

## 192 Секция 5. Энергосберегающие технологии и альтернативная энергетика

лагается программное обеспечение, которое не только выполнит задачу простым способом. Со временем в программном обеспечении подразумеваемого типа увеличится количество и качество информации в информационной базе, а также улучшится качество выполнения ряда технических задач.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Представленная программа является единственной по проектированию солнечных станций, и по результатам исследования получен патент на полезное изобретение.
2. Данная программа позволит повысить уровень знаний у студентов специальности «Возобновляемые источники энергии».

### Л и т е р а т у р а

1. Джумаев. А. Научно-технический и методологический анализ ресурсов и развития солнечной энергии в Туркменистане : пособие для студентов высш. заведения / А. Джумаев. – Ашхабад, 2016.
2. Виды контроллеров для солнечных батарей и как выбирать // Электрика в доме. – М., 2017. – Режим доступа: <http://electricadom.com/kontroller-dlya-solnechnykh-batarejj-i-kak-vybirat.html>.
3. Коровин, Н. В. Химические источники тока : справочник / Н. В. Коровин, А. М. Скундин. – М. : МЭИ, 2003. – 740 с.
4. Солнечный контроллер есо «Энергия». Контроллер MPPT Pro / Компания МикроАРТ. – М., 2013, 2017. – Режим доступа: [http://www.invertor.ru/zzz/item/eco\\_mppt\\_pro\\_200\\_100](http://www.invertor.ru/zzz/item/eco_mppt_pro_200_100).
5. Инвертор для солнечных батарей / SolarSoul.net. – 2017. – Режим доступа: <http://solarsoul.net/invertor-dlya-solnechnyx-batarej>.

УДК 621

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Э. А. Сопыева, С. Чарыев

*Государственный энергетический институт Туркменистана, г. Мары*

Силовые кабели с изоляцией из сшитого полиэтилена используются при строительстве кабельных линий электропередачи под землей, в траншеях, в кабельной канализации, по дну рек и озер, а также в грунтах различных категорий. Кабели предназначены для передачи и распределения электрической энергии при номинальном напряжении 10 кВ частоты 50 Гц в трехфазных сетях с заземленной нейтралью и прямой связью с воздушной линией или без нее на трассах с неограниченной разностью уровней.

При известном расчетном сроке безотказной работы изоляции и времени в эксплуатации остаточный срок безотказной работы можно рассчитать по формуле

$$\tau_{\text{ост.б.р}} = \tau_{\text{сл}} - \tau_{\text{экспл.}}$$

Для расчета времени до полного износа изоляции требуется рассчитать время до разрушения 78 % материала, следовательно, расчет будет производиться исходя из условия  $N_t / N_0 = 0,22$  :

$$\tau_{\text{сл}} = \frac{\ln N}{b} = \frac{\ln 0,22}{b} = \frac{1,514}{-b}.$$

## Секция 5. Энергосберегающие технологии и альтернативная энергетика 193

Необходимо привести данные о температуре и напряжении с учетом суточной динамики изменения потребления электроэнергии, чтобы показать пример работы математической модели и спрогнозировать износ изоляции.

Для расчета остаточного срока службы требуется знать все параметры модели старения изоляции для определения скорости разрушения материала. Константу скорости реакции можно определить по графику Аррениуса для процесса термодеструкции полиэтилена (рис. 1).

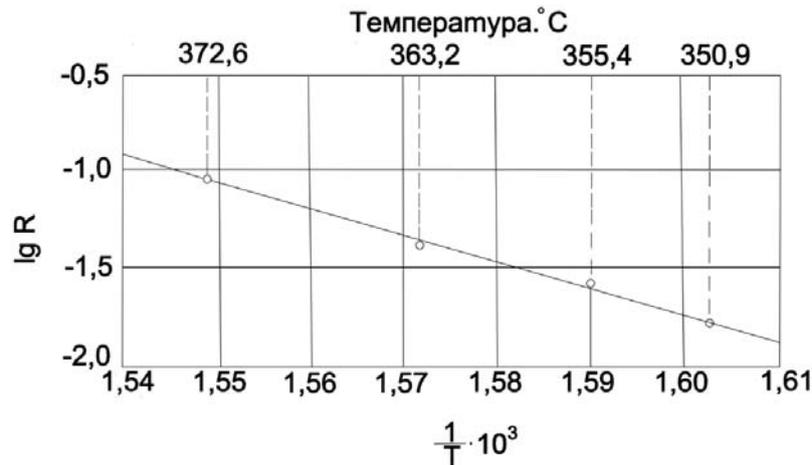


Рис. 1. График Аррениуса для процесса термической деструкции полиэтилена

Для определения зависимости константы скорости реакции от температуры необходимо знать уравнение прямой, представленной на рис. 1. Для этого нужно определить координаты двух точек, через которые проходит прямая. Примем, что прямая проходит через точки с координатами (0,001548; -1,05) и (0,00159; -1,7). Согласно уравнению прямой, проходящей через две точки, получим:

$$\frac{\frac{1}{T} - 0,001548}{0,00159 - 0,001548} = \frac{\log Kt(t) + 1,05}{-1,7 + 1,05}.$$

Отсюда

$$\log Kt(t) = +22,9,$$

где  $T$  — температура в кельвинах.

Также необходимо определить параметры формулы мощности частичных разрядов:

$$P_{ч.р} = BU^n.$$

Параметры формулы определялись исходя из электрического расчета. Значения параметров изменялись в процессе старения, однако в модели предлагается взять усредненные значения:  $B = 5,536 \cdot 10^{-3}$  и  $n = 5,73$ .

## 194 Секция 5. Энергосберегающие технологии и альтернативная энергетика

Параметр  $c$ , определяющий синергизм воздействия теплового и электрического полей, принят равным 0,01.  $N_0$  примем равным числу Авогадро  $6,022 \cdot 10^2$ .

Подставив полученные параметры в формулу скорости разрушения, получим:

$$v(t) = 0,01 \cdot 5,536 \cdot 10^{-3} U^5 \cdot 20854e \cdot 6,022 \cdot 10e^{-0,01 \cdot 5,536 \cdot 10^{-3} E^5 \cdot 20854e^{\frac{1}{7}}}$$

Срок безотказной работы изоляции:

$$\tau_{б,р} = 166730 = 19 \text{ лет.}$$

Срок службы изоляции до ее полного износа:

$$\tau_{сл} = \frac{\ln 0,22}{b} = \frac{1,514}{9,0000059} = 302220 \text{ ч} = 34,5 \text{ лет.}$$

Остаточный ресурс:

$$\tau_{ост} = \tau_{сл} - \tau_{экспл} = 302220 - 168 = 302052 \text{ ч} = 34,4 \text{ лет.}$$

Остаточный ресурс, лет

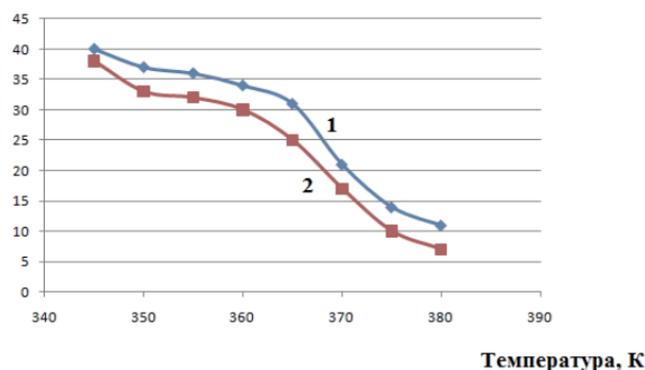


Рис. 2. График зависимости остаточного ресурса от эксплуатационных факторов

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы: погрешность необходимо определить в области рабочих значений измеряемых величин, которыми являются напряжение, токи в жиле и экране и температура поверхности кабеля. Исходя из полученных результатов расчета, с помощью разработанного устройства и математической модели рекомендуется оценивать сроки службы кабелей, эксплуатируемых в умеренном и холодном климате и проложенных в земле. В данном случае оцениваемая погрешность расчета срока службы изоляции составит порядка 8 %.

Литература

1. Койков, С. Н. Электрическое старение твердых диэлектриков / С. Н. Койков, А. Н. Цикин. – М.–Л. : Энергия, 1968. – 186 с.