

## ВЛИЯНИЕ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФТОРПОЛИМЕРОВ

*А.Н. Денежко, Т.М. Матери*

Научный руководитель: доцент, к. т. н. А.П. Леонов  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
E-mail: MateriTM@yandex.ru

В настоящее время особое внимание уделяется кабельным изделиям, работающим в сложнейших экстремальных природно-климатических условиях, поскольку ведутся многочисленные работы по добыче полезных ископаемых в Арктических условиях. Исходя из того, что средние минусовые температуры Арктики колеблются: от  $-4$  до  $-25$  °С, а минимальные температуры иногда снижаются до  $-55$ ,  $-60$  °С, возникает необходимость испытаний наиболее распространенных изоляционных материалов на температуры, позволяющие работать в данных условиях. В связи с этим, исследуемые кабели с изоляцией из фторопласта и ПВХ-пластиката с заявленной минимальной температурой эксплуатации  $-40$  °С, подвергаются более низкой температуре для определения их возможного применения. Данный фактор и определяет выбор диапазона, при котором производится старение:  $20$ ,  $-30$ ,  $-40$ ,  $-50$ ,  $-60$  °С.

В качестве объекта исследования был выбран кабель марки OLFLEX HEAT 205 SC 1X2,5 BK. Выбор данного кабеля был связан с тем, что одним из элементов его конструкции является оболочка, которая изготовлена из фторполимера.

Данное кабельное изделие имеет отличную стойкость к солям, синтетическим жидкостям, бензину, лакам, щелочам и другим химическим жидкостям. Трудновоспламеняем, имеет высокую пробивную прочность и износостойкость. Так же имеет способность сохранять все свои физические свойства в большом диапазоне температур и обладает высокими диэлектрическими свойствами.

Так же для сравнения был использован кабель марки ПГВА 1Х6. Выбор данного кабельного изделия был связан с тем, что его изоляция изготовлена из ПВХ-пластиката, с заявленной отрицательной температурой  $-40$  °С.

ПГВА – это автотракторный провод, который предназначен для гибкого соединения автотракторного электрооборудования и приборов с номинальным напряжением до 48В, что относит его к классу низковольтных кабелей. Изготавливается для автотехники, эксплуатируемой в условиях умеренного и тропического климата при температуре окружающей среды от  $-40$  до  $+60$  °С и относительной влажности воздуха до 90% при температуре  $+27$  °С, а также для автомобилей, эксплуатируемых в условиях холодного климата.

Для исследования физико-механических характеристик оболочки и изоляции, выполненной как из фторопласта, так и их ПВХ-пластиката, образцы выполнены в виде трубочек, согласно ГОСТ ИЕС 60811-1-1-2011. После воздействия пониженной температуры были получены следующие результаты:

- изменение предела прочности для кабеля с изоляцией из фторопласта составило 0,7%. Для провода с изоляцией из ПВХ-пластиката изменение предела прочности составило 2,1%.
- изменение относительного удлинения составило 10,5%. А для провода с изоляцией из ПВХ-пластиката график зависимости имеет возрастающий характер, причем изменение относительного удлинения составило 12,5%.

В ходе проведения эксперимента на монтажный изгиб (ГОСТ 17491-80 «Кабели, провода и шнуры с резиновой и пластмассовой изоляцией и оболочкой. Методы испытания на холодостойкость»), образцы представляли собой отрезки, длиной не менее 2 метров, намотанных на металлический стержень (рис. 1).



Рис. 1. Образец для испытаний на монтажный изгиб

После испытаний, при различных температурах ( $-30$ ,  $-40$ ,  $-50$ ,  $-60$  °С), образец с изоляцией из ПВХ-пластиката не выдержал испытаний при температуре  $-50$  °С. А образец с изоляцией из фторопласта показал устойчивость к воздействию пониженных температур, вплоть до  $-60$  °С.

Холодостойкостью называется предел отрицательной температуры, при которой полимер в условиях данного вида деформации не разрушается. Характерные эластические свойства полимеров объясняются гибкостью их молекулярных цепей при приложениях растягивающих сил. Упругие свойства полимеров создаются стремлением молекул под воздействием теплового движения возвращаться к их первоначальному состоянию. Поэтому степень эластичности находится в прямой зависимости от интенсивности теплового движения, то есть от температуры окружающей среды. Полимеры по мере снижения температуры постепенно переходят из эластического состояния в твердое и начинают разрушаться в механически наиболее напряженных местах с образованием характерных трещин [1–3].

Устойчивость фторопластовой изоляции главным образом связана с химическим строением, а именно с наличием многоуровневых связей. А поливинилхлорид имеет линейное строение.

На основании полученных данных были сделаны выводы по устойчивости полимерных материалов к воздействию холода.

Было установлено:

1. Изменение физико-механических свойств практически не зависит от температуры.
2. Изоляция, выполненная из фторопласта, показала устойчивость к воздействию пониженных температур до  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

В связи с этим, можно полагать, что кабельные изделия, имеющие фторполимерную изоляцию, пригодны для использования в условиях экстремально низких температур.

#### **Список литературы**

1. Кулезнёв В.Н., Шершнёв В.А. Химия и физика полимеров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : КолосС, 2007. – 367 с.
2. Баргенов Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров / под ред. А.М. Ельяшевича. – Л. : Химия, 1990. – 432 с.
3. Бухина М.Ф., Курлянд С.К. Морозостойкость эластомеров. – М. : Химия, 1989. – 176 с.