

Эхо подземелий

Ф. Ф. Менде

1. Введение

Землетрясения сопровождаются возникновением электрических явлений которые до настоящего времени не нашли своего объяснения. В 1847 г. перед землетрясением в Синсю (Япония) на фоне тёмного неба возникло вращающееся огненное облако. Оно двигалось в сторону горы Идуна и, достигнув её, исчезло. В 1911 г. Накануне землетрясения в Германии в безоблачном небе появился огненный шар, а 26 ноября 1930 г. перед землетрясением на полуострове Идзу (Япония) в небе появились полосы северного сияния. Пережившие ашхабадскую трагедию 1948 г. рассказывают, что накануне землетрясения они увидели летящую по небу дугу из электрических разрядов, затем, сразу же после порыва ветра, раздался первый подземный толчок. Во время ташкентского землетрясения 1966 г. из под земли вырвался гигантский светящийся факел, он стремительно поднялся вверх и растворился в воздухе. В 1976 г произошло сверхмощное Тянь-Шанское землетрясение , во время которого световые вспышки наблюдались за сотни километров от эпицентра землетрясения.

Землетрясение начинается с разрыва и перемещения горных пород в глубине Земли [1-4]. Это место называется очагом землетрясения или гипоцентром. Глубина его обычно бывает не больше 100 км, но иногда доходит и до 700 км. В одних случаях пласты земли, расположенные по сторонам разлома, надвигаются друг на друга. В других - земля по одну сторону разлома опускается, образуя сбросы. Подводные землетрясения являются причиной цунами, длинных волн, порождаемых мощным воздействием на всю толщу воды в океане, во время которых происходит

резкое смещение (поднятие или опускание) участка морского дна. Цунами образуются при землетрясении любой силы, но большой силы достигают те, которые возникают из-за сильных землетрясений. Резкое перемещение больших масс земли в очаге землетрясения сопровождается механическим ударом колоссальной силы. Энергия, выделяемая при таких ударах, может многократно превосходить энергию атомных взрывов [5]. Естественно, что такие процессы сопровождаются колоссальными механическими напряжениями и мощными разрывами пластов породы. От очага землетрясения распространяются сейсмические волны, которые также характеризуются периодическим механическим сжатием и растяжением пластов и горных пород. В отдельных случаях землетрясения сопровождаются возникновением молний.

Из сказанного вытекает следствие о том, что электрические явления, сопровождающие землетрясения, могут быть связаны с механическими процессами в пластах породы.

2. Экспериментальное исследование возникновения электрического потенциала на металлических образцах и диэлектриках при их деформации и разрушении

Исследование влияния механических напряжений и кинетики дислокаций на электростатический потенциал образцов проводилось по следующей методике [6-8]. Медная колба с толщиной стенок ~ 2 мм и объемом ~ 5 литров помещалась в вакуумную камеру, из которой мог откачиваться воздух. Торцевые стенки колбы были выполнены в виде полусфер. Внутренняя полость колбы при проведении экспериментов находилась под

атмосферным давлением. Откачивая или напуская в вакуумную камеру воздух, можно было механически нагружать стенки колбы. Сама колба была отделена от вакуумной камеры втулкой из фторопласта и таким образом имела высокое сопротивление относительно корпуса установки. Одна из типичных зависимостей, полученная при таких экспериментах, представлена на рис. 1. Видно, что амплитуда эффекта достигает 100 мВ, зависимость имеет сильный гистерезис, причем растяжению стенок колбы соответствует увеличение отрицательного потенциала. На рисунке обход по петле гистерезиса осуществлялся по часовой стрелке. Из полученных результатов следует, что механические напряжения образца приводят к возникновению на нём электростатического потенциала. Наличие гистерезиса указывает на то, что образование дислокаций тоже влияет на электризацию образца и носит необратимый характер. В данном случае необратимость влияния дислокаций на электризацию связана с тем, что дислокации могут, попадая в потенциальные ямы, закрепляться на неоднородностях кристаллической структуры.

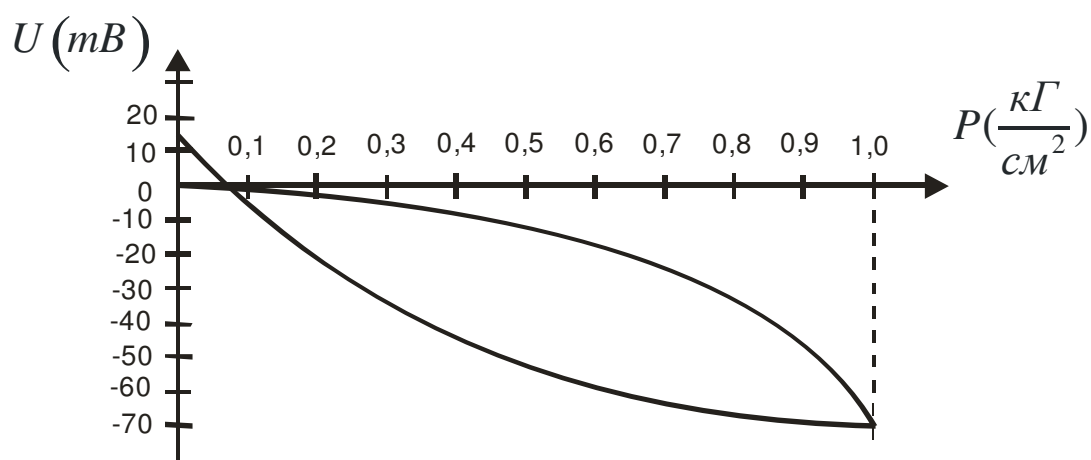


Рис. 1. Зависимость потенциала медной колбы от наружного давления.

Из проведенного рассмотрения следует, что и возникновение ударных механических нагрузок также должно приводить к возникновению на изолированном металлическом образце импульсного потенциала. Этот вопрос исследовался на установке, схема которой приведена на Рис. 2 [9].

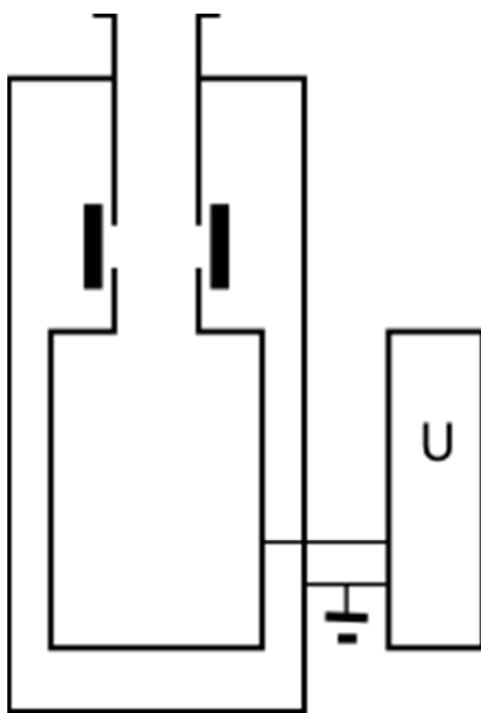


Рис.2. Схема установки для исследования возникновения импульсов электрического поля при ударных нагрузках.

К внешнему экрану при помощи широкой горловины подвешена внутренняя ёмкость. Для устранения гальванического контакта между внешним экраном и внутренней ёмкостью горловина имеет разрез. Разрозненные части горловины соединены изолирующими прокладками, которые на рисунке обозначены короткими чёрными отрезками линий. Внутренняя ёмкость изготовлена из алюминия в виде цилиндра, торцевые стенки которого выполнены в виде полусфер. Такая конструкция торцевых стенок необходима для того, чтобы предотвратить их сильную деформацию при осуществлении взрывов взрывчатки во внутренней ёмкости. Общий вид установки для исследования динамических нагрузок на алюминиевую колбу и составные части установки показаны на Рис. 3 и Рис. 4.



Рис. 3. Общий вид установки для исследования динамических нагрузок.



Рис. 4. Вид установки в разобранном виде.

При вбрасывании в горловину установки стержня весом 200 г с высоты 1 м от дна колбы между внешним экраном и колбой наблюдается импульс напряжения, показанный на Рис. 5. Чтобы избежать появлению дополнительных импульсов при боковом падении стержня после удара его конца о дно колбы, боковая поверхность стержня была обмотана мягкой тканью. Данные этого эксперимента соответствуют экспериментальным данным, полученным с медной колбой, когда её растяжение приводило к возникновению на колбе отрицательного потенциала. При ударе

конца стержня о дно колбы также происходит локальная деформация её дна, при которой в месте удара происходит растяжение.

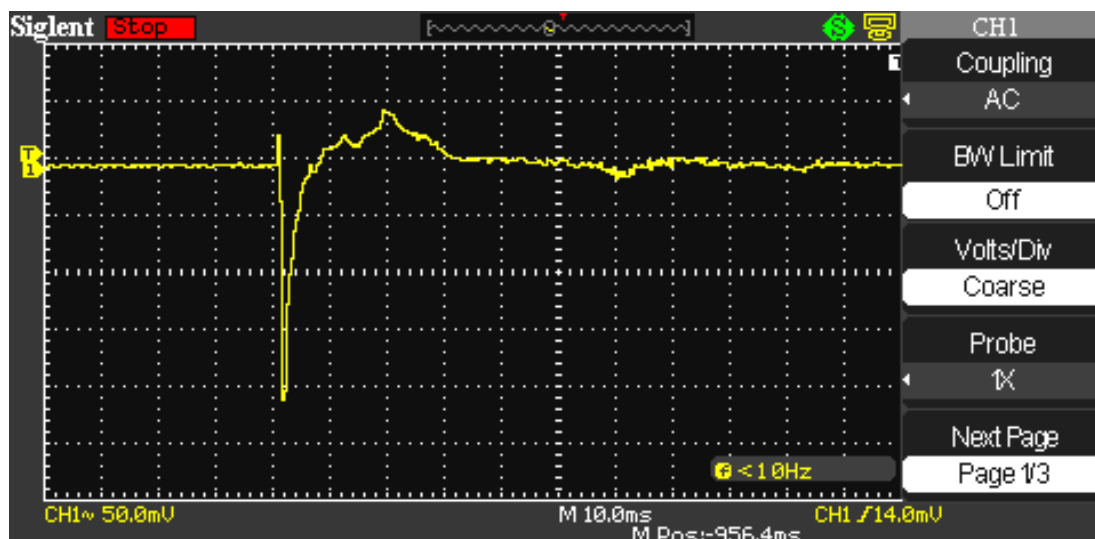


Рис. 5. Форма импульса после падения стержня на дно внутренней емкости.

Если внутри алюминиевой колбы взорвать заряд небольшой величины, то наблюдается импульс напряжения, показанный на Рис. 6.

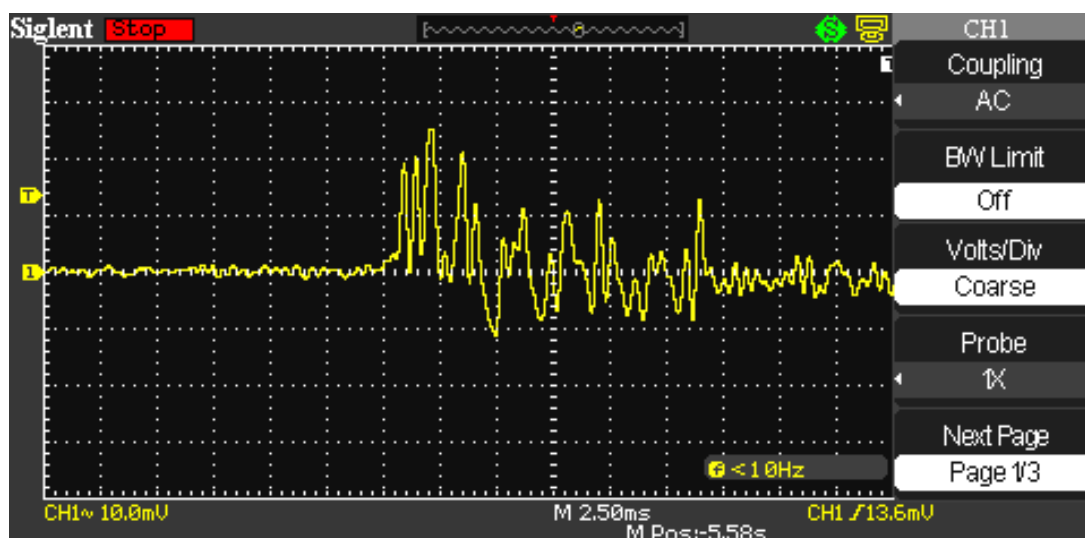


Рис. 6. Форма импульсов напряжения, полученная при взрыве взрывчатки в алюминиевой колбе.

На осциллограмме наблюдаются разнополярные повторяющиеся импульсы, являющиеся следствием многократного отражения ударной волны от стенок колбы, приводящие к её деформации, при этом имеются импульсы соответствующие как растяжению стенок колбы, так и их сжатию.

Если в алюминиевую колбу поместить пружину, механически и электрически изолированную от колбы, и заставить её периодически сжиматься и растягиваться, то изменение потенциала на колбе также носит периодический характер. Указанный эксперимент проводился по схеме, изображенной на Рис. 7.

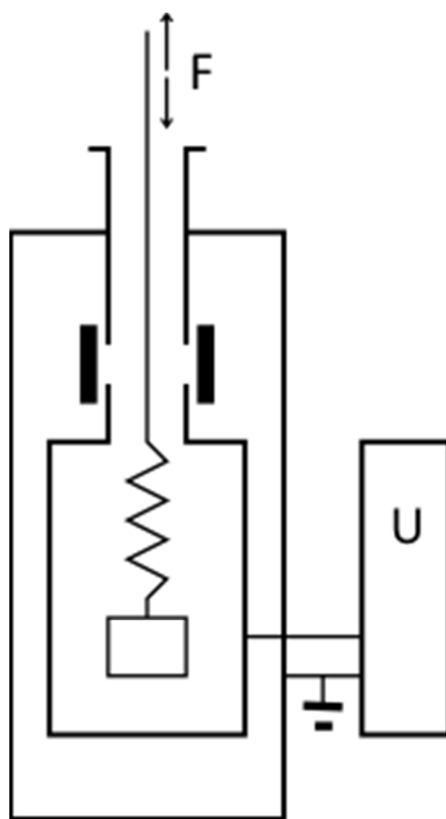


Рис. 7. Схема эксперимента с пружиной.

К хлопчатобумажному шнуру, выходящему наружу колбы, прикреплена пружина, на которой подвешен груз. У такой системы имеется механический резонанс, резонансная частота которого, определяемая жесткостью пружины и весом груза. Если к концу шнура приложить периодическую силу на частоте резонанса, то можно добиться периодической деформации пружины на этой частоте при практически неизменном положении груза.

Зависимость электрического потенциала на колбе, полученная в этом эксперименте, показана на Рис. 8.

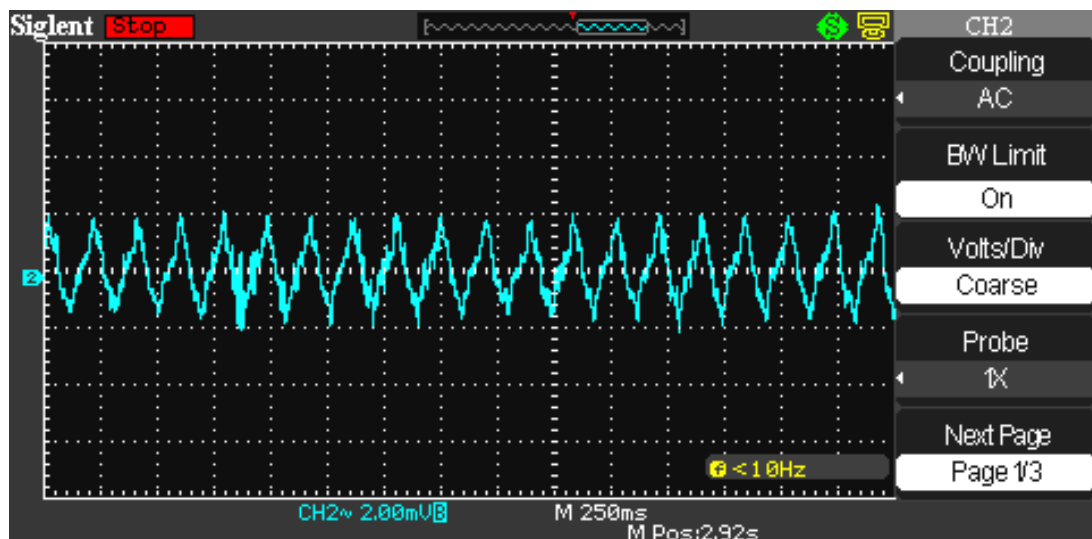


Рис. 8. Периодическое изменение потенциала на колбе при периодическом сжатии и растяжении пружины.

Полученные данные свидетельствуют о том, что в процессе деформации пружины, в колбе образуется знакопеременный унитарный заряд.

Если внутри колбы разорвать тонкую медную проволоку, то между колбой и наружным экраном также наблюдается импульс напряжения. Такой эксперимент проводился по схеме, показанной на Рис. 9.

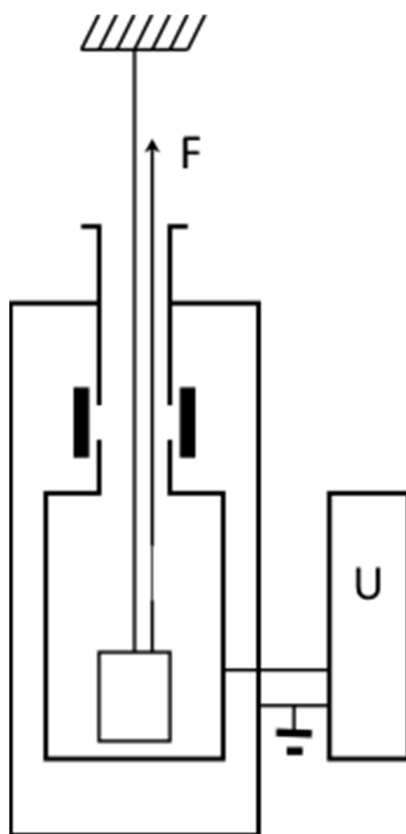


Рис. 9. Эксперимент по разрыву внутри колбы медной проволоки.

Внутри колбы на хлопчатобумажном шнуре подвешен груз. Параллельно с шнуром, на которой подвешен груз, расположен другой шнур, в разрыве которого закреплён отрезок медной проволоки диаметром 0.3 мм. В момент разрыва проволоки между колбой и внешним экраном наблюдается импульс, показанный на Рис. 10.

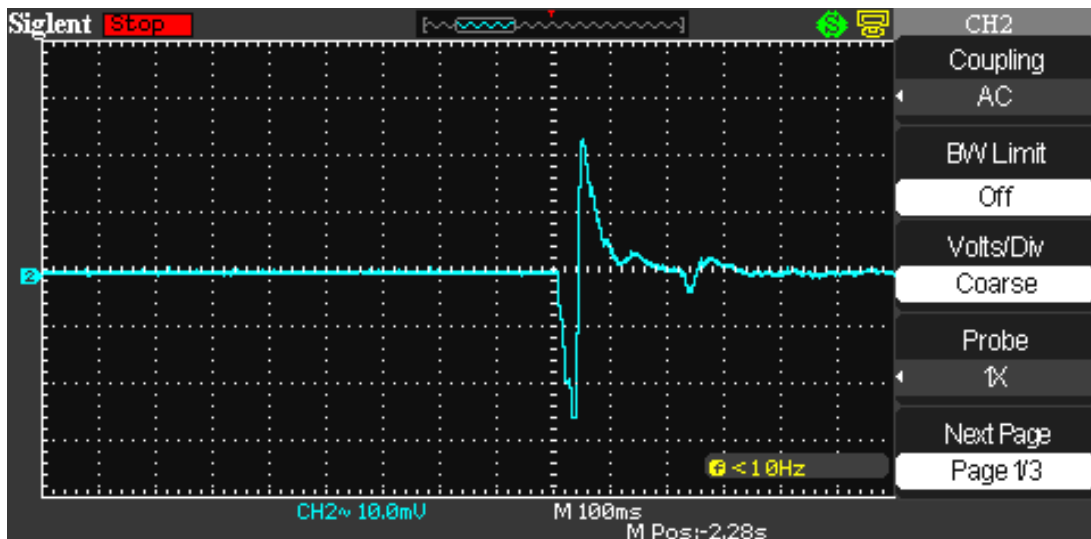


Рис. 10. Импульс, полученный при разрыве проволоки.

Отрицательная часть импульса соответствует растяжению проволоки, предшествующему её разрыву. Положительная часть импульса соответствует релаксации деформационного напряжения в двух частях разорванной проволоки.

Таким образом, как механическая деформация проволоки, так и её разрыв сопровождается возникновением унитарного заряда внутри колбы.

Электризация возникает и при механических деформациях диэлектриков. Если провести эксперимент с диэлектриками по методике, изображенной на Рис. 9, то можно получить следующие результаты. При разрыве шелковой нити наблюдается осциллограмма, приведенная на Рис. 11.

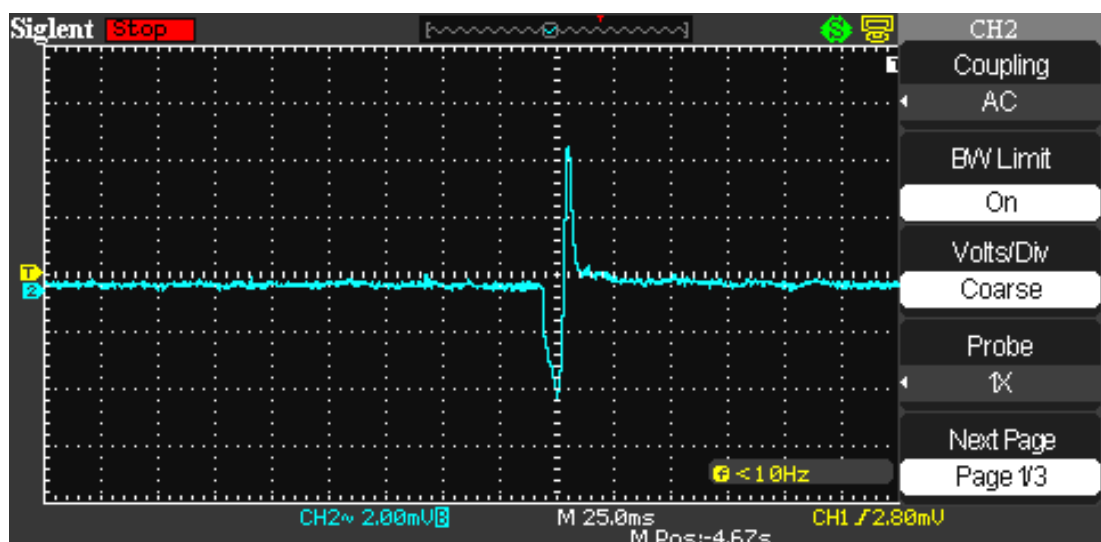


Рис. 11. Осциллограмма, наблюдаемая при разрыве шелковой нити.

На Рис. 12. изображена осциллограмма, наблюдаемая при разрыве нити из хлорвинила.

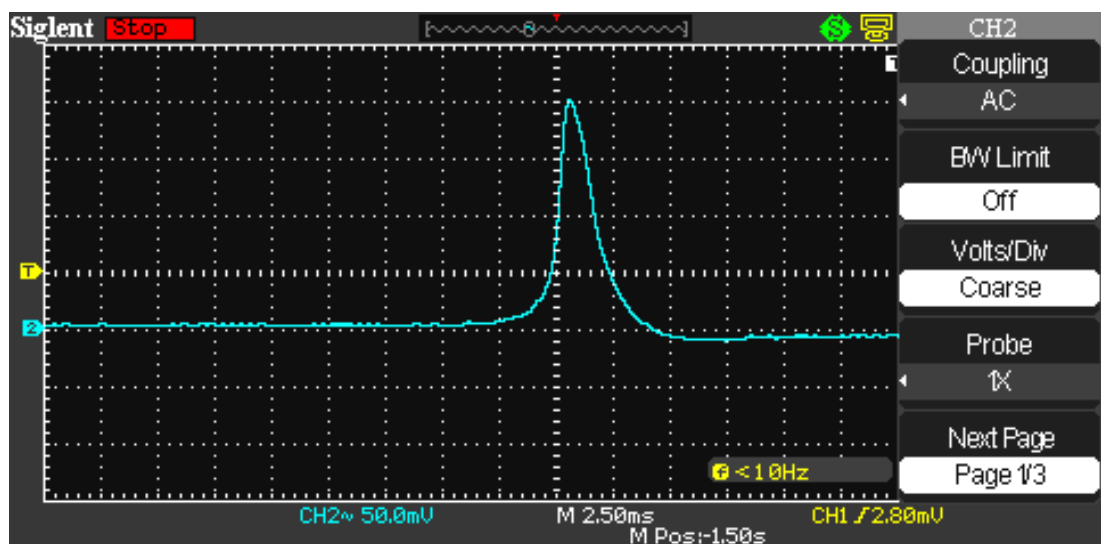


Рис. 12. Осциллограмма, наблюдаемая при разрыве нити из хлорвинила.

Если в качестве нити использовать шнурок, сплетённый из синтетических волокон, и подвергать его периодическим механическим нагрузкам, то будет получена осциллограмма, приведенная на Рис. 13.

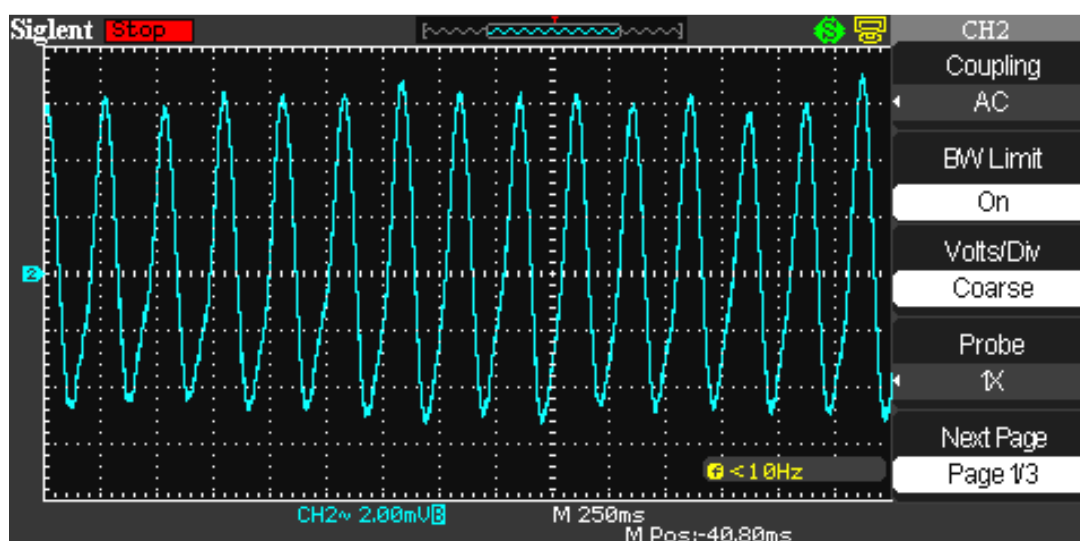


Рис. 13. Осциллограмма, наблюдаемая при приложении к шнурку периодических механических нагрузок.

Такие свойства диэлектриков ранее в научных публикациях не описаны. Полученные экспериментальные данные говорят о том, что путём сжатия, растяжения или разрушения проводников и диэлектриков, размещённых в клетке Фарадея, можно получить в ней унитарный заряд разных знаков, поля которого беспрепятственно проникают через металлический экран клетки Фарадея. Трение между отдельными нитями диэлектрика порождает такой же эффект, о чём свидетельствуют эксперименты со шнурком, выполненном из таких нитей.

3. Физическая интерпретация экспериментальных результатов

Если в какой-либо структуре сосуществует несколько термодинамических подсистем, то их химические потенциалы должны быть равны. В общем виде химический потенциал для какой-либо подсистемы может быть найден из следующих выражений [10]:

$$\mu = \left(\frac{\partial U}{\partial N} \right)_{S,V} = \left(\frac{\partial F}{\partial N} \right)_{T,V} = \left(\frac{\partial W}{\partial N} \right)_{S,P} = \left(\frac{\partial \Phi}{\partial N} \right)_{T,P}$$

где N - число частиц, а термодинамические потенциалы U, F, W, Φ представляют внутреннюю энергию, свободную энергию, энтальпию и потенциал Гиббса соответственно.

Электронный газ в проводниках при обычных температурах является вырожденным и подчиняется статистике Ферми-Дирака, его химический потенциал определяется из соотношения

$$\mu = W_F \left(1 - \frac{\pi^2 (kT)^2}{12 W_F^2} \right),$$

где

$$W_F = \frac{h^2}{2m} \left(\frac{3n}{8\pi} \right)^{\frac{2}{3}}$$

есть энергия Ферми, h - постоянная Планка, а n и m - плотность электронов и их масса.

Следовательно, при заданной температуре химический потенциал электронного газа зависит от его плотности.

Химический потенциал решетки зависит от механических напряжений и количества дислокаций. И если решетку подвергать механическим напряжениям, то для сохранения электронейтральности образцов следует изменять плотность электронного газа, что может быть достигнуто путём добавления или изъятия электронов из образца. Если этого не делать, то образец будет приобретать дополнительный потенциал, что и наблюдается в эксперименте.

4. Заключение

Проведенные экспериментальные исследования показали, что механические напряжения или разрушение проводников и диэлектриков приводят к возникновению унитарного заряда на таких образцах. Трение между отдельными нитями или слоями диэлектриков приводят к такому же эффекту. При землетрясениях, которые являются следствием накопления напряжений в пластах породы и последующего их разрыва или относительного сдвига, также должны возникать электрические потенциалы, представляющие унитарные заряда, поля которых могут беспрепятственно проникать через горные породы, попадая в атмосферу и в ионосферу. Сдвиговые процессы, сопутствующие землетрясениям, приводящие к трению между сдвигающимися пластами, также могут приводить к возникновению электрических полей. Эти поля могут ионизировать атмосферу и ионосферу, вызывая её свечение. Если напряженность полей, возникающих при

таких процессах, превышает пробойное напряжение для атмосферы, то могут возникать молнии. Сейсмические волны, распространяющиеся во время землетрясений, также приводят к периодическим механическим деформациям пластов породы. Эти деформации также могут вызывать появление электрических полей вне зоны распространения таких волн.

В статье дано физическое обоснование полученных экспериментальных результатов. Проведенные исследования дают физическое и теоретическое обоснование электрических явлений, сопутствующих землетрясениям.

Литература

1. Б. В. Болт. В глубинах Земли: о чем рассказывают землетрясения. М., 1984.
2. Дж. Гир, Х. Шах. Зыбкая твердь. М., Мир, 1988.
3. Х. Гупта, Б. Растоги. Плотины и землетрясения. М., Мир, 1979.
4. Н. В. Короновский. Общая геология. Издательство Московского университета, 2002.
5. F. F. Mende, Electrodynamics and thermodynamics of nuclear explosions and TNT, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014.
6. Ф. Ф. Менде. Электрополевая спектроскопия. Инженерная физика, №9, 2012, с. 16-18.
7. F. F. Mende. Electro Spectroscopy of Materials and Samples, *Journal of Materials Sciences and Applications Vol.1 , No. 2, 2015, pp. 70-77.*
8. Ф. Ф. Менде, Проблемы современной физики и пути их решения, PALMARIUM Academic Publishing, 2010.

9. F. F. Mende. Is Charge the Invariant of Speed, International Journal of Electrical and Electronic Science Vol.2 , No. 3, Publication Date: October 8, 2015, Page: 81-94.

10. В. Г. Левич. Курс теоретической физики. М: Физматгиз, 1962.