

## Извлечение обмоток из пазов статора электрических машин мощностью до 80 кВт

Емелин Антон Валерьевич, кандидат технических наук, доцент  
Зименский Артем Сергеевич, инженер

Савенко Алексей Валентинович, кандидат технических наук, профессор  
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина (г. Краснодар)

**Аннотация.** В работе рассмотрены различные варианты извлечения обмоток из пазов электрических машин. Приведена очередность проведения технологических операций по извлечению обмоток.

**Ключевые слова:** обмотка, статор, якорь, пазы, сердечник, коллектор, катушка.

Обмотки низковольтных машин мощностью до 80 кВт изготовлены, как правило, из круглого провода диаметром от 0,15 до 2,00 миллиметров. Число витков в пазах этих машин достигает более сотни и уменьшается при увеличении мощности [1, с. 25-73]. При диаметре провода 0,8-1,2 миллиметра число витков составляет несколько десятков. В машинах большей мощности обмотку выполняют из прямоугольного провода.

Медный провод обмотки из круглого провода при ремонте не восстанавливают, а вырезают, и отправляют в дальнейшем на переработку. На токарных станках срезают одну из лобовых частей, а оставшуюся обмотку вытаскивают с другой стороны, предварительно разогрев изоляцию в печи или размягчив ее растворителем или высокочастотным нагревом [2, с. 46-49]. Для отрезки лобовых частей чаще всего используют токарные станки и ножовые резцы или ножовые фрезы [3, с. 88-89]. Статор устанавливают патрон и зажимают кулачками, при этом необходимо, чтобы длина кулачка перекрывала не менее 60% длины сердечника. Резец заводится в статор и около самого сердечника отрезается лобовая часть обмотки. При этом станок должен быть настроен, так чтобы резец отрезал без стружки и не затягивал провод.

Изоляцию обугливают в печах при температуре 300-400°C в течение 3-6 часов. При более низкой температуре не происходит выгорания изоляции, а при более высокой температуре нарушается межлистовая изоляция сердечника и возможно изменение магнитных свойств электротехнической стали в сторону ухудшения [4, с. 60-65]. Статоры необходимо устанавливать в печах в горизонтальном положении. Необходимо учитывать, что при нагреве возможны ослабления посадок сердечника статора в корпусе, а у алюминиевых корпусов потеря размеров основных посадочных поверхностей. Обмотку извлекают после остывания статора до 50-70°C вручную или на специальном станке. Статор устанавливается на стол, крючки зацепляются за обмотку и пневмоцилиндр дает движение штока, с которым соединены крючки. После извлечения обмотки необходимо удалить из пазов оставшуюся изоляцию и продуть сердечник сжатым воздухом [5, с. 300-301]. Изоляция удаляется вручную напильником или другим острым инструментом. Для размягчения изоляции статор помещают в ванну с горячим 5-10%-ным раствором кау-

стика или соды и выдерживают 5-7 часов при температуре 60-90°C. После извлечения обмоток сердечник промывают в горячей воде.

Наиболее эффективным является извлечение обмоток способом размягчения лака при нагреве сердечника токами высокой частоты. При этом размягчается пропиточный лак, находящийся между сердечником и пазовой изоляцией. Пропиточный лак, находящийся между проводами и пазовой изоляцией, нагревается меньше, так как располагается дальше от нагреваемого тела - сердечника [6, с. 26-27]. При извлечении обмотки вместе с ней вынимается вся пазовая изоляция, потому что сцепление между сердечником и пазовой изоляцией слабое, а между обмоткой и пазовой изоляцией достаточно сильное. После извлечения обмоток паз получается чистым и не требует дополнительной очистки [7, с. 61-62].

При использовании высокочастотной установки для размягчения лака и удаления обмотки, статор устанавливается на специальный, регулируемый подъемный стол и ориентируют его в пространстве, так чтобы центр статора совпадал с центром индуктора. В соответствии с внутренним диаметром и длиной сердечника выбирают индуктор, при этом зазор между индуктором и внутренним диаметром сердечника должен быть минимальным и не превышать 1,5 миллиметра [8, с. 9-10]. К индуктору подключается наружное охлаждение. Выжигание изоляции происходит в течение 10-25 минут, в зависимости от геометрической формы и массы, затем обмотку извлекают из пазов статора.

Обмотки роторов и якорей из круглого провода извлекают таким же способом, при этом отрезание одной лобовой части производится дважды: около сердечника и коллектора [9, с. 196-199].

Обмотку статоров из прямоугольного провода извлекают, не обрезая лобовых частей. Статор разогревают при температуре 300-400°C, при этом изоляция обугливается, удаляют крепежные элементы, скрепляющие катушки между собой и с бандажным кольцом, выбивают клинья. Примерно в 60-75% используют двухслойные обмотки. Вначале достают из паза стороны катушек лежащих сверху. Каждая катушка состоит из двух полукатушек, поэтому вначале вытаскивают прокладку под клином, полукатушку, лежащую под шлицом, а затем полукатушку лежащую рядом [10, с. 1797-1811]. Извлеченные стороны катушек оставляют в расточке сердечника, и только после того, как извлекут из паза количество катушек равное

шагу обмотки, можно доставать верхнюю и нижнюю сторону катушек и вытаскивать ее из сердечника. Нижнюю сторону катушки извлекают из паза также в два приема: сначала прокладку между катушками, а затем две полукатушки поочередно. После чего пазы

зачищают от корпусной изоляции и прокладки, лежащей на дне паза. Завершающей операцией является дефектовка очищенных от изоляции деталей электрических машин.

#### Литература:

1. Антонов М.В. Технология ремонта и сборки электрических машин и аппаратов. М., 1986.
2. Емелин А. В. Определение коэффициента несимметрии напряжений по нулевой последовательности / А. В. Емелин, А. В. Савенко // Актуальные проблемы энергетики АПК : материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. / под общей редакцией В. А. Трушкина. – 2016. – С. 46–49.
3. Емелин А. В. Проблемы качества электроэнергии в современном производстве / А. В. Емелин, В. С. Вельмисев, М. А. Калюта // Актуальные проблемы энергетики АПК : материалы X национальной науч.-практ. конф. с международным участием / под общ. ред. В. А. Трушкина-на. – 2019. – С. 88–89.
4. Амерханов Р. А. Методика и аппаратные средства проведения обследования систем электроснабжения предприятий АПК / Р. А. Амерханов, А. В. Емелин, А. В. Савенко // Энергосбережение и водоподготовка. – 2018. – № 4 (114). – С. 60–65.
5. Курзин Н. Н. Особенности в методике преподавания курса общей физики на биологических факультетах университета / Н. Н. Курзин, А. В. Емелин // Качество высшего образования в аграрном вузе : проблемы и перспективы : по материалам учеб.-метод. конф. Отв. за вып. Д. С. Лилякова. – Краснодар, 2019. – С. 300–301.
6. Емелин А. В. Методики обработки результатов энергоаудита / А. В. Емелин, А. В. Савенко, А. С. Зименский // Современное развитие науки: вопросы теории и практики : сб. материалов II Междунар. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 26–27.
7. Тропин В.В. Методика определения потерь энергии в четырехпроводной электрической сети по показателям счетчиков электроэнергии /Тропин В.В., Савенко А.В., Емелин А.В. // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. 2007. № S1. С. 61–62.
8. Савенко А.В. Определение длины линии 0,4 кВ электрической сети на имитационной математической модели / А. В. Савенко, А. В. Емелин, В. А. Перепечин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2007. – № 8. – С. 9–10.
9. Савенко А. В. Математическое моделирование системы электроснабжения и электропотребления предприятия АПК при проведении на нем экспресс-энергоаудита / А. В. Савенко, А. В. Емелин // Труды Междунар. науч.-тех. конф. Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. – 2008. – Т. 1. – С. 196–199.
10. Савенко А. В. Аппаратные средства определения относительного отклонения напряжения и коэффициентов несимметрии напряжений по нулевой и обратной последовательности на предприятиях АПК / А. В. Савенко, А. В. Емелин, М. В. Удалый // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 111. – С. 1797–1811.