

УДК 621.3

Современные изоляционные материалы

Мелешко М.А., Березан П.В., Агеенко Ю.Н

Научный руководитель – доцент, к.т.н. КОНСТАНТИНОВА С.В.

С каждым годом потребность человека в электроэнергии возрастает, возрастает количество высоковольтных ЛЭП, совершенствуются источники получения энергии, а вместе с этим появляются электрические машины, которые работают на высоком напряжении. На ряду с этим становится вопрос о совершенствовании изоляционных материалов. Очевидно, что изоляционные материалы, которые использовались лет 15-20 назад, уже не в полной мере справляются со своими функциями. Новые открытия химических элементов или соединений позволяет совершенствовать изоляционные материалы и тем самым выводить изоляцию электрических машин на новый уровень. Изоляция является одной из самых важных составляющих в энергетике. Хорошая изоляция гарантирует не только безопасность человека, но и повышает срок службы электрической машины. Применение современных электроизоляционных материалов, совершенствование технологического процесса изготовления статорных обмоток электрических машин — основа развития электромашиностроения. Благодаря появлению пленочных слюдосодержащих материалов, ведущими кабельными заводами Беларуси начат выпуск новых марок обмоточных проводов для высоковольтных электрических машин, однако их применение еще практически не освоено.

Изоляционные материалы, применяемые для изоляции электрических машин, можно разделить на несколько групп: синтетические; материалы, изготавливаемые на основе слюды; стекловолоконистые, т. е. сделанные из стеклянных волокон; и материалы, основой которых служат целлюлоза и хлопчатобумажные волокна. В некоторых конструкциях для изоляции применяются картоны и материалы, получаемые из асбеста; пряжи, ткани, бумаги. Основными материалами для изоляции обмоток машин низкого (до 660 В) напряжения являются синтетические: различные полиэтилентерафталатные (ПЭТФ) пленки типа лавсан, полиамидные бумаги, картоны и др. Пленки имеют малую толщину (0,05—0,06 мм) и большую электрическую прочность. Их применяют в сочетании с подложками из бумаги или картона, улучшающими механические свойства изоляции. При этом электрическая прочность и нагревостойкость такого композиционного материала, как, например, пленкоэлектрокартон, определяются свойствами самой пленки и подложки.

Для изоляции обмоток высоковольтных электрических машин с номинальным напряжением 3000В и выше применяют изоляционные материалы на основе слюды. Слюда — минерал. Она встречается в природе в виде кристаллов, которые легко расщепляются на пластинки (рис. 1).

Тонкие пластинки — лепестки толщиной менее сотой доли миллиметра называют щепаной слюдой. Склеивая лепестки слюды, получают различные электроизоляционные материалы — миканиты (рис. 2)

Для увеличения их механической прочности лепестки слюды в некоторых материалах наклеивают на подложку из бумаги или стеклоткани. Подложки предохраняют слюдяной слой от расслаивания при изгибе материала. В зависимости от сорта слюды, способов изготовления, клеящего лака, наличия или отсутствия подложек различают несколько сортов миканита.

Твердые миканиты изготавливают без подложек, горячим прессованием пластинок слюды с терморезактивным связующим. Они применяются для получения плоских, не подвергающихся изгибам изоляционных прокладок и имеют большую механическую прочность. К твердым миканитам относится, например, коллекторный из которого изготавливают прокладки для изоляции коллекторных пластин (ламелей) друг от друга

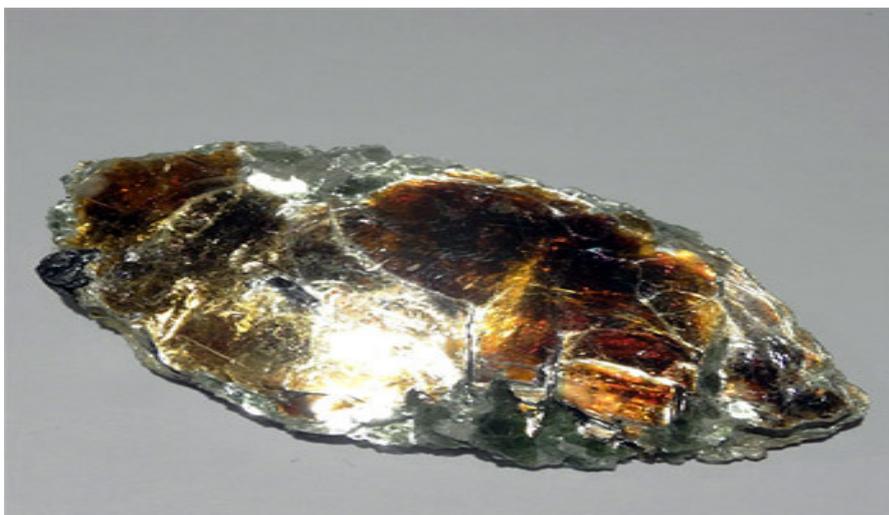


Рисунок 1 – Слюда (минерал) для изготовления изоляционных материалов.

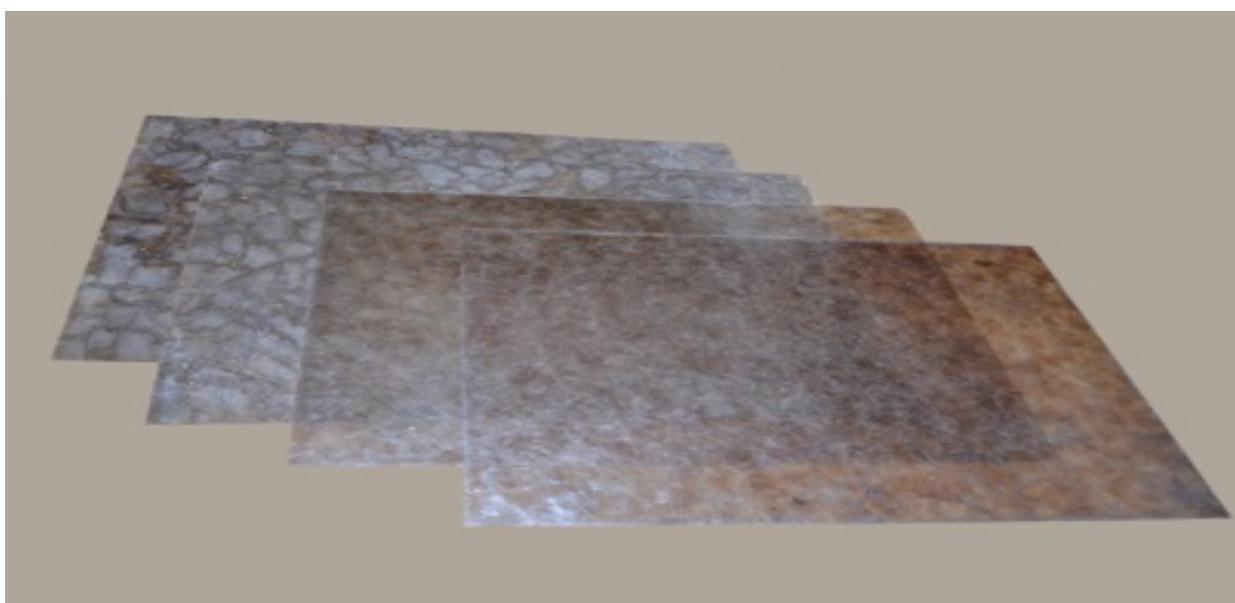


Рисунок 2 – Миканит

Формовочные миканиты в отличие от твердых после изготовления сохраняют способность принимать ту или иную форму при прессовании в нагретом состоянии и сохранять ее после охлаждения. Они применяются в основном для изоляции коллекторов (фигурные коллекторные манжеты), различных втулок, каркасов катушек и других фасонных изоляционных деталей. К особой разновидности формовочного миканита относится микафолий — тонкий листовый материал, состоящий из пластинок слюды, наклеенных на подложку из бумаги или стеклоткани (стекломикафолий). Он используется для изготовления твердой гильзовой изоляции обмоток. Микафолий с бумажной подложкой относится к классу нагревостойкости В. Стекломикафолий в зависимости от связующего состава может быть использован в изоляции классов В, F или H.

Гибкие миканиты отличаются от твердых и формовочных гибкостью при нормальной температуре, которую сохраняют после нагрева и охлаждения. Они применяются для изоляции различных частей обмоток в пазовой и лобовой частях, прокладок и т. п. Разновидностью гибкого миканита является микалента — ленточный материал из склеенных пластинок слюды с двухсторонней подложкой из микалентной бумаги или стеклоленты (стекломикалента). Тол-

щина микалент 0,13 или 0,17 мм. Их применяют главным образом для изоляции обмоток высоковольтных машин. В зависимости от клеящего состава и материала подложек микаленты относятся к классам нагревостойкости В, F или H. Микалента поступает свернутой в рулоны и упакованной в плотно закрытые жестяные коробки. Вынутая из коробки микалента должна быть сразу же использована, так как на воздухе она быстро пересыхает и становится непригодной.



Рисунок 3 – Микалента.

Изготовление материалов на основе щепаной слюды — чрезвычайно трудоемкий процесс и до сих пор не механизированный, так как требуется предварительное расщепление кристаллов слюды на пластинки (отсюда название — щепаная слюда), их калибровка и равномерная наклейка по слоям на подложку.

В настоящее время применяют материалы, в которых используются не пластинки слюды, а ее мелкие чешуйки, полученные механическим раздроблением кристаллов. Из чешуек изготавливают слюдинитовую бумагу, которая служит основой для ряда изоляционных материалов, аналогичных миканитам. С помощью связующих материалов и подложек из стеклоткани получают коллекторный и формовочный слюдиниты, гибкие слюдиниты и стеклослюдиниты, слюдинитофолии и стеклослюдинитофолий, слюдинитовые и стеклослюдинитовые ленты и другие материалы, вполне заменяющие миканиты. В то же время они намного дешевле и технологичнее, чем изоляционные материалы на основе щепаной слюды.

Из более крупных чешуек слюды изготавливают слюдопластовые материалы, аналогичные слюдинитовым, но имеющим более высокие механические свойства (коллекторный, формовочный прокладочный слюдопласт, слюдопластофолий, слюдопластовые ленты и т. п.). Эти материалы не уступают по своим электрическим свойствам соответствующим сортам миканитов, но превосходят их по гибкости, поэтому широко используются в современных изоляционных конструкциях.

Изоляционные материалы, изготовленные из стеклянного волокна, — стеклоленты и стеклоткани, обладают высокой нагревостойкостью и большой прочностью на разрыв, но они не стойки к истиранию и повреждаются при многократных изгибах. Их используют как вспомогательные при изолировании обмоток, а также в качестве подложек для изготовления стекломиканитов и композиционных материалов на основе слюдинитов, например стеклослюдинита. Пропитка лаком повышает их механическую прочность, но снижает нагревостойкость, так как сами стекловолокнистые материалы имеют большую нагревостойкость, чем пропитывающие лаки.

Среди стекловолоконистых материалов следует выделить стеклоленты из нетканого стекловолокна, имеющие очень большую прочность на разрыв. Их используют для бандажирования лобовых частей обмоток, расположенных на роторах, вместо ранее применявшейся для этой цели стальной бандажной проволоки.

Из целлюлозы делают различные бумаги и электрокартон, а из хлопчатобумажной пряжи — полотна и ленты. Электрическая прочность этих материалов невелика, но они дешевы, легко изгибаются и имеют сравнительно большую механическую прочность. Их применяют для механической защиты других, менее прочных изоляционных материалов и в качестве прокладок. По нагревостойкости они относятся к классу У. Пропитка лаком повышает их нагревостойкость до класса А. Пропитанные лаком хлопчатобумажные ткани носят название лакотканей. Раньше их широко применяли в обмотках классов нагревостойкости изоляции А. В изоляции современных машин вместо хлопчатобумажных лент и тканей почти всегда применяют стеклоленты и стеклоткани.

Изоляционные материалы на основе асбеста обладают высокой нагревостойкостью и механической прочностью, но в электрических машинах находят ограниченное применение из-за их низкой теплопроводности и высокой гигроскопичности.

Литература

1. www.elcer.com.ua
2. <https://dic.academic.ru>
3. www.izzi.ru
4. <https://aizol.com.ua>