

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФТОРПОЛИМЕРНОЙ ИЗОЛЯЦИИ И ОБОЛОЧКИ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Денежко А.Н., Матери Т.М.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск

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°C до -25°C , а минимальные температуры иногда снижаются до $-55, -60^{\circ}\text{C}$, 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°C , подвергаются более низкой температуре для определения их возможного применения. Данный фактор и определяет выбор диапазона, при котором производится старение: 20, -30, -40, -50, -60°C .

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



Рис. 1. Кабель OLFLEX HEAT 205 SC 1X2,5 BK

Рассмотрим технические характеристики данного кабельного изделия.

- Удельное сопротивление изоляции - $> 2 \text{ ТОМ}\cdot\text{см}$;
- Конструкция жилы – жилы по VDE класс гибкости 5/ по IEC 60228 класс 5 от $0,5 \text{ мм}^2$;
- Минимальный радиус изгиба – неподвижная прокладка: $4xD$;
- Номинальное напряжение – $U_0/U 300/ 500 \text{ В}$;
- Испытательное напряжение – 2500 В ;
- Температурный диапазон – неподвижное применение: от -100°C до $+205^{\circ}\text{C}$.

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.

Выбранный кабель относится к классу низковольтных кабельных изделий, так как рассчитан на напряжение до 1000 В . Для таких кабелей используется токопроводящие жилы в виде медной луженой проволоки, но в зависимости от диапазона рабочих температур могут и использоваться посеребренные и никелированные проволоки.

Так же для сравнения был использован кабель марки ПГВА 1X6, который представлен на рисунке 2.



Рис.2. Провод марки ПГВА - 6Б

Выбор данного кабельного изделия был связан с тем, что его изоляция изготовлена из ПВХ-пластиката, с заявленной отрицательной температурой -40°C .

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°C до $+60^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха до 90% при температуре $+27^{\circ}\text{C}$, а также для автомобилей, эксплуатируемых в условиях холодного климата. Токпроводящая жила данного кабельного изделия медная, имеет круглую форму, многопроволочная, в результате чего имеет повышенную гибкость.

В ходе проведения исследований были получены следующие зависимости.

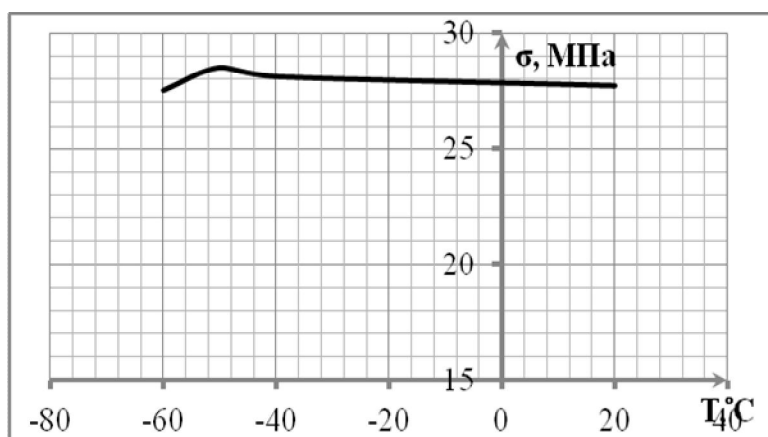


Рис. 3. Зависимость предела прочности σ от температуры T для фторопласта

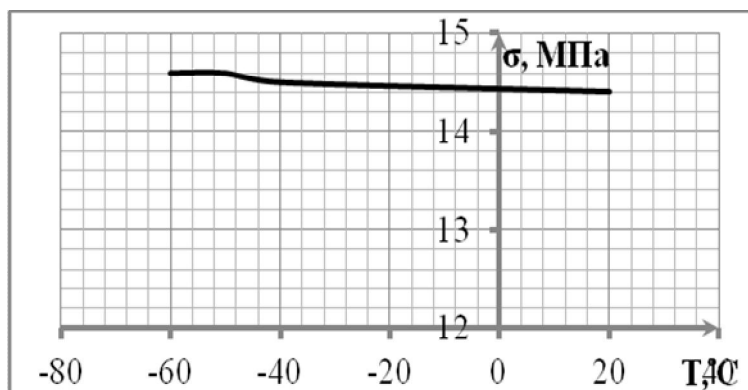


Рис. 4. Зависимость предела прочности σ от температуры T для ПВХ-пластиката

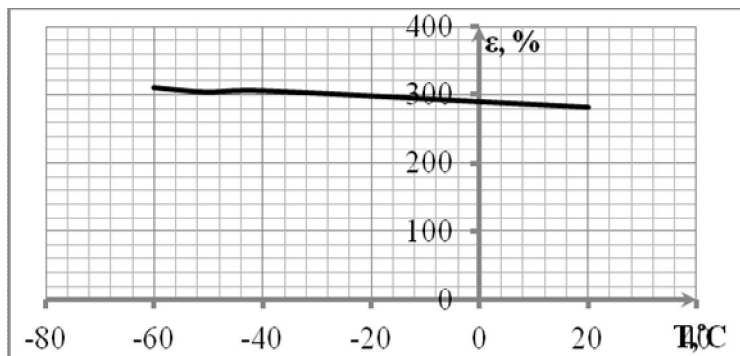


Рис. 5. Зависимость относительного удлинения ϵ от температуры T для фторопласта

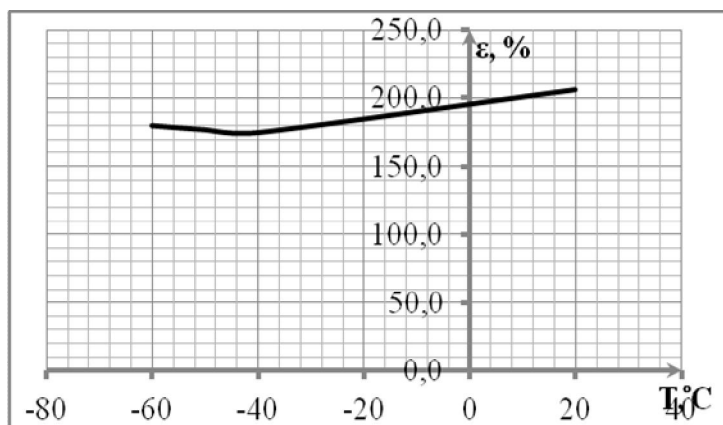


Рис. 6. Зависимость относительного удлинения ϵ от температуры T для ПВХ-пластиката

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].

На рисунках 3 и 4 представлены зависимости изменения прочности при разрыве от температуры. Как для кабеля с изоляцией из фторопласта, так и для провода с поливинилхлоридной изоляцией зависимость имеет убывающий характер. Изменение предела прочности для кабеля с изоляцией из фторопласта составила 0,7%. Абсолютное изменение составило 0,2 МПа. Для провода с изоляцией из ПВХ-пластиката изменение предела прочности составило 2,1%. Абсолютное изменение предела прочности – 0,3 Мпа.

На рисунках 5 и 6 представлены зависимости относительного удлинения от температуры. Для кабеля с изоляцией из фторопласта график зависимости изменения относительного удлинения от температуры имеет убывающий характер. 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 при различных температурах (-30°C; -40°C; -50°C; -60°C), образец с изоляцией из ПВХ-пластиката не выдержал испытаний при температуре -50°C. А образец с изоляцией из фторопласта показал устойчивость к воздействию пониженных температур, вплоть до -60°C.

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

Результатом проделанной работы являются зависимости изменения предела прочности и относительного удлинения от температуры старения изоляции. 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°C.

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулезнёв В. Н., Шершнёв В. А. Химия и физика полимеров // М.: КолосС, 2007, 2-ое издание, перераб. и доп. - 367 с.
2. Бартенев Г. М., Френкель С. Я. Физика полимеров / Под ред. д-ра физ.-мат. наук Ельяшевича А. М. // Л.: Химия, 1990. - 432 с.
3. Бухина М. Ф., Курлянд С. К. Морозостойкость эластомеров // М.: Химия, 1989. - 176 с.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ АСИНХРОННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Цыбиков Б.Б.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Энергоэффективный двигатель представляет собой двигатель общепромышленного исполнения, который проектируется с применением специальных подходов, например, с увеличенным значением массы активных материалов, их качества, более надежной изоляцией, замены составных частей двигателя на новые модификации с улучшенными характеристиками энергосбережения. В результате можно получить снижение до 20 % суммарных потерь мощности двигателя. В итоге, можно получить увеличение КПД двигателя на 2...5 %, меньший перегрев обмоток статора, меньший шум и вибрацию, увеличенный срок службы и повышенную надежность. Разумеется, стоимость энергоэффективного двигателя соответственно выше, но эти затраты окупятся за счет меньшего электропотребления в будущем [1,2].

При проведении исследования было отдано предпочтение асинхронному двигателю с короткозамкнутым ротором. Поскольку, такой двигатель, является наиболее распространенным – около 60 % потребляемой энергии приходится именно на него, кроме того электроприводы на их базе охватывают практически все технологические процессы.