

# Предисловие

Актуальность монографии обусловлена тем, что электрические машины являются одним из самых распространенных видов электротехнической продукции и применяются в разнообразных отраслях промышленности. Отказ электрической машины приводит к аварийным ситуациям, к простоем оборудования и, как следствие, к высоким экономическим затратам на ликвидацию результатов отказа машины. Наибольший ущерб отечественной экономике наносит отказ электрических машин при разведке, добыче и транспортировке георесурсов в нефтедобывающей, горнорудной, угольной, химической и других отраслях промышленности, так как эти отрасли в настоящее время являются основой формирования бюджета страны.

Надежность и безотказность работы этих машин в значительной степени определяется технологическими операциями намотки, пропитки и сушки обмоток. При этом на стадии намотки обмоток происходит вытяжка провода, соприкосновение его с элементами намоточного оборудования. Эти механические воздействия на изоляцию провода вызывают образование в ней многочисленных дефектов в виде разрывов, трещин, сдиров и проколов. Наряду с входной дефектностью изоляции проводов образованные в ней дефекты приводят к значительному снижению качества изоляции обмоток. Именно эта технологическая операция вызывает резкое снижение показателей качества электрических машин. Поэтому контроль изоляции провода на этой операции просто необходим, так как только такой контроль позволяет выявить причины высокой дефектности в изоляции проводов и оперативно их устранить. Операция пропитки, наоборот, является единственной операцией, которая в какой-то степени способна устранить («залечить») образованные при намотке дефекты.

Кроме того, на операциях пропитки и сушки формируются важнейшие качественные характеристики обмоток: электроизоляционные, тепловые, влагостойкие и механические. Все эти свойства зависят от степени заполнения межвитковых и прикорпусных полостей обмотки пропиточным составом. В случае некачественной пропитки обмоток возможно появление дефектов в межвитковой изоляции в период хранения и транспортировки оборудования к месту эксплуатации, что неизбежно приводит к снижению надежности изоляции обмоток. Совершенствование указанных операций невозможно

осуществлять без надлежащих способов неразрушающего контроля качества проведенной этой операции. Поэтому разработка методов контроля дефектности изоляции проводов обмоток, качества пропитки обмоток и степени отверждения пропитанной изоляции является весьма актуальной проблемой.

В основу книги положены оригинальные работы автора и его коллег. Значительный вклад в разработку рассмотренных в монографии методов контроля внесли В.В. Носов, Н.А. Косенчук, М.В. Хабаров, Г.Г. Зиновьев, В.Г. Христюков, С.Ш. Щерб, А.Д. Елеушов, В.Ф. Дунаф, которым я приношу свою искреннюю благодарность.

# Введение

Безотказность электрических машин — один из важнейших показателей надежности, так как отказ двигателя приводит к аварийным и часто к опасным для здоровья и жизни людей факторам. Наибольшую опасность для людей представляют отказы электродвигателей в производствах горнодобывающей, нефтяной, газовой и других производствах сырьевой промышленности [1]. Именно в этих отраслях промышленности электрические машины широко используют в качестве электроприводов бурильных установок [2], шахтных вентиляционных устройств [3], в погружных электроцентробежных насосах при добыче нефти [4], в лебедках и других транспортных средствах [5], где их отказ может привести к возникновению чрезвычайных ситуаций и даже к гибели людей. Самым ненадежным узлом электрической машины является изоляция их обмоток [1, 6].

Показатели надежности изоляции обмоток электрических машин закладываются в процессе их производства и зависят от качества изоляции обмоточного провода, от намоточного оборудования, технологии пропитки и сушки обмоток [7–12]. При этом в процессе намотки обмоток происходит снижение показателей их надежности из-за образования многочисленных дефектов в эмалевой изоляции проводов, обусловленных вытяжкой провода, растрескиванием изоляционной пленки обмоточных проводов, образованием в ней сдиров и проколов. Операция пропитки обмоток, наоборот, способствует повышению качества изоляции обмоток, так как на этой операции пленкой пропиточного состава скрываются дефекты в витковой, межфазной и корпусной изоляции. При этом качество изоляции пропитанных обмоток зависит не только от свойств самого пропиточного состава, но и от того, какое количество этого состава проникло в полости обмоток и как он распределился по указанным полостям. В результате пропитки обмоток повышаются не только их электроизоляционные свойства, но и их теплопроводность, влагостойкость, монолитность и другие характеристики, повышающие надежность изоляции обмоток.

При некачественной пропитке, когда степень заполненности межвитковых и прикорпусных полостей пропиточным составом низка, усугубляется процесс проникновения влаги и пыли в обмотки электрических машин. При этом в изоляции обмоток образуются

многочисленные поры и капилляры, в которые реализуется проникновение и адсорбция влаги и пыли, что приводит ускоренному старению изоляции обмоток, к значительному повышению вероятности отказа изоляции указанных обмоток [7–14].

Повышение качества изоляции обмоток невозможно осуществить без совершенствования технологии пропитки и сушки. Совершенствование этих операций, оперативное устранение технологических причин, приводящих к некачественной пропитке и сушке, невозможно реализовать без разработки и внедрения неразрушающих методов контроля качества проведения указанных технологических операций. Попытки создания точных и информативных способов контроля качества пропитки предпринимались в работах ряда исследователей [15–29]. В основу контроля в этих работах было положено измерение ёмкости обмоток относительно магнитного сердечника до пропитки и после неё. Такой контроль позволяет оценить только качество пропитки прикорпусных полостей обмотки. Однако этим способом невозможно определить наиболее важный параметр — степень заполнения пропиточным составом межвитковых полостей обмотки, а также нельзя оценить, как распределился пропиточный состав по фазам обмотки.