группе, чтобы они, глядя на систему разлома, представили и описали, что происходит в системе. Затем объясните им, что, поскольку движения плит происходят на расстоянии (учащийся растягивает ленту), энергия упругих волн начинает накапливаться в горных породах вокруг разлома (резиновая лента растягивается), и, когда напряжение достигает достаточного уровня, разлом начинает скользить (блоки начинают двигаться). Спросите

учащихся, что представляет собой движение деревянного блока модели в системе разлома. Ответ - землетрясение.

6. Спросите, где на модели можно наблюдать трение. Попросите учащихся вспомнить, что такое трение. Трение – это сила, сопротивляющаяся относительному движению двух соприкасающихся поверхностей. Теперь учащиеся должны сообразить, что трение происходит на соприкасающихся поверхностях между шлифовальной лентой и стороной блока с наждачной бумагой. Спросите учащихся, могут ли они растянуть рулетку, не двигая блока. Попросите их попробовать, если они еще не сделали этого. Затем спросите их, почему они могут это сделать. Ответ: части наждачной бумаги сцеплены вместе, и это мешает блоку двигаться. Другими словами, движению блока вперед мешает трение между двумя неровными поверхностями. Объясните учащимся, что в активной системе разломы также сцепляются. Это позволяет напряжению накапливаться в окружающих горных породах. Как только напряжение преодолевает силы трения, разлом соскальзывает, и происходит землетрясение. Когда происходит землетрясение, накопленная энергия освобождается посредством фрикционного нагрева на разломе, дробления горных пород и распространения волн от землетрясения.

7. Попросите учащегося внимательнее посмотреть на резиновую ленту при движении блока. Полностью ли ослабляется лента после каждого движения? Разрешите учащимся несколько раз выполнить это. Ответ – нет. Спросите учащихся, о чем свидетельствует освобождение накопленной энергии на разломе, когда происходит землетрясение. Объясните, что некоторая часть накопленной энергии остается в окружающих горных породах после землетрясения, что является причиной толчков после землетрясения. Толчки - это сотрясения, которые происходят после серии наиболее мощных толчков землетрясения. Они обычно меньше, чем основной толчок.

8. Объясните учащимся, что их модель представляет процесс, известный как теория упругого восстановления. Теория упругого восстановления заявляет, что по мере движения тектонических плит относительно друг друга в горных породах вдоль плоскостей разлома накапливается энергия упругих волн (или напряжение). Так как плоскости разлома неровные и не очень гладкие, они сцепляются, и энергия начинает накапливаться. Когда энергия упругих волн преодолевает силы трения, которые удерживают плоскости разлома вместе, происходит разрыв. См. рис 4, на котором наглядно представлена данная теория.

9. Теперь подошло время обсудить некоторые ограничения модели. Попросите учащихся рассказать, что они думают по этому поводу. Спросите их, как их модели могут отличаться от фактического разлома и землетрясения. Например, плоскость разлома их модели горизонтальная относительно к направлению силы тяжести из-за способа строения модели. В природе такие разломы не существуют.

10. Спросите учащихся, могут ли они определить величину перемещения после движения каждого блока, а также величину времени ожидания между движением каждого блока, используя свои модели. Дайте учащимся возможность использовать

свои модели для ответа на этот вопрос. Пусть один учащийся в каждой группе поработает на модели. Необходимо убедиться, чтобы учащийся растягивал ленту, используя одно и то же равномерное движение. Спросите учащихся, могут ли они получить регулярное периодическое поведение на своих моделях, если все переменные будут одинаковыми. Ответ – нет. Это показывает, что прогнозирование землетрясений – задача не из легких. Если мы не можем получить регулярное поведение при использовании наших простых моделей, еще сложнее увидеть это в сложных формах поведения Земли.

11. Объясните учащимся, что количественные измерения представляют информацию в численном выражении, пропорциях или других измеряемых количествах. Попросите учащихся назвать другие виды количественных измерений (минуты, часы и сантиметры). А теперь спросите учащихся, какие аспекты их модели могут быть измерены в количественном отношении. Учащиеся могут измерить перемещение после движения каждого блока с использованием линейки, а также временной интервал между каждым движением с использованием часов. Спросите учащихся, можно ли измерить движение растягивания ленты с помощью рулетки. А энергию (напряжение) в резиновой ленте?

12. Объясните учащимся, что ученые используют разные методы для измерения перемещения вдоль разломов, время между землетрясениями, движения тектонических плит и накопленную энергию упругих волн. Данные измерения помогают ученым лучше понять землетрясения и прогнозирование землетрясений.

13. Закончите обсуждение тем, что попросите одного учащегося дать определение землетрясению, используя информацию, которую они узнали из работы с моделями.

Ссылки

Хубенталь М., Брайль и Л. Табер Дж. 2008. Новое определение землетрясения и механизма землетрясения. Сайенс Тичер, 75 (1), стр. 32-36, доступно в режиме онлайн: http://www.iris.edu/hq/resource/redefining_an_earthquake_v12



Рисунок 1: Деревянные блоки и винты с петлей.



Рисунок 2: Окончательная модель. Наждачная бумага клеится только к нижней части блока А.



Рисунок 3: Учащийся работает с моделью.

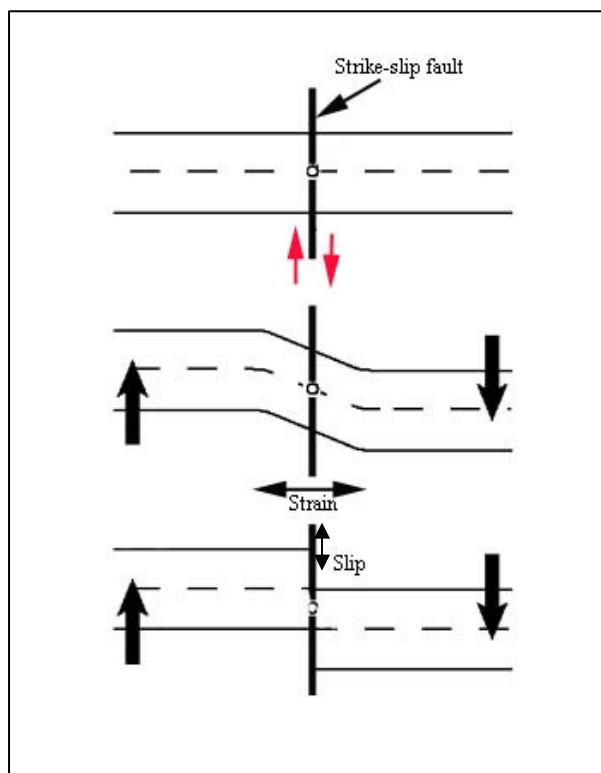


Рисунок 4: Иллюстрация теории упругого восстановления. Сверху вниз: первоначальное положение дороги; напряжение растет, пока разлом сцеплен, потом в течение землетрясения напряжение высвобождается.