

К тому же в этой же программе будет произведен расчет технологического процесса производства модернизированного автоматического выключателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сахаров П. В. Проектирование электрических аппаратов (Общие вопросы проектирования). Учебное пособие для студентов электрических вузов. - М.: Энергия, 1971.
2. Таев И. С. Электрические аппараты управления: Учебник для вузов по спец. Электрические аппараты. 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1984
3. Копылов Ю.В. «Расчёт магнитной цепи постоянного тока». Учебное пособие. Томск. Изд. ТПИ, 1985
4. Буль Б. К. Основы теории и расчёта магнитных цепей. М.-Л., издательство Энергия, 1964
5. Чунихин А. А. Электрические аппараты (общий курс). Учебник для энергетических и электротехнических институтов и факультетов. Изд. 2-е, перераб. и доп. - М.: Энергия, 1975.
6. А.С.Каракулов Разработка алгоритмов управления для микропроцессорных электроприводов Лабораторный практикум Учебное пособие Издательство Томского политехнического университета Томск 2009

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ КАБЕЛЯ ДЛЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

Насретдинова А.А., Анисимова О.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Глобальная роль солнечной энергетики неуклонно растет. Об этом свидетельствуют статистические данные, опубликованные Европейской ассоциацией фотоэлектрической промышленности. За 2012 год суммарная мощность действующих во всем мире гелиоэнергетических установок выросла на 31 гигаватт (ГВт), превысив рубеж в 100 ГВт. Сегодня они производят уже столько же электричества, что и 16 крупных угольных или атомных электростанций.

Мировой спрос на электроэнергию продолжает расти и, по данным CRU [2], к 2030 году по сравнению с 2004 годом ее производство может удвоиться (примерно от 15000 млрд кВт/ч до 30000 млрд кВт/ч).

Сейчас человечество начинает осознавать, что необходимы разработки новых возобновляемых источников энергии, не наносящих ущерба окружающей среде и обеспечивающих будущее развитие нашего мира.

Представляется целесообразным оценить, какие задачи с точки зрения использования возобновляемых источников энергии, в том числе нетрадиционных, возникают перед производителями кабелей. Из нетрадиционных источников электроэнергии большой интерес для кабельщиков представляют источники солнечной энергии.

Целью статьи является разработка рекомендаций по конструкции для кабелей, используемых в солнечных батареях.

В настоящее время на территории РФ не существует отдельного класса кабельных изделий для солнечных батарей. Используются кабели более или менее удовлетворяющим требованиям, что соответственно и ведет к снижению срока службы кабельного изделия.

Солнечные батареи генерируют напряжение постоянного тока, которое с помощью конверторов преобразуется в напряжение переменного тока. Сами солнечные батареи состоят из одиночных модулей, число которых может достигать нескольких тысяч. Все эти модули необходимо соединять между собой и обеспечивать вывод электроэнергии от солнечной батареи к инвертору. Основную массу кабелей, используемых непосредственно в солнечных батареях, составляют одножильные медные кабели сечением 4,0–6,0 мм². Жилы кабелей гибкие, многопроволочные, луженые (класс 5 по стандарту МЭК 60228). Кабели имеют изоляцию и оболочку, легко отделяемые друг от друга для удобства монтажа.

Рабочее напряжение кабелей – до 1000 В (испытательное напряжение постоянного тока 1800 В). Диапазон рабочих температур кабелей от –40 до +90°С. По условиям эксплуатации кабели подвергаются длительному ультрафиолетовому облучению, а также различным погодным воздействиям. Немаловажное значение имеет химостойкость оболочки кабелей, так как поверхность кабелей солнечных батарей загрязняется и подлежит последующей мойке с помощью различных детергентов, которые могут воздействовать на оболочку кабелей. Кроме того, необходимо учитывать воздействие на кабели масел или других смазочных жидкостей, которые используются в модуле (модули поворачиваются, отслеживая изменение угла падения солнечных лучей, поэтому их подвижные части имеют смазку). Регламентированный срок службы кабелей – 25 лет.

Для выбора изоляционного материала для кабелей, используемых в солнечных батареях, были проведены испытания в области теплового старения и старения в агрессивной среде, существующих конструкций на соответствие выше сформулированным требованиям. Были выбраны кабели с изоляцией и оболочкой из поливинилхлорида (ПВХ), полиэтилена (ПЭ) и термоэластопласта (ТЭП).

Методика испытаний проводилась следующим образом:

Тепловое старение в проводилось соответствии стандарту
ГОСТ МЭК 60811-1-2-2011.

Испытания в агрессивных средах проводилось в соответствии стандарту ГОСТ МЭК 60811-1-1-2006.

Данные образцы кабелей соответствуют существующим стандартам, прошли контрольные испытания и не являются дефектными.

Под действием повышенной температуры в материале происходят химические и физические изменения, которые приводят к постепенному изменению структуры и свойств материалов. Проведем оценку результатов исследования полимерных материалов в области теплового старения.

На рисунках 1-6 приведены результаты измерений в области теплового старения относительного удлинения при разрыве ϵ_r и прочности на разрыв σ_r в зависимости от времени старения для каждого полимерного материала:

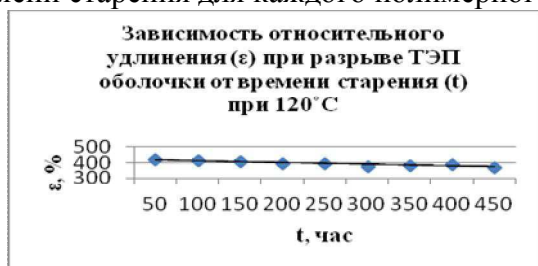


Рис. 1. Зависимость относительного удлинения (ϵ) от времени старения (t) для оболочки кабеля ÖLFLEX 440P

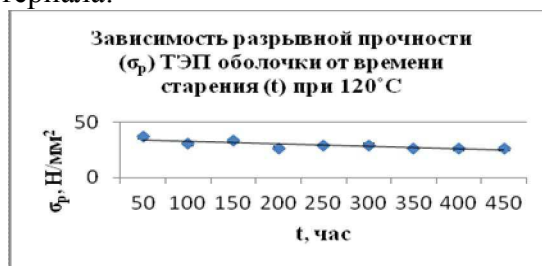


Рис. 2. Зависимость разрывной прочности (σ_p) от времени старения (t) для оболочки кабеля ÖLFLEX 440P

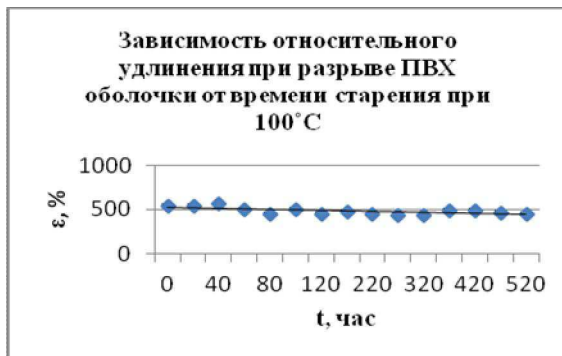


Рис. 3. Зависимость относительного удлинения (ϵ) ПВХ оболочки от времени старения (t)

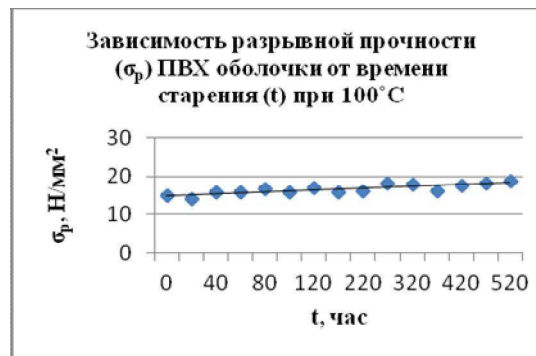


Рис. 4. Зависимость разрывной прочности (σ_r) ПВХ оболочки от времени старения (t)

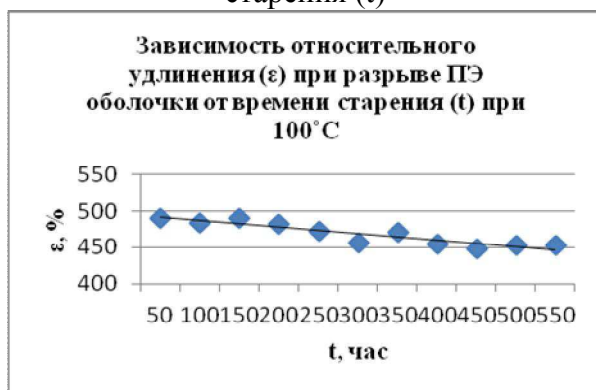


Рис. 5. Зависимость разрывной прочности (σ_r) ПЭ оболочки от времени старения (t)

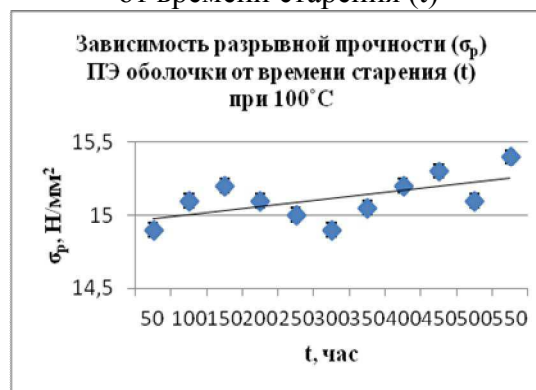


Рис. 6. Зависимость относительного удлинения (ϵ) ПЭ оболочки от времени старения (t)

Согласно полученным данным, относительное удлинение при разрыве ϵ_r гораздо ниже у ТЭП, по сравнению с ПЭ и ПВХ пластикатом, но предел прочности на разрыв σ_r у ТЭП, по сравнению с ПЭ и ПВХ пластикатом, является наиболее высоким. Таким образом, скорость протекания описанных процессов зависит от скорости изменения концентрации различных добавок: стабилизатора или пластификатора, а так же его распределения по объему оболочки кабеля и от степени усадка.

Стойкость полимерных материалов к воздействию агрессивных сред является основным свойством, определяющим целесообразность применения и срок службы кабельного изделия.

Ниже приведены результаты измерений относительного удлинения при разрыве ϵ_r и прочности на разрыв σ_r в зависимости от времени старения для каждого полимерного материала (средние значения):

В среднем значение относительного удлинения ϵ ТЭП оболочки составляет 381,6 %. Среднее значение разрывной прочности σ_r 31,8 Н/мм². В среднем значение относительного удлинения ПВХ оболочки составляет 126,2 %. Среднее значение разрывной прочности σ_r 32,1 Н/мм².

Марка испытуемого ПЭ не подвергалась старению в агрессивной среде, так является не стойкой в воздействию агрессивных сред.

Скорость протекания деструкционных процессов происходящих в полимере, зависит от способности полимера сопротивляться разрушительному воздействию температуры, агрессивной среды и воздействию механических сил. Факторы, участвующие в ухудшении свойств материала, так же определяются конструктивными

особенностями кабеля, надмолекулярной структурой полимера, технологическими режимами при изготовлении кабеля, влажностью и давлением окружающего воздуха.

Подводя итоги, можно констатировать, что по результатам проведенных механических испытаний для каждого полимерного материала максимальное сохранение механических характеристик (в сравнении с литературными данными значений до старения) в области теплового старения составило у ТЭП.

По результатам старения в агрессивной среде, максимальное сохранение механических характеристик составило также у ТЭП.

По результатам проделанной работы, рекомендуемая конструкция кабеля для солнечной батареи, исходя из механических характеристик, может быть следующей: токопроводящая жила – медная, изоляция и оболочка из термоэластопласта. Соответствие требованиям, предъявляемым к кабелям для солнечных батарей, а так же свойства полимерных материалов и их длительное сохранение, существенно влияют на срок службы кабельного изделия и целесообразность применения в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cables in Renewable Energy Systems (CRU). ICF News, Issue 61, Juli 2008. P. 3–11
2. Голицын М.В., Баженова О.Н., Пронина Н.В., Архипов А.Я., Макарова Е.Ю. Энергия: экономика, техника, экология. – М.: Наука, 2010. – 125
3. Моисеева В.Г. Термоэластопласты. / В.Г. Моисеева М., Химия 1985. -184с.
4. Энциклопедия полимеров. М.: «Советская энциклопедия» Т3, 1977.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ ARDUINO ДЛЯ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ РОБОТАМИ

Геращенко С.В., Сидорчик Д.Е.

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Беларусь

Микроконтроллеры нашли широкое применение в сфере создания различного рода роботов и манипуляторов. Среди доступных контроллеров мною был выбран микроконтроллер ATmega в связи с невысокой стоимостью и доступностью.

ARDUINO – [аппаратная](#) вычислительная платформа для разработки электронных устройств. Arduino позволяет связать виртуальный мир с физическим посредством различных датчиков и исполнительных механизмов. Программирование ведется на языке Си подобном языке, в основе которого лежит C++.

Исследование производилось на двух платформах: Arduino Uno (рис. 1, а) и Arduino Mega (рис. 1, б).

Была разработана часть проекта систему управления, которая выводит в числовом и в графическом виде данные полученные из датчика Акселерометра и гироскопа, он является единым датчиком.