

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Современной тенденцией развития электротехники является создание продукта с новыми потребительскими свойствами, с лучшими техническими параметрами, более высокой надежности в эксплуатации и точно адаптированной к конкретным условиям применения. Данная тенденция сопровождается оптимизацией, интенсификацией и унификацией технологии, что необходимо для снижения затрат на производство и, как следствие, цены. Решение этих задач невозможно, в частности, без оптимизации параметров и технологии изготовления комплектующих, необходимых для конечного изделия.

В России, из всего ассортимента электротехнических изделий сохранены максимальные объемы производства в секторе электродвигателей. Рассмотрим, как на конструкцию и технологию производства электродвигателей влияют параметры эмалированных проводов.

Производство эмалированных проводов

Современная технология производства эмалированных проводов имеет ряд важных отличительных черт.

Высокие скоростные параметры технологического оборудования реализованы за счет:

- интенсификации процессов формирования эмалевого покрытия (испарения растворителя и полимеризации), что достигается увеличением скорости циркуляции нагретого воздушного потока в зоне печи эмалирования и, что наиболее важно для нашего анализа, уменьшением толщины наносимого за один проход слоя лака. Для достижения необходимой толщины электроизоляционного покрытия количество слоев лака доводится до 25. Такое количество слоев требует высокой точности изготовления инструмента (калибров), используемого для нанесения каждого слоя лака, точности позиционирования этого инструмента, тщательного контроля его состояния. В то же время точность изготовления и позиционирования инструмента обеспечивает дополнительные потребительские свойства эмалированного провода, а именно: технолог имеет возможность относительно легко управлять толщиной эмалевого пленки за счет изменения количества слоев лакового покрытия. Достижение высоких скоростей возможно только при использовании электротехнических лаков, формирующих эмалевое покрытие, обладающих стабильностью параметров (сухой остаток и вязкость). С применением нового оборудования возможно не только увеличение количества градаций по толщине покрытий, но и обеспечение стабильности толщины лакового покрытия при любой градации на всей длине провода. Современные конструкции эмалированного провода имеют 3 и более градации по толщине эмалевого покрытия;

- правильного выбора геометрических параметров станка, например длины рабочей зоны в печи отжига, что обеспечивает необходимую мягкость эмалированного провода;
- совмещения операций волочения и эмалирования.

При совмещении операций волочения и нанесения эмалевого покрытия движение медной жилы в обоих процессах происходит в одну сторону, дефекты медной жилы (микроразуслы, отслоения) заглаживаются инструментом. Заготовка медной жилы поступает на операцию нанесения лакового покрытия без вылеживания на промежуточном складе, что исключает ее окисление, загрязнение, повреждение. Такие технологические особенности повышают величину и стабильность электрической прочности изоляции по всей длине провода.

Высокие скоростные параметры станка реализованы также за счет применения строго подобранных и стабильных по своим техническим и технологическим свойствам вспомогательных материалов, что также повышает стабильность параметров эмалированного провода.

На стабильность параметров эмалированного провода положительно влияет неукоснительное исполнение всех видов регламентов, сопровождающих технологический процесс.

Современные станки оснащены активными измерительными устройствами, позволяющими регистрировать фактическое количество дефектов эмалевого покрытия во всех диапазонах диаметров, измеренное при высоком напряжении по всей длине эмалированного провода. При этом не происходит разрушения эмалевого покрытия.

Отмеченные особенности технологии, реализованные на современном оборудовании, определяют ряд дополнительных свойств эмалированного провода, полезных для разработчика электротехнического изделия, которые невозможно обеспечить на старом оборудовании, в том числе:

- стабильность геометрических размеров;
- стабильность электрической прочности изоляции по всей длине провода;
- нормирование количества микроповреждений эмалевого покрытия по длине провода;
- увеличение количества градаций по толщине эмалевого покрытия.

Производство электродвигателей

Развитие технологии производства электродвигателей характеризуется следующими направлениями:

- расширение линейки мощностей электродвигателей в существующих габаритах;
- оптимизация конструкций электродвигателей к области применения;

- минимизация затрат на производство за счет упрощения технологии и унификации применяемых узлов и деталей;
- повышение использования электротехнических свойств применяемых материалов (сталь, медь и др.);
- снижение стоимости применяемых материалов;
- изменение конструктивных особенностей электродвигателей.

С целью унификации технологии производства электродвигателей разных мощностей используется цельнолитая конструкция корпуса. Изменение мощности электродвигателя достигается за счет изменения длины пакета железа и за счет увеличения количества витков без изменения формы железа статора. Для изменения коэффициента заполнения паза при неизменном диаметре медной жилы необходимо выбрать эмалированный провод с меньшей градацией толщины изоляции. Разница площади поперечного сечения эмалированного провода в случаях максимально и минимально допустимых толщинах изоляционного покрытия составляет до 20 %. При этом за счет длины пакета железа изменяется длина витка, за счет снижения толщины эмалевого покрытия увеличивается количество витков. Таким образом, конструктор, изменяя количество витков и длину пакета железа, имеет возможность выстраивать линейку мощностей без больших изменений технологии, при одной высоте оси электродвигателя.

Важным является вопрос выбора токовой нагрузки медной жилы. При расчете электротехнического изделия определяется температура в центре обмотки в соответствии с температурным индексом эмалированного провода, что и определяет плотность тока.

Надежность эмалевого изоляционного покрытия определяется развитием теплового пробоя в местах ослабления (микродефекты) электрической прочности эмалевого покрытия.

Как было показано выше, современная технология значительно повышает стабильность параметров, в том числе электрической прочности эмалевого покрытия по всей длине. Снижение количества микродефектов и их нормирование повышают надежность эмалевого покрытия. В комплектации эмальстанка имеются устройства измерения количества микродефектов. Следовательно, конструктор электродвигателя получает возможность повысить точность расчета, ужесточить нормативные коэффициенты применения эмалированного провода.

Надежность эмалевого покрытия подтверждается приведенной ниже статистикой электрической прочности изоляции:

Марка провода	ПЭТ-155
Диапазон диаметров	0,560–1,800 мм

Норма в соответствии с ТУ	более 5,5 кВ
Количество испытанных образцов	120000 шт.

Доля образцов, %, с электрической прочностью изоляции от 5,5 кВ до 8 кВ	10
свыше 8 кВ	90

У провода, растянутого перед испытаниями на 5 %, электрическая прочность снижается на 3,2 %, а у растянутого на 10 % – снижается на 10 %, причем минимальные показатели составляют 5 кВ.

Таким образом, при подобранной, исходя из температурного индекса эмалевого изоляционного покрытия, максимальной токовой нагрузке на жилу гарантируется надежность электродвигателя.

В то же время существуют граничные условия, которые необходимо выполнять для достижения результата. Например, эмалированный провод, ударяющийся о стойку размоточного устройства, или проходящий через прорезанный ролик, теряет все свойства, достигнутые за счет применения качественных материалов и особенностей современного технологического оборудования. Поврежденный провод необходимо защищать мощной пазовой и межфазной изоляцией, пропиткой, провод должен иметь значительный запас по толщине эмалевого покрытия. Граничным условием в данном случае является сохранение целостности эмалевого покрытия в процессе переработки эмалированного провода, что достигается использованием современного намоточного оборудования.

Наряду с совершенствованием технологического оборудования совершенствуются и конструкции эмалированного провода. В качестве примеров можно привести:

- самоспекающийся, эмалированный провод, который позволяет производить спекание обмотки в монолит без применения пропиточных составов;
- эмалированный провод, имеющий низкий коэффициент трения без применения специальной смазки.

Имеются предпосылки для разработки короностойкого эмалированного провода, что особенно важно для применения в электродвигателях, управляемых электронными системами, в которых, в связи с особенностями формы питающего напряжения, формируется высокочастотная составляющая при напряжении до 1600 В и более.

Проведенный обзор показывает, что имеются достаточно большие перспективы совершенствования конструкций электротехнических изделий с учетом новых возможностей, предоставляемых эмалированными проводами, изготавливаемыми с использованием современных технологий.

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ «ОСНОВЫ КАБЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ»

В настоящее время готовится к изданию учебное пособие «Основы кабельной техники». Его планируется выпустить в свет в июне 2009 г.

Учебное пособие предназначено для ознакомления работников кабельной промышленности и потребителей, не имеющих специального технического образования, с основными элементами кабельного производства.

В учебном пособии будут освещены следующие вопросы:

- классификация кабельных изделий и их основных конструктивных элементов;
- основные материалы, применяемые при производстве кабелей и проводов;
- элементы теории кабелей и проводов различного назначения;
- конструкции и технические характеристики основных типов современных кабельных изделий;
- технология изготовления и технологическое оборудование, применяемое при производстве кабельных изделий.

Тираж издания – 1500 экземпляров.

Предварительные заявки на приобретение учебного пособия принимаются редакцией журнала «Кабели и провода» начиная с декабря 2008 г.