Анисимова, Ольга Александровна. Влияние конструкции кабельных изделий на процесс теплового старения полимерных материалов : диссертация ... кандидата технических наук : 05.09.02 / Анисимова Ольга Александровна; [Место защиты: Том. политехн. ун-т].- Томск, 2010.- 133 с.: ил. РГБ ОД, 61 11-5/252

**Введение к работе**

**Актуальность темы**

Одними из самых распространенных кабельных изделий являются кабели на низкое напряжение. От их эксплуатационных характеристик зависит работа электротехнического оборудования практически во всех отраслях промышленности. Существующие методы определения качества и надежности кабельного изделия базируются на определении надежности самого слабого материала в его конструкции - полимера. Традиционно, свойства материалов исследуются на лабораторно изготовленных образцах. Между тем, поведение полимерных материалов при эксплуатации зависит от конструкции кабеля. В рамках существующих на сегодняшний день методик испытаний невозможно учесть влияние элементов конструкции.

В частности, исследования электрического старения кабелей высокого напряжения ОАО «ВНИИКП» (Всероссийский научно-исследовательский институт кабельной промышленности) показали, что для учета влияния технологических факторов, старение изоляции необходимо проводить на образцах кабельных изделий. В настоящее время ОАО «ВНИИКП» проводит разработку оборудования и методики испытаний высоковольтных кабелей.

Для кабелей низкого напряжения основной причиной ухудшения свойств является тепловое старение. Считается, что при тепловом старении определяющую роль играет химическая структура полимера и состав полимерной композиции. При этом подразумевается, что конструкция кабеля и технология переработки полимеров на процессы теплового старения оказывают незначительное влияние и ими можно пренебречь.

Существующие стандарты не учитывают длительного повышения температуры окружающей среды. Таких, например, как летом 2010 года, когда средняя температура почти во всей европейской части России превышала 30 С в течении нескольких месяцев. Между тем, при длительном тепловом старении в изоляции и оболочке кабеля происходят различные процессы, скорость протекания которых не может не зависеть от геометрических размеров и конструкции кабеля. Нельзя также исключать возможность взаимного влияния материалов изоляции и оболочки друг на друга. Исследованию степени влияния конструкционных особенностей кабелей низкого напряжения на процесс теплового старения полимерных материалов посвящена данная работа. Учет этих факторов позволит предложить пути повышения качества и улучшения эксплуатационных характеристик кабельных изделий.

Для низковольтных кабелей основным материалом изоляции и оболочки являются ПВХ пластикаты. В то же время в кабельной промышленности сегодня активно внедряются термоэластопласты, свойства которых изучены недостаточно. Поэтому для исследования выбраны марки низковольтных кабелей, изоляция и оболочка которых изготовлена из ПВХ пластикатов марок / И-13А, О-40, ППИ 13-32, ППО 30-32, а также из термоэластопластов Elastolan.f Hifax (уретановые) и Santopren (олефиновый).

На основании изложенного, тема настоящей работы «влияние конструкции кабельных изделий на процесс теплового старения полимерных материалов» является, безусловно, актуальной.

**Объект исследования** - кабели с поливинилхлоридной изоляцией и оболочкой КВВГ 4 х 2,5 - 0,66; КВБбШв 4 х 2,5 - 0,66; АКВВГ 4 х 2,5 - 0,66; АКВБбШв 4 х 2,5 - 0,66; КВВГ нг - LS 4 х 2,5 - 0,66; КВБбШв нг - LS 4 х 2,5 -0,66; OLFLEX CLASSIC ПО 4G1.0; OLFLEX CLASSIC ПО CY 7G1,5, отличающиеся между собой одним конструктивным элементом и маркой пластиката и кабели с изоляцией и оболочкой из термоэластопластов различных типов: OLFLEX 440Р 2X1,0; OLFLEX 500Р 3G1,0; OLFLEX ROBUST 200 2X1,0.

**Предмет исследования** - изменение свойств полимерных материалов в процессе теплового старения кабельных изделий.

**Цель работы** - исследование влияния элементов конструкции кабельных изделий (КИ) на тепловое старение полимерных материалов.

Для достижения цели в работе решаются следующие задачи:

1. Провести выбор кабельных изделий наиболее показательных с точки зрения цели работы.
2. Оценить влияние металлических элементов конструкции кабеля на изменение механических характеристик полимерных материалов кабелей в процессе теплового старения.
3. Исследовать взаимное влияние полимерных элементов конструкции кабелей при тепловом старении.
4. Исследовать влияние структуры и состава полимерных материалов на процессы теплового старения.

5. Разработать рекомендации по улучшению эксплуатационных  
характеристик КИ.

**Научная новизна результатов работы**

1. Впервые, показано, что наличие стальной брони в кабелях с ПВХ изоляцией и оболочкой ускоряет процесс старения кабельных изделий.
2. Предложен новый механизм теплового старения ПВХ оболочки кабелей в присутствии брони из стальных лент, который заключается в изменении направления диффузии пластификатора и характеризуется образованием конденсата паров пластификатора между лентами брони и оболочкой кабеля.

3. Показано, что ускоренный переход в хрупкое состояние ПВХ  
пластиката типа нг-LS при тепловом старении происходит из-за высокого  
содержания мелкодисперсных частиц антипирена.

4. Исследования физико-механических и электрических свойств  
термоэластопластов разного типа свидетельствуют, что совмещение в  
конструкции кабеля уретановых и олефиновых термоэластопластов не  
приводит к изменению характерного для них механизма старения.

5. На основании анализа данных газовой хромато-масс-спектрометрии  
впервые установлено, что деструкция молекул пластификатора каталитически  
усиливается продуктами дегидрохлорирования ПВХ.

**Практическая значимость работы**

1. Для предотвращения ускоренного старения бронированных кабелей с ПВХ изоляцией и оболочкой, предложена новая конструкция защитного покрова, в которой броня выполняется из двух стальных оцинкованных перфорированных лент, позволяя сохранить равновесность процессов диффузии и испарения пластификатора (патент на полезную модель № 85258 от 06.04.09 «Силовой кабель», Анисимова О.А., Ким B.C., Аникеенко В.М.).
2. Для предотвращения ускоренного старения бронированных кабелей с ПВХ изоляцией и оболочкой, предложена новая конструкция защитного покрова, в которой броня выполнена в виде оплетки из волокон сверхвысокомолекулярного полиэтилена, позволяющего сохранить равновесность процессов диффузии и испарения пластификатора (патент на полезную модель № 95167 от 08.02.10 «Силовой кабель (варианты)», Анисимова О.А., Ким B.C., Аникеенко В.М.).

3. Для повышения качества и улучшения эксплуатационных  
характеристик низковольтных кабелей доказана необходимость учета влияния  
элементов конструкции на процессы старения в ходе эксплуатации кабеля.

4. Показано, что название рецептуры ПВХ пластиката не гарантирует его  
однозначного состава по важнейшим ингредиентам. Поэтому, для повышения  
качества изделий на кабельном предприятии предложено проводить входной  
контроль полимерных материалов не только по механическим и электрическим  
свойствам, но и определять состав полимерной композиции.

Практическая значимость подтверждается актом внедрения результатов на ЗАО «Томсккабель».

**Положения, выносимые** на защиту:

1. Совместное использование уретановых (Elastolan) и олефиновых (Hifax, Santoprene) ТЭП в конструкции кабеля не изменяет механизма старения характерного для данного вида ТЭП.
2. Броня из стальных лент в конструкции кабеля с ПВХ изоляцией и оболочкой при тепловом старении создает условия для конденсации паров пластификатора между броней и оболочкой, что приводит к градиентному распределению пластификатора и зарождению трещин в оболочке.
3. Наличие брони из стальных лент в конструкции негорючих кабелей с ПВХ изоляцией и оболочкой при тепловом старении ускоряет переход оболочки в хрупкое состояние из-за изменения локальной структуры оболочки при миграции мелкодисперсной фазы антипирена.
4. Скорость деструкции пластификатора (диоктилфталат) определяется количеством молекул НС1 и непосредственно связана с разложением молекул ПВХ.

**Личный** вклад: Большая часть методической подготовки и планирования экспериментов проведена автором самостоятельно. Основная часть экспериментальной работы, а также анализ и интерпретация полученных результатов выполнены лично автором. Автор также принимала непосредственное участие в разработке и оформлении патентов на полезные модели.

**Достоверность полученных результатов:** Степень достоверности полученных автором результатов определяется: в экспериментальных исследованиях - использованием современных сертифицированных методик измерения, оценкой величины ошибок измерений, сопоставлением с данными производителей полимерных материалов и других авторов, существующими представлениями о старении полимерных материалов; в теоретических проработках — созданием моделей, опирающихся на общепринятые представления в области физико-химии полимеров и материаловедения. Автор защищает механизмы и природу, обнаруженных лично и в соавторстве новых эффектов и явлений в многокомпонентных полимерных композициях **и** конструкциях.

**Апробация работы** Результаты работы докладывались на следующих конференциях, семинарах и школах: **VII** Региональная студенческая научно-практическая конференция «Электротехника, электромеханика **и** электротехнологии» (Томск, 2007); **XIV** Международная научно-практическая конференция аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии» (Томск, 2008); Всероссийская научная конференция молодых ученых «Наука. Технологии. Инновации» (Новосибирск, 2008); IV-я международная молодежная научная конференция «Тинчуринские чтения» (Казань, 2009); IV международной научно-технической конференции «Электромеханические преобразователи энергии» (Томск, 2009); V Международная научно-техническая конференция «Электрическая изоляция **2010»**(Санкт - Петербург, 2010).

**Публикации.**

По теме диссертации опубликовано 22 работы, в том числе 3 статьи в журналах из перечня ВАК, включая 2 патента на полезную модель.

**Объем и структура диссертации**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения **и** 4 приложений. Основной текст диссертации изложен на 133 страницах, работа проиллюстрирована 41 рисунком и 11 таблицами, список цитируемой литературы состоит из 115 наименований.