

Литература

1. Шаповалов, А. В. Реконструкция топливного хозяйства Гомельского теплофикационного комплекса / А. В. Шаповалов, Н. З. Заглубоцкий, О. Ю. Морозова // Современные проблемы машиноведения : материалы XIII Междунар. науч.-техн. конф. (науч. чтения, посвящ. 125-летию со дня рождения П. О. Сухого), Гомель, 22 окт. 2020 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого, Филиал ПАО «Компания «Сухой» ОКБ «Сухого» ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель, 2020. – С. 210–212.

КАПЕЛЬНИЦА КЕЛЬВИНА**А. Ю. Рабков***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель М. А. Ревенок

Капельница Кельвина, изобретенная шотландским ученым Уильямом Томсоном (лордом Кельвином) в 1867 г., представляет собой разновидность электростатического генератора. Кельвин назвал это устройство своим капельным конденсатором. Аппарат по-разному называют: гидроэлектрическим генератором Кельвина, электростатическим генератором Кельвина или грозой лорда Кельвина. Устройство использует падающую воду для создания разницы напряжений за счет электростатической индукции, возникающей между соединенными противоположно заряженными системами. В конечном итоге это приводит к разряду электрической дуги в виде искры.

Цель исследования – выбор наиболее оптимальной установки капельницы Кельвина, ее изготовление и использование для демонстрации принципов электростатики.

В обычных условиях тела содержат одинаковое количество положительных и отрицательных зарядов, т. е. они не заряжены, или электрически нейтральны.

Согласно электронной теории, различные электрические свойства тел объясняются присутствием в них электронов и их движением, а явления заряжения и разряжения тел сводятся к перераспределению в них электронов без изменения их общего числа. А это значит, что в любой замкнутой (электрически изолированной) системе алгебраическая сумма электрических зарядов остается постоянной при любых взаимодействиях внутри нее.

Явление электризации через влияние в проводниках с точки зрения электронной теории легко объясняется существованием в них свободных электронов. При поднесении к проводнику положительного заряда электроны к нему притягиваются и накапливаются на ближайшем конце проводника. На нем оказывается некоторое число «избыточных» электронов, и эта часть проводника заряжается отрицательно. На удаленном конце образуется недостаток электронов и, следовательно, избыток положительных ионов: здесь появляется положительный заряд. Накопленные таким образом заряды называются индуцированными.

Проводники могут заряжаться также под действием света. Явление заключается в том, что под действием света электроны могут вылететь из проводника в окружающее пространство, благодаря чему проводник заряжается положительно. Это явление получило название фотоэлектрического эффекта, или фотоэффекта.

Во всех случаях мы фактически имеем дело со статическим электричеством.

Статическое электричество – совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности или в объеме диэлектриков или на изолированных проводниках.

Обычно носители зарядов обеих полярностей распределены в материале равномерно, поэтому он электрически нейтрален. Разрушение этого нейтрального состояния и локальное накопление частиц одной полярности приведет к тому, что тело станет заряженным. Статическое электричество определяется как явление, вызываемое электрическим зарядом в состоянии покоя. Такие заряды возникают при переносе электронов (или других видов носителей заряда) с одной части тела в другую (поляризация) или же при переходе заряда от одного тела к другому (переносимый заряд) [1].

При статической электризации во время технологических процессов, сопровождающихся трением, размельчением твердых частиц, пересыпанием сыпучих материалов, переливанием диэлектрических жидкостей (нефтепродуктов и т. п.) на изолированных от земли металлических частях оборудования, возникает относительно земли разность потенциалов (напряжение) порядка десятков киловольт.

Под разностью потенциалов между двумя точками поля понимают отношение работы, которую совершают электрические силы при перемещении электрического заряда из одной точки поля в другую, к величине этого заряда.

Капельница Кельвина представляет собой электростатический генератор, который может генерировать электричество высокого напряжения за счет капель воды.

Первоначально между двумя емкостями существует небольшая разность потенциалов, так как эти емкости изолированы друг от друга. Вытекая из верхней емкости, капля имеет электрический заряд, полярность которого определяется электростатическим полем нижнего кольца. Предположим, что правая емкость имеет небольшой отрицательный заряд (рис. 1). Тогда левое кольцо также имеет положительный заряд, потому что оно соединено с этой емкостью. Заряд на левом кольце будет притягивать положительные заряды в воде в левый поток за счет кулоновского электростатического притяжения. Когда капля отрывается от конца левого потока, она несет с собой положительный заряд. Когда положительно заряженная капля воды падает в свою емкость (левую), она придает этой емкости и прикрепленному к ней кольцу (правому) положительный заряд.

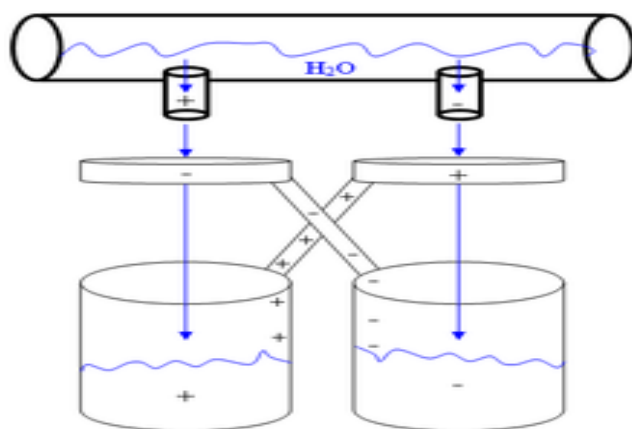


Рис. 1. Схема установки капельницы Кельвина

Тогда, если правое кольцо имеет положительный заряд, оно аналогичным образом притягивает отрицательный заряд в правый поток. Когда капли отрываются от конца этого потока, они переносят отрицательный заряд в отрицательно заряженную емкость, делая эту емкость еще более отрицательно заряженной [2].

Таким образом, отрицательные заряды притягиваются кольцом к правому потоку и стекают в отрицательно заряженную правую емкость. Положительные заряды притягиваются к левому потоку и каплют в положительно заряженную левую емкость. Этот процесс разделения зарядов, происходящий в воде, называется электростатической индукцией. Чем выше заряд, который накапливается в каждой емкости, тем выше электрический потенциал на кольцах и тем эффективнее процесс электростатической индукции. Во время индукционного процесса возникает электрический ток, который течет в виде положительных или отрицательных ионов в воде линий подачи. Как только начинается процесс разделения зарядов, положительная обратная связь относительно быстро создает большую разность потенциалов. Напряжение вскоре достигает такой степени, что капельница разряжается, создавая искру между проводящими стержнями. Затем заново начинается процесс разделения зарядов и продолжается цикл электростатической генерации.

В усовершенствованной установке возможно преобразование статического заряда, накапливаемого капельницей в переменный электрический ток, что, в свою очередь, позволяет использовать капельницу Кельвина для практических нужд.

Экспериментальная установка состоит из резервуара в виде бутылки с водой. Вода из этого резервуара течет по резиновым трубкам, скорость потока которой может контролироваться роликовым зажимом. Каждый поток воды проходит через медные кольца перед падением в жестяные банки, в которых собирается заряд. Банки и кольца соединены проводами.

Общий вид собранной капельницы Кельвина показан на рис. 2.



а)



б)

Рис. 2. Вид и работа капельницы Кельвина

В результате исследования была собрана действующая модель Капельницы Кельвина и установлено, что на вырабатываемую ею разность потенциалов влияют: место разрыва струи на капли, качество обработки поверхностей, диаметр верхних банок, расстояние между нижними и верхними банками, время работы установки.

Таким образом, капельницу Кельвина можно изготовить из доступных материалов. Накопление заряда происходит не очень быстро, после разряда через 1–2 мин заряд восстанавливается.

Литература

1. Жилко, В. В. Физика : учеб. пособие для 11-го кл. учреждений, обеспечивающих получение общ. среднего образования, с русским яз. обучения / В. В. Жилко, А. В. Лавриненко, Л. Г. Маркович. – 2-е изд. – Минск : Народная асвета, 2004. – 382 с.
2. Капельница Кельвина. – Режим доступа: <https://nationalmaglab.org/education/magnet-academy/watch-play/interactive/kelvin-water-dropper>.

ИЗУЧЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СВЕТОПОГЛОЩАЮЩИХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

А. Г. Речиц

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научный руководитель И. И. Злотников

В настоящее время вопросам использования возобновляемых источников энергии уделяется все больше внимания. Среди таких источников солнечная энергия по своим масштабам, экологической чистоте и повсеместной распространенности является наиболее перспективной. С экономической точки зрения именно солнечная энергетика выглядит привлекательнее всех остальных альтернативных источников энергии (энергия рек, ветра, морских приливов и другое). Несмотря на многочисленность способов преобразования солнечной энергии, на данный момент наиболее широко используется ее тепловое действие в солнечных установках различной конструкции.

Главным компонентом любой солнечной установки является солнечный коллектор, а самый распространенный вид солнечного коллектора – плоский коллектор, который представляет собой теплоизолированный контейнер, в котором находится металлическая теплопринимающая пластина (абсорбер), в которой циркулирует теплоноситель (обычно вода). Открытая сторона контейнера, которая обращена к солнцу, закрыта прозрачной пластиной (стекло, пластик и другое) и образует так называемое тепловое зеркало, пропуская солнечные лучи внутрь коллектора, но отражая обратно инфракрасное излучение с поверхности абсорбера. Поверхность абсорбера должна иметь черный цвет для максимального снижения отражения солнечных лучей. Согласно источнику [1], наиболее часто поверхность абсорбера окрашивают черными красками различных марок с добавлением сажи. Черное покрытие, кроме высокой поглощающей способности к солнечному излучению, должно обладать высокой адгезией, стойкостью к воздействию солнечного света, повышенной влажности, переменных температур, должно обеспечивать защиту металлической поверхности абсорбера от коррозии и атмосферного воздействия. Применяемые покрытия абсорбера должны обладать выраженной селективностью: иметь высокий коэффициент поглощения в коротковолновом диапазоне (длина волн менее 2 мкм) и низкую излучательную способность в инфракрасной области (длина волн более 2 мкм) [1], [2].

Целью исследования является изучение свойств некоторых перспективных светопоглощающих покрытий для солнечных коллекторов.

Для изготовления экспериментальных образцов брали алюминиевую фольгу марки АД1 толщиной 0,1 мм на которую наносили следующие черные покрытия: