

Нанотрубка (рис. 1) – представляет собой молекулу из более миллиона атомов углерода, представляющая собой трубку с диаметром около нанометра и длиной несколько десятков микрон. В стенках трубки атомы углерода расположены в вершинах правильных шестиугольников. Нанотрубки в 100 тыс. раз тоньше человеческого волоса, в 50-100 раз прочнее стали и имеют в шесть раз меньшую плотность. Модуль Юнга – уровень сопротивления материала деформации – у нанотрубок вдвое выше, чем у обычных углеродных волокон. То есть трубки не только прочные, но и гибкие, и напоминают по своему поведению не ломкие соломинки, а жесткие резиновые трубки. [4]

В 1889 году двум англичанам был выдан патент США на способ получения нанотрубок из болотного газа – метана. Он предполагал производство «угольных волосков», предназначенных для электрического освещения. В 1991 году японский ученый (специалист в области электронной микроскопии) УНТ были обнаружены в так называемом катодном депозите – осадке цилиндрической формы, который формировался на графитовом катоде в процессе дугового испарения.

Дальнейшие исследования и усовершенствования этого способа показали, что наибольший выход нанотрубок в электродуговом способе получается в атмосфере гелия при давлении около 500 Торр (оптимальным давлением для формирования фуллеренов является $P \sim 100$ Торр). Метод получения УНТ, основан на сублимации графита при воздействии на него электронного пучка. Процесс сублимации осуществляется в высоком вакууме (10 – 6 Торр).

Американскими учеными разработан метод гибкого управления электронным характером углеродных нанотрубок с помощью внедрения примеси азота в процессе роста УНТ. Исследования показывают, что углеродные нанотрубки с примесью атомов азота лучше проводят электрический ток, чем чистые углеродные нанотрубки. Это связано с тем, что атомы примеси сдвигают уровень Ферми в полупроводнике в направлении зоны проводимости. Таким образом, азотная смесь открывает широчайшие возможности для управления проводимостью нанотрубок.

Еще одним из известных свойств материалов, полученных с использованием нанотрубок, являются свойства «паучьего шелка», которые в несколько раз прочнее кевлара, не рвутся при сильном растягивании, и при этом он в пять раз легче железа [2].

Однако у таких волокон все же есть «слабости» – к примеру, их структура быстро распадается при попадании воды на поверхность. Иден Стивен из университета штата Флорида в Таллахасси (США) и его коллеги смогли ликвидировать этот недостаток и улучшить другие свойства нитей паутины, научившись покрывать их углеродными нанотрубками. [3]

Для этого Стивен и его коллеги создали особый вид нанотрубок, в структуру которых входили аминокислоты – атом азота и два атома водорода, позволявшие трубкам «цепляться» за углеводородные выступы на поверхности паутины. Сами по себе эти трубки не способны соединиться с белковыми нитями, и им необходима помощь третьего реагента, в роли которого выступает, как это ни странно, обычная вода. Как объясняют ученые, при смешивании паутины, пары капель воды и нанотрубок, последние успевают присоединиться к нитям быстрее, чем они распадаются. Это одновременно усиливает их структуру, защищает нити от разрушительного действия воды и превращает паутину в электропроводный материал.

Использование углеродных нанотрубок в качестве проводников – самое логичное их применение, ведь эти сверхпрочные структуры с уникальными

электронными свойствами вроде бы идеально подходят для создания кабелей различных классов напряжения. Но на самом деле с 80-х годов ученым никак не удавалось соединить отдельные нанотрубки таким образом, чтобы получился кабель с электропроводностью хотя бы как у меди.

Кабели из углеродных нанотрубок могут найти применение в электрических конструкциях, чувствительных к весу, например, в автомобильной и авиационной электронике. По мере удешевления производства их сфера применения может быть расширена. Ученые утверждают, что их детище способно проводить ток не хуже, чем золотые, медные или алюминиевые провода, углеродные нити при этом куда более гибкие, нежели металлические проводники. Помимо этого, новые нити могут похвастать повышенной теплопроводностью.

Список литературы

1. <http://www.neotechproduct.ru/nanotube>
2. <http://sci-lib.com/article1250.html>
3. <http://ria.ru/science/20130910/962279662.htm>
4. <http://labs.vt.tpu.ru/nano/nanotubes.htm>

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЛЕДООБРАЗОВАНИЯ НА ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ И ДЛЯ БОРЬБЫ С НИМ

Шундеев Н. Н., Соловьев В. А.

ФГБОУ ВПО «Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет», Комсомольск-на-Амуре, Россия

Одной из проблем при эксплуатации воздушных линий электропередач является проблема обледенения проводов в зимний период. Высокая влажность, ветры, резкие перепады температуры воздуха способствуют образованию наледи на проводах воздушных линий. И при значительных гололедных отложениях возможны их обрывы.

В результате энергокомпаний и потребители несут крупные убытки, а восстановление оборванных проводов – дорогостоящий и трудоемкий процесс. Поэтому во всем мире активно ведутся исследования и разработки способов для борьбы со льдом на линиях электропередач.

Результатом исследования нами данной проблемы стало создание комплексной системы, прогнозирующей климатическую ситуацию в окрестностях линии электропередачи и осуществляющей очистку проводов от намерзшего льда.

Различия в интенсивности обледенения проводов зависят не только от их диаметра, но и от условий процесса обледенения, т.е. от метеорологических параметров, определяющих вес, размеры, структуру и плотность образовавшегося отложения. Такими параметрами являются скорость ветра, температура воздуха, а также влажность и микроструктура облака или тумана, в которой происходит гололедообразование.

Первая задача сводится к тому, чтобы, анализируя данные параметры, производить их сравнение с некоторой базой знаний с усредненными значениями этих параметров, при которых происходит появление инея, льда.

И в зависимости от результата сравнения будут формироваться определенные сигналы на устройство очистки.

В качестве данных для базы знаний можно принять температуру и влажность воздуха, скорость ветра и толщину провода. Зная данные параметры, можно рассчитать нагрузку на провода и вес отложений по формуле: эмпирическая

$$P_d = E_d \cdot \beta_d \cdot d \cdot W \cdot u \cdot \tau \cdot 10^{-3};$$

Где
 E_d – полный интегральный коэффициент захвата для с провода радиусом d
 β_d – коэффициент намерзания
 d – диаметр провода
 W – водность облака
 u – скорость ветра
 τ – время намерзания

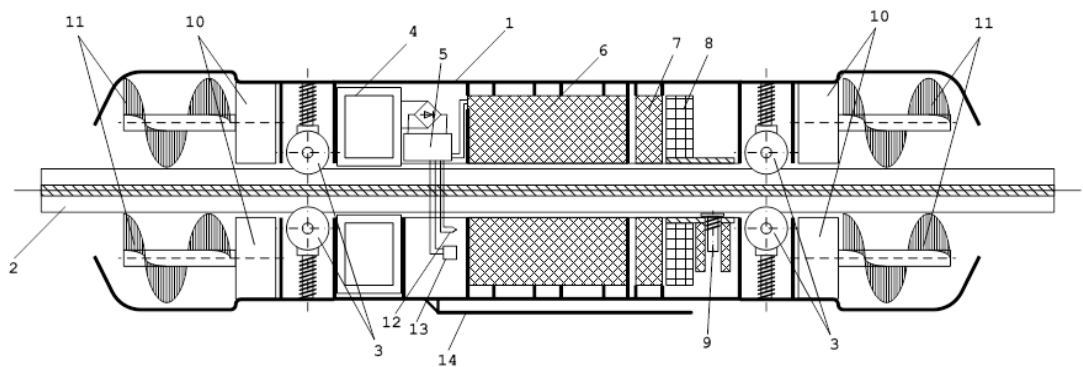
И тогда коэффициент для пересчета нагрузки, равный отношению нагрузки отложений на проводе произвольного диаметра к нагрузке на гололедном станке будет зависеть от параметров E_d и β_d .

Обычно для практических целей сначала используют данные, полученные для гололедного станка с диаметром проводов 5 мм. Эти данные фиксируются в таблицы, и затем с помощью коэффициента пересчета находят соответствующие параметры для проводов других диаметров.

Данные расчеты могут производиться на этапе, следующим после этапа сбора информации о состоянии окружающей среды. И может производиться

как оценка состояния проводов, так и потенциальной нагрузки на них. Неопределенности при выявлении данных факторов вынуждают прибегать при разработке системы прогнозирования отложения гололеда к использованию аппарата нечетких множеств. Данная концепция ляжет в основу создания нечеткого устройства, которое сможет достоверно отслеживать величины ледовой нагрузки на проводах линии электропередач.

Вторая задача в нашем исследовании сводится к разработке электромеханического устройства, способного перемещаться по проводу линии электропередач и очищать провод ото льда с помощью специальных шнеков. Для перемещения устройства вдоль провода предлагается использовать цилиндрический линейный асинхронный двигатель, в качестве вторичного элемента которого используется сам провод. Питание устройства осуществляется от самой линии за счет тороидального трансформатора тока, поэтому отключение линии во время очистки не требуется. Функциональная схема устройства представлена на рисунке 2.



1 – корпус; 2 – провод; 3 – подпружиненные ролики;
 4 – источник питания; 5 – система управления; 6 – линейный двигатель;
 7 – неподвижная часть поворотного механизма; 8 – подвижная часть поворотного механизма; 9 – средство фиксации; 10 – приводные двигатели шнеков; 11 – шнеки; 12 – датчик температуры; 13 – датчик влажности; 14 – антенна
 Рисунок 2 - Схема устройства для удаления льда с линии электропередачи.

На данном этапе нами были произведены оценочные расчеты параметров двигателя и теоретические усилия, необходимые для среза льда с заданной поверхности, в данном случае, с провода. Результаты показали, что развиваемое усилие более чем в два раза больше требуемого.

В рамках данного исследования предстоит более детальный анализ процессов гололедообразования, разработки нечеткого подхода при обработке информации о внешней среде и потенциальной угрозе, потому что задача очистки будет носить скорее упреждающий характер. Дальнейшие работы будут посвящены созданию математической модели двигателя, процессов появления льда.

Список литературы

1. Мазин И. П. Расчет отложения капель на круглых цилиндрических поверхностях. – Труды ЦАО, 1952, вып. 7.
2. Мазин И. П. – Физические основы обледенения самолетов. М., Гидрометеиздат, 1957.
3. Бургсдорф В. В., Муретов Н. С. Расчетные климатические условия для линий электропередачи и связи. – Труды ВНИИЭ, 1960, вып. 10.
4. Хргиан А. Х. Физика атмосферы. Л., Гидрометеиздат, 1969.