

УДК 621.3.04

СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ И ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ЭЛЕКТРОМАШИНОСТРОЕНИИ

Сывнов С.В., магистрант гр. ЭПм-181, I курс

Научный руководитель: Захарова А.Г., д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва
г. Кемерово

Теоретические основы электромашиностроения были заложены в 1821 году М. Фарадеем, установившим возможность преобразования электрической энергии в механическую и создавшим первую модель электродвигателя. Большой вклад в эту отрасль так же внесли работы Д. Максвелла и Э.Х. Ленца. Из отечественных учёных нельзя не отметить Б.С. Якоби и М.О. Доливо-Добровольского, которые разработали и создали конструкции двигателей, пригодных для практического использования. Также внимания заслуживает П.Н. Яблочков, имеющий большие заслуги в создании трансформаторов и их практическом применении.

Если начале XX века отечественное электромашиностроение не существовало как самостоятельная отрасль промышленности, то на данный момент она является одной из самых развитых отраслей, имея в своём распоряжении крупные заводы и профессионально подготовленные рабочие кадры. К крупным отечественным производителям электрических машин относятся «Снежинский завод специальных электрических машин» г. Снежинск, «СВЭЛ» г. Екатеринбург, «Барнаульский трансформаторный завод» г. Барнаул, «Ленинградский металлический завод» г. Санкт-Петербург. Из зарубежных стоит отметить «WEG», Бразилия, «General Electric», США, «Power Link», Китай, «FAULHABER», Германия.

В современном мире электроэнергетика является основой для развития любой отрасли промышленности, которая определяет прогресс текущего производства. В любых странах темпы развития энергетики, как правило, опережают темпы развития других отраслей. Это связано с тем, что на сегодняшний момент в любой отрасли для производства готовой продукции используются специальные электрические машины (ЭМ), которые работают от электричества. В случае, если имеющиеся запасы электрической мощности не будут удовлетворять запросам потребителей, произойдёт остановка развития производства и снижение темпа роста экономики. С каждым годом происходит увеличение производимой продукции и, тем самым, увеличение потребления электроэнергии. На рисунке 1 представлена динамика роста потребления электроэнергии в период с 1990 по 2013 годы. На нём видно, что преимущественно для всех стран эта динамика является положительной. Это приводит к тому, что необходимо конструировать новые электрические

машины, которые будут способны вырабатывать и передавать большое количество электроэнергии.

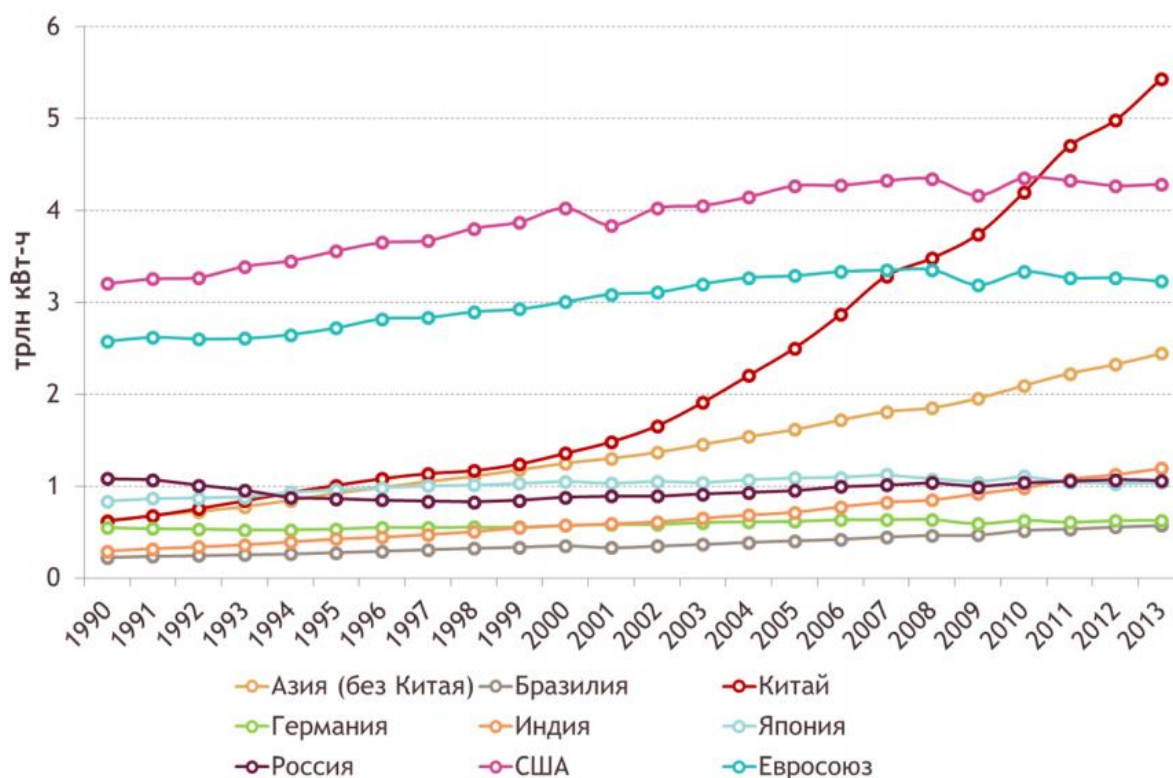


Рисунок 1 - Потребление электроэнергии в странах мира, трлн кВт·ч, 1990-2013 годы [1]

Для выработки и передачи большой мощности необходимы мощные электрические машины (генераторы, трансформаторы). При этом источник мощности и его потребитель зачастую находятся на некотором расстоянии друг от друга и, чем больше это расстояние, тем больший класс напряжения необходимо использовать, чтобы избежать больших потерь мощности. Также с увеличением потребляемой мощности увеличивается токовая загрузка электрических машин, а это приводит к нагреву всех элементов машины. При достижении предельной температуры происходит ускоренное старение изоляции, что приводит к снижению её электроизоляционных свойств. Рост тока также приводит к росту величины магнитного потока, часть которого рассеивается, наводит вихревые токи в листах шихтованной стали магнитной системы магнитопроводящего материала. Вихревые токи также приводят к дополнительному нагреву элементов ЭМ.

Исходя из вышеизложенных проблем, возникает необходимость в создании новых изоляционных и конструкционных материалов для строительства электрических машин, которые увеличат их КПД и срок службы.

Основные задачи электроизоляционных материалов – предотвращение утечки электрических зарядов, разделение токопроводящих элементов и обеспечение безопасных условий работы электротехнического персонала. На

сегодняшний момент электроизоляционные материалы классифицируются следующим образом:

- а) композиционные материалы на основе натуральных компонентов (рисунок 2). К ним можно отнести целюлозу, каучук, ткани из хлопка и шёлка. При этом максимальная температура нагрева не должна превышать $+90^{\circ}\text{C}$;

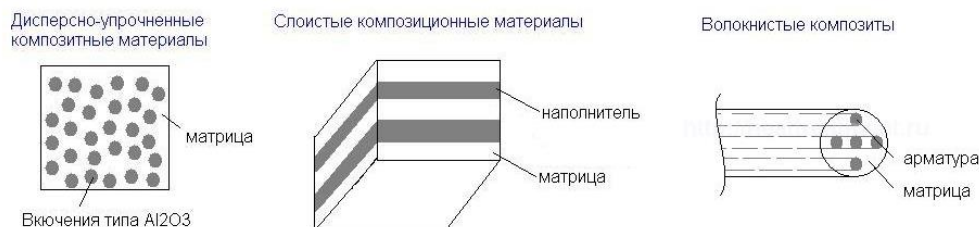


Рисунок 2 - Виды композиционных материалов

- б) слоистые пластики, намотанные изделия и волокнистые материалы, пропитанные жидкими диэлектриками (рисунок 3). Максимальная температура нагрева таких материалов не должна превышать $+120^{\circ}\text{C}$;

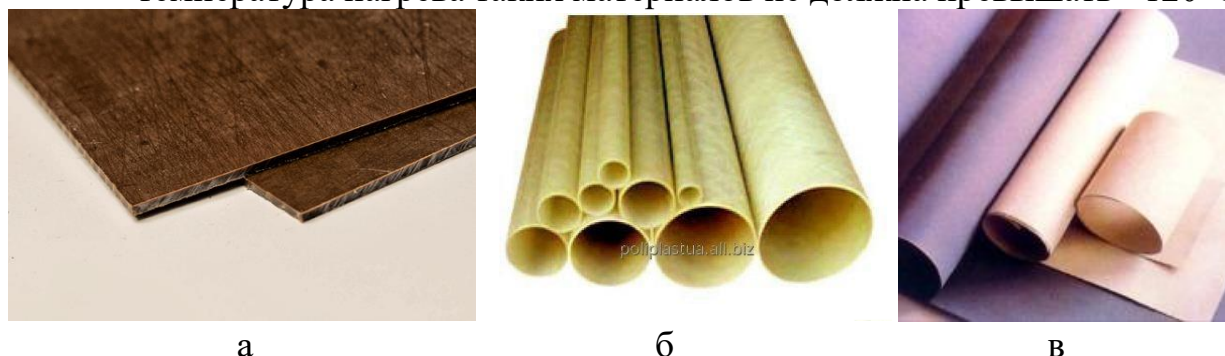


Рисунок 3 - Слоистые пластики (а); намотанные изделия (б); волокнистые материалы (в)

- с) композиционные материалы на основе полимерных плёнок, стеклотканей и синтетических бумаг (рисунок 4). Используются в качестве междофазной и межслойной изоляции малой и средней мощности;

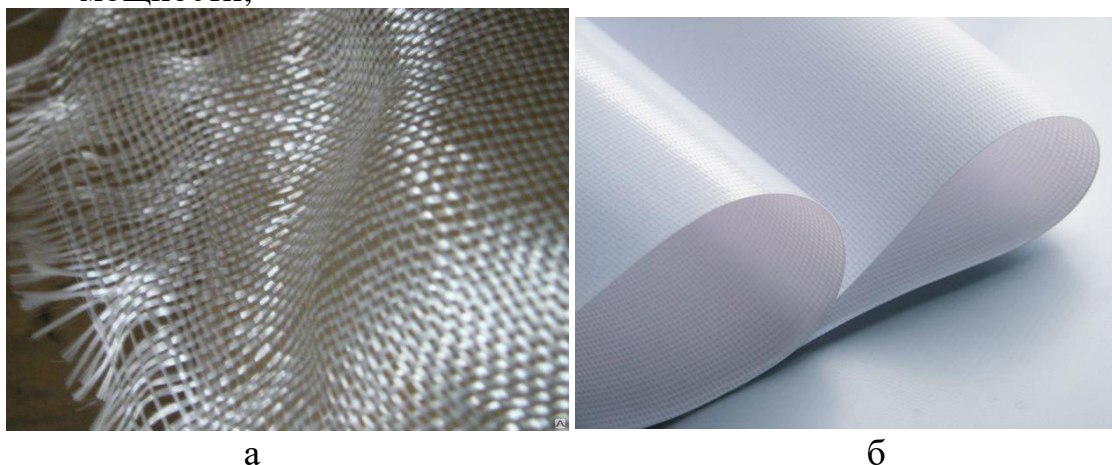


Рисунок 4 - Стеклоткань (а); синтетическая бумага (б)

- d) изоляционные материалы на основе натуральной слюды и слюдобумаг (рисунок 5). Максимальная температура нагрева таких материалов может достигать $+150^{\circ}\text{C}$;



Рисунок 5 - Электроизоляционная слюда

- e) электроизоляционные эмали, лаки, порошковые краски. Они применяются для пропитки обмоток, обустройства защиты корпусов электродвигателей;
- f) наноматериалы. На сегодняшний момент является наиболее перспективной электроизоляционной технологией. В качестве изоляции используются полимеры с толщиной плёнки 5-250 мк. Даже имея такой тонкий слой, электрическое сопротивление изоляции остаётся высоким и по качеству не уступает компаундам. Имеет так же ряд преимуществ:
- устойчиво к химически активным веществам;
 - сохраняет свойства при резких перепадах температур;
 - долговечна;
 - устойчива к механическому воздействию;

К конструкционным материалам относятся не только материалы магнитной системы, но и токопроводящие материалы. В современных ЭМ в токовой части должны использоваться материалы с высокой проводимостью. Они должны иметь минимальное значение удельного электрического сопротивления, высокие механические свойства, легки в обработке, иметь малое переходное сопротивление и легко поддаваться пайке, иметь стойкость к коррозии. Наиболее распространены медь, алюминий, железо, цинк, олово, магний, свинец, а также их сплавы. В качестве проводникового материала используется медь марок М1 и М0. Но так как медь дефицитный материал, то используют его сплавы. Распространены сплавы медь-олово, медь-алюминий, медь-кремний. Их также называют бронзами. Более распространённый и дешёвый материал – алюминий и его сплавы. Его удельное электрическое сопротивление больше, чем у меди в 1,63 раза, поэтому повсеместное замещение меди алюминием невозможно. Для повышения механической прочности используются сплавы: альдрей, силумин, дюраль.

Для изготовления магнитной системы используют материалы, имеющие малое магнитное сопротивление. К ним можно отнести углеродистые стали. Они выпускаются в виде прямоугольных и круглых сечений.



Рисунок 6 - Углеродистая сталь

Серый чугун. Как правило не используется для изготовления магнитных систем, если это экономически необоснованно. Однако нашёл применение для оснований и стоек.

Электротехническая сталь. Обычно сплав железа и кремния. Имеет улучшенные ферромагнитные свойства. Имеет высокую магнитную проницаемость, низкую коэрцитивную силу, узкую петлю гистерезиса и большое удельное электрическое сопротивление.

Современная тенденция развития электроэнергетики будет так или иначе связана с новыми открытиями в области электромашиностроения. Улучшение свойств современных машин, увеличение их пропускной способности будет создавать дополнительные свободные мощности для потребления. Крупные компании, которые заинтересованы в увеличении отпуска готовой продукции, не оставят без внимания этот факт. Поэтому можно сделать вывод, что даже небольшое изменение состава обычной стали или же изоляционного материала может привести к повышению КПД электрической машины. А это, в свою очередь, приведёт к положительному экономическому эффекту.

Список литературы

1. А. Голяшев. Динамика потребления электроэнергии как индикатор экономической активности. Бюллетень социально-экономического кризиса в России / А. Голяшев, Е. Буряк, Л. Анна, К. Вера. – Выпуск № 10. – Москва: Аналитический центр при правительстве Российской Федерации, февраль 2016.– С. 19;
2. С. Игнатов. Отраслевой электротехнический портал [Электронный ресурс]: электроизоляционные материалы: классификация, свойства и сфера применения / С. Игнатов. – Информационный портал. – Режим доступа: <https://marketelectro.ru/content/elektroizolyacionnye-materialy-klassifikaciya-svoystva-i-sfera-primeneniya>, свободный;

3. О.В. Чудина. Конструкционные и электротехнические материалы в транспортном машиностроении: учеб. пособие / О.В. Чудина, В.А. Александров. – М.: МАДИ, 2017. – 228 с.