

Тема 3.9 «Волокнистые материалы»

Волокнистые материалы состоят преимущественно из частиц удлиненной формы – волокон, промежутки между которыми заполнены воздухом у непропитанных материалов и природными или синтетическими смолами у пропитанных. Преимуществами многих волокнистых материалов являются невысокая стоимость, довольно большая механическая прочность, гибкость и удобство обработки. Недостатки – невысокие электрическая прочность и теплопроводность, более высокая, чем у массивных материалов того же состава, гигроскопичность. Пропитка улучшает свойства волокнистых материалов.

Непропитанные волокнистые материалы по виду исходного сырья можно подразделить на материалы из:

- 1) растительных волокон;
- 2) бумаги, картона, хлопчатобумажной пряжи и ткани;
- 3) животных волокон (натуральный шелк);
- 4) искусственных и синтетических волокон (ацетатный шелк, капрон и др.);
- 5) неорганических волокон (стекловолокно, асбест).

К материалам из растительных волокон одним из первых можно отнести *дерево*, получившее широкое применение в электротехнике из-за его дешевизны и легкости механической обработки. Основой дерева, как и всякого растительного волокна, является органическое вещество – целлюлоза, представляющая собой полимерный углеводород ($C_6H_{10}O_5$), молекулы которого имеют вид длинных цепей с числом звеньев до двух тысяч. В каждом элементарном звене молекулы содержится по три гидроксильных группы OH, обуславливающих полярность целлюлозы. Эти группы смещаются в электрическом поле по отношению ко всей молекулярной цепи, что создает эффект дипольнорелаксационной поляризации. Поэтому целлюлоза имеет относительно большие диэлектрическую проницаемость $\epsilon = (6,5...7)$; и тангенс угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta = (0,005...0,01)$.

Более тяжелые породы деревьев имеют большую механическую прочность, чем легкие. Прочность поперек волокон у дерева меньше, чем вдоль.

К недостаткам дерева относятся высокая гигроскопичность, нестандартность свойств, низкая нагревостойкость. При пропитке дерева льняным маслом или различными смолами свойства улучшаются.

В электротехнике дерево применяется для изготовления деревянных опор линий электропередачи, крепежных деталей трансформаторов высокого и низкого напряжения, пазовых клиньев электрических машин и т.п.

Бумага и картон – листовые или рулонные материалы коротковолокнистого строения, состоят в основном из целлюлозы. Наиболее тонкий и высококачественный вид электроизоляционной бумаги – конденсаторная бумага, ее изготавливают из сульфатной древесной

целлюлозы. В качестве диэлектрика конденсаторную бумагу обычно используют в несколько слоев с применением различных пропиточных масс, которыми могут быть различные неполярные, полярные, жидкие, полужидкие и твердые пропиточные массы. Применение нескольких слоев обеспечивает перекрытие сквозных отверстий и проводящих включений в отдельных листах. Однако бумага не является высокочастотным диэлектриком. На переменном токе она используется до частоты 10 кГц.

Широко используется в качестве электроизоляционных материалов *электрокартон*. Это связано с его низкой стоимостью и хорошими технологическими свойствами. В сочетании с высокой стабильностью и механической прочностью при пропитке электрокартона трансформаторным маслом можно получить изоляцию с высокими электрическими параметрами. Применяется картон в качестве основного твердого диэлектрика в силовых трансформаторах.

В качестве конструкционного и изоляционного материала широко применяется листовая и трубчатая *фибра*. Она изготавливается из тонкой бумаги, пропускаемой через раствор хлористого цинка. После намотки на стальной барабан и получения слоя нужной толщины, в котором отдельные слои бумаги прилипают друг к другу, фибра срезается с барабана, тщательно промывается водой и прессуется.

Фибра неустойчива к воздействию влаги, поэтому она не применяется для деталей, требующих сохранения точных размеров, так как при поглощении влаги фибра меняет свои размеры. При нагревании до температуры 180°C фибра медленно обугливается и при температуре примерно 300 °C воспламеняется.

Пропитанные волокнистые материалы – это лакоткани, лакобумаги и электроизоляционные ленты, которые представляют собой гибкие электроизоляционные материалы, пропитанные электроизоляционным лаком. Основа пропитанных материалов - ткань или бумага - обеспечивает высокую механическую прочность, гибкость и определенную эластичность. Электроизоляционные лаки, заполняя при пропитке поры ткани, образуют на поверхности после высыхания прочную пленку, которая обеспечивает хорошие электрические свойства и стойкость к действию влаги.

Лакоткани изготавливают на основе хлопчатобумажных, шелковых и стеклянных тканей из синтетических волокон. Они находят применение в электрических машинах, аппаратах, кабельных изделиях в виде различных лент, прокладок, оберток и др.

В зависимости от типа пропитывающего лака лакоткани подразделяются на:

1) светлые (желтые), изготавливаемые на масляных лаках, имеют высокие электрические характеристики, устойчивы к воздействию нефтяных масел, бензина, воды, но имеют повышенную склонность к тепловому старению, в процессе которого возрастает жесткость при нагревании;

2) черные - на масляно-битумных лаках; обладают более высокими, чем светлые, электрическими характеристиками, влагостойкостью и меньшим тепловым старением, но не стойки к воздействию масел и бензина.

Лакоткани, в которых в качестве основы используется капроновая ткань, превосходят по своей эластичности шелковые, но они менее устойчивы к резкому повышению температуры, например при пайке изолированных проводников.

Лакоткани на основе стеклотканей с различными типами пропитывающих составов (масляных, кремнийорганических, фторопластовых) отличаются высокой устойчивостью к воздействию температуры, влажной среды и других факторов.

Для электроизоляционной техники используются различные типы волокон, в том числе асбестовые волокна, получаемые из минерала асбест сложного состава.