

Урок № 3. Свойства горных пород

Горные породы, расположенные на границах плит или рядом с ними, претерпевают изменения. Породы могут сжиматься, растягиваться или испытывать различные деформации под воздействием напряжения. Изменения зависят от типа напряжения, скорости, с которой оно применяется, внешних условий горных пород, таких как температура и давление, а также их сочетания. В данном занятии рассматриваются следующие вопросы: как деформируются горные породы, какие факторы играют важную роль при определении поведения горных пород, что происходит при их деформации и, наконец, почему же деформируются горные породы? Получение ответов на эти вопросы поможет нам лучше понимать физические процессы, которые вызывают землетрясения.

Этот урок разработан для двух учебных занятий длительностью один час каждое в течение двух дней, но он может также быть проведен в течение одного двухчасового лабораторного занятия.

Материалы

Маленькие металлические пружины.

Резиновые кольца (разрезанные посередине, так чтобы получилась эластичная нить).

Силиконовый полимер (достаточно, чтобы поровну разделить между учащимися с учетом времени на урок).

Выпрямленные скрепки для бумаги или кусочки металлической проволоки.

Конфеты «Tootsie roll» (по две на учащегося; накануне урока держать в холодильнике).

Изображение № 1 а: вязкая деформация горной породы.

Изображение № 1 b: хрупкая деформация горной породы.

Введение.

1. Расскажите учащимся, что энергия – это способность перемещать тела или вызывать какие-либо изменения в окружающей среде. Попросите их привести несколько примеров того, как энергия вызывает изменения вокруг них. Примеры могут включать то, как химическая энергия топлива производит тепло, которое может быть использовано для приведения в движения автомобилей или грузовиков, или как энергия движения может быть превращена обратно в тепло в результате трения рук. Землетрясения вызывают перемещение объектов и изменения окружающей среды; таким образом, землетрясения – это движение энергии. Землетрясения происходят из-за поглощения, накопления и высвобождения энергии в горных породах.

2. Сообщите учащимся, что они узнают о некоторых основных структурных свойствах материалов. Они называются «структурные свойства», потому что в

целях данного занятия нас интересует лишь способность материалов сохранять форму или перемещать энергию так, как если бы эти материалы были частью конструкций. Попросите учащихся привести примеры простых и сложных конструкций (таких как столы, стулья, мосты, здания и т.д.). Расскажите им, что знания, которые мы каждый день получаем о различных материалах, помогают нам рассуждать о том, как отреагируют материалы на энергию, применяемую в их отношении самыми разнообразными способами. Это основа для прохождения данного урока.

3. Объясните учащимся значения нижеприведенных слов. Попросите учащихся привести примеры материалов, которые попадают под описания:

эластичный: материал, который возвращается в первоначальное состояние после деформации (например, резина);

неэластичный: материал, который не возвращается в свое первоначальное состояние после деформации.

Существует две основные подкатегории неэластичных материалов: хрупкий (материал, который ломается или легко трескается без существенного растяжения, такой, как стекло) и вязкий (материал, который можно вытянуть, растянуть или сжать до деформированного состояния, при этом не сломав его, например, силиконовый полимер при комнатной температуре).

4. Объясните вкратце, что означает напряжение: напряжение связано с количеством усилия, прилагаемого на единицу поверхности материала. Приведите простой пример: когда алюминиевую банку давят ногой, она испытывает напряжение. Объясните, что обозначает деформация: она связана с изменением формы материала. Растоптанная банка в вышеприведенном примере подверглась деформации. Таким образом, нагрузка вызывает деформацию.

Действия

1. Разделите класс на четыре участка. На каждом участке положите резиновые кольца, металлическую проволоку, силиконовый полимер и маленькие металлические пружины.

2. Разделите учащихся на четыре группы и предоставьте им возможность провести несколько минут на участке. Попросите их ответить на следующие вопросы по каждому материалу:

Материал эластичный или неэластичный?

Если предмет неэластичный, материал хрупкий или вязкий?

Какие другие материалы похожи на рассматриваемый материал?

Проявляет ли себя материал данного предмета, как материалы горных пород?

Почему? Почему нет?

3. После того, как учащиеся исследуют каждый материал, выслушайте ответы и классифицируйте каждый материал. Ответы должны звучать примерно так:

Резиновое кольцо: материал эластичный.

Металлическая проволока: неэластичная, вязкая.

Силиконовый полимер: неэластичный, вязкий (некоторые могут сказать, что он хрупкий; см. пункт 9).

Металлические пружины: эластичные (некоторые могут сказать, что материал вязкий, если пружину слишком сильно растянуть; см. пункт 10).

4. Объясните учащимся, что горные породы могут деформироваться, как хрупкие и как вязкие материалы, точно так же, как и материал, с которым учащиеся только что экспериментировали. Покажите учащимся фотографии № 1a и № 1 b. На этих фотографиях изображены два обнажения горных пород на поверхности Земли. Попросите учащихся объяснить, какого вида деформацию они наблюдают на каждой фотографии. Спросите их, видели ли они какие-либо другие похожие обнажения горных пород.

Внимание! Имейте в виду, что геологические структуры могут проявлять признаки более чем одного типа деформации.

5. Расскажите учащимся, что они узнают, как могут изменяться свойства материалов в зависимости от условий окружающей среды. Раздайте по две холодные конфеты «Tootsie roll» каждому учащемуся. Попросите учащихся порассуждать о том, каковы свойства конфеты (т.е. эластичная или неэластичная, вязкая или хрупкая). Холодная конфета «Tootsie roll» должна быть неэластичной и хрупкой. Это можно продемонстрировать. Сильно стукните конфетой об стол, она должна разломаться на маленькие кусочки внутри обертки. Пусть учащиеся попытаются деформировать конфету разными способами (путем растяжения, сжатия, сгибания). Объясните им, что все эти действия являются примерами того, каким образом можно воздействовать на конфету, чтобы она поглотила энергию.

6. Затем попросите учащихся разогреть вторую конфету (они могут это сделать, подержав конфету в руках, посидев на ней или положив ее в рот). После того как конфеты будут разогреты, попросите учащихся деформировать их таким же образом, как первую конфету. Теперь конфета должна быть гораздо более гибкой, сжимающейся и поддающейся растяжению, чем раньше. Некоторые конфеты, тем не менее, могут сломаться, но это будет происходить совсем по-другому. Конфете можно придать совершенно новую форму с помощью тепла, не ломая ее. Вы можете попросить учащихся назвать другие процессы, при которых данное свойство является полезным. Примеры могут включать обработку металла, когда происходит нагрев железа, стали или алюминия; таким образом металлу можно придать новые формы.

7. Опишите, что подобное поведение свойственно многим типам горных пород. Расскажите учащимся, что температура и давление увеличиваются по мере увеличения глубины; материал более глубоко залегающих горных пород (покровные породы) проще охарактеризовать как неэластичный, вязкий, чем как

эластичный, хрупкий материал, каким кажутся породы земной коры. Под поверхностью Земли давление не позволяет горным породам разделиться на фрагменты. При определении перехода свойств материала от хрупкости к вязкости важное значение имеют температура, давление, скорость деформации и состав материала.

Внимание! Породы земной коры могут проявлять себя как вязкие при нагрузке. Это можно видеть на примере образования складок. *Рекристаллизационная ползучесть* представляет собой механизм, который может объяснить вязкость пород земной коры при низких температурах и давлениях. Данный процесс связан с растворением минералов в областях высокого давления и их выпадением в областях низкого давления. Это приводит к ползучести горной породы.

Кроме того, деформированные в вязком состоянии породы глубоко в недрах Земли могут быть доставлены на поверхность путем регионального подъема и эрозии.

8. Раздайте учащимся силиконовый полимер. Попросите их скатать силиконовый полимер в маленький цилиндр длиной примерно 5-10 см. Попросите учащихся взять цилиндр двумя руками (с обеих сторон), затем дернуть так, чтобы он разорвался точно посередине. Попросите учащихся скатать полимер и снова придать ему цилиндрическую форму, затем взять его с концов обеими руками и медленно растянуть по сторонам. Спросите их, что происходит (форма изменяется медленно, полимер растягивается, но не рвется). Спросите учащихся, является ли силиконовый полимер эластичным, неэластичным или и тем, и другим, и почему это так. Побудите учащихся описать условия, вызвавшие свойства, которые они наблюдали. Объясните учащимся, что, несмотря на то, что для описания свойств материалов мы имеем определенные слова (эластичный, неэластичный), на самом деле все материалы представляют смесь всех свойств в зависимости от условий, в которых эти материалы находятся.

9. Чтобы подвести итог эксперименту с силиконовым полимером, расскажите учащимся, что скорость, с которой материал деформируется, обуславливает поведение материала. Резкое изменение формы горной породы может вызвать хрупкую деформацию (оно может разломать горную породу), тогда как медленное изменение формы может вызвать вязкую деформацию (приводя к расслоению породы).

10. Раздайте пружины, которые использовались в первой части занятия. Повторите, что пружина предположительно является эластичным материалом, так как ее можно деформировать и вернуть в первоначальную форму. Возьмите пружину и растяните ее до такой степени, чтобы она не приняла первоначальную форму. Она должна быть немного длиннее, чем ранее, но по-прежнему сохранять свои эластичные свойства. Напомните, что ученые называют это деформацией объекта. Спросите учащихся, является ли данный материал эластичным, неэластичным или и тем, и другим. Почему? Почему нет? При каких условиях? Объясните учащимся, что, несмотря на то, что для описания свойств материалов

мы имеем определенные слова (эластичный, неэластичный), на самом деле все материалы представляют смесь всех свойств в зависимости от условий, в которых эти материалы находятся.

11. Резюмируйте все вышеназванные факторы (температура, давление, скорость деформации и состав), определяющие свойства горных пород.

12. Раздайте резиновые кольца. Попросите учащихся растянуть резиновые кольца. Спросите у учащихся, что произойдет, если они отпустят кольца (резиновые кольца могут пролететь большое расстояние и, возможно, навредить кому-либо). Попросите учащихся объяснить, почему растянутое резиновое кольцо может представлять потенциальную опасность (потенциальная энергия, накопленная в растянутом резиновом кольце, высвобождается в форме кинетической энергии, когда кольцо отпускают). Объясните учащимся, что земная кора может вести себя, как эластический материал, и способна поглощать энергию точно так же, как и резиновое кольцо. Эта накопленная энергия может позже (быстро или медленно) высвободиться в виде землетрясения.

13. В конце занятия постарайтесь воодушевить учащихся узнать еще больше о причинах деформации и их связи с землетрясениями в уроке № 4.



Фотография № 1а – Северный Таджикистан



Фотография № 1 б – Северный Пакистан