

# Выбираем импульсный тестер электродвигателей. На что обратить внимание?

А. Юдин<sup>1</sup>

УДК 621.317 | ВАК 05.11.08

Импульсный тестер электродвигателей, или импульсный тестер обмоток, – это прибор, позволяющий определить дефекты изоляции в обмотке электродвигателя, в том числе дефекты межвитковой изоляции, которые являются одними из наиболее сложно диагностируемых. При выборе такого прибора важно учитывать целый ряд критериев. Основные моменты, на которые стоит обратить внимание перед покупкой тестеров данного типа, рассматриваются в статье.

## КЕМ И ГДЕ БУДЕТ ЭКСПЛУАТИРОВАТЬСЯ ТЕСТЕР?

Чаще всего тестеры данного типа эксплуатируют либо на предприятиях, производящих электродвигатели, либо на предприятиях, занимающихся их ремонтом. Еще одна сфера применения – диагностика парка электродвигателей предприятия. Среди предлагаемых решений нашего партнера, компании Schleich, есть стационарные и мобильные тестеры (рис. 1). Первые – хорошо подходят для производства, вторые – для выездной диагностики. Мобильные тестеры поставляются в ударопрочных кейсах, некоторые версии приборов работают от аккумуляторной батареи. У компании Schleich есть очень компактные и легкие модификации мобильных тестеров, но, к сожалению, с выигрышем в габаритах вы получаете и ограничения в характеристиках и возможностях тестера. Это как выбор между ноутбуком и стационарным компьютером. Первый – легче и компактнее, второй – производительнее и надежнее.

## КАКОЕ ИМПУЛЬСНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ ДОЛЖЕН ВЫДАВАТЬ ТЕСТЕР?

Для начала необходимо понять, что вы собираетесь тестировать? Чем будете руководствоваться при тестировании: стандартом, ТУ, внутренним регламентом предприятия? Если импульсный тестер выбирают для тестирования шаблонных катушек, тогда можно опираться на данные таблицы из стандарта ГОСТ IEC 60034-15-2014<sup>\*</sup>. В ней указаны предельные уровни импульсных напряжений для шаблонных катушек, используемых в машинах

переменного тока, в зависимости от номинальных напряжений. Также рекомендации по максимальному импульсному напряжению можно найти в документе «Объем и нормы испытаний электрооборудования», выпущенном РАО «ЕЭС России».

Если по каким-то причинам рекомендации этих документов вам не подходят, то можно воспользоваться следующими формулами:

$$U_{\text{тест. HVAC}} = 2 \cdot U_{\text{ном.}} + 1000 \text{ В,}$$

$$U_{\text{имп.}} = k \cdot U_{\text{тест. HVAC}}$$

где  $U_{\text{тест. HVAC}}$  – максимальное напряжение переменного тока,  $U_{\text{ном.}}$  – номинальное напряжение электродвигателя,  $k$  – коэффициент:  $k=1,5$  для двигателей после ремонта или для периодической диагностики,  $k=2$  при тестировании новой обмотки,  $U_{\text{имп.}}$  – импульсное напряжение тестирования.

Определив максимальное импульсное напряжение, необходимое для тестирования, можно подобрать соответствующий тестер. В названии тестеров фирмы Schleich серии МТС2 указано максимальное импульсное напряжение, выдаваемое установкой. Возможны следующие варианты: 6, 12, 15, 25, 30, 40 и 50 кВ. Также важно понимать, что установленное тестовое значение и реальное значение на обмотке всегда немного отличаются. Реальное значение ниже из-за емкости, возникающей между обмоткой и корпусом двигателя.

## КАКИЕ ОПЦИИ НЕОБХОДИМО РАССМОТРЕТЬ В ПЕРВУЮ ОЧЕРЕДЬ?

Одна из наиболее часто заказываемых опций импульсного тестера – функция измерения сопротивления. Тестеры низшей ценовой категории никогда не комплектуются

<sup>1</sup> ООО «Остек-Электро», ведущий специалист, yudin.a@ostec-group.ru.

\* Стандарт ГОСТ IEC 60034-15-2014. «Машины электрические вращающиеся. Часть 15. Предельные уровни импульсного напряжения для вращающихся машин переменного тока с шаблонной катушкой статора».



Рис. 1. Мобильные (а) и стационарные (б) тестеры компании Schleich. Источник: www.schleich.com

данной опцией. Как правило, приходится дополнительно приобретать микроомметр. При этом важно понимать, что в данном случае речи об автоматическом тестировании быть не может. Соответственно, на крупносерийных производствах значительная часть времени будет уходить на подключение. Еще желательно, чтобы при измерении сопротивления значения автоматически пересчитывались к температуре 20 °С. Это очень удобно, так как позволяет сравнивать результаты, полученные при разных температурах тестирования. Оператору нет смысла выполнять импульсный тест на обмотке двигателя, если разброс по сопротивлению между испытываемыми обмотками слишком большой. Некоторые тестеры сами измеряют температуру, автоматически проводят коррекцию измерений к 20 °С, имея информацию о материале обмотки. Другие же тестовые системы могут запрашивать у оператора температуру окружающей среды, что естественным образом сказывается на скорости тестирования, так как нарушается автоматизация процесса.

Часто в импульсных тестерах низшей ценовой категории нет функции тестирования высоким напряжением постоянного тока. Таким образом, для измерения сопротивления изоляции придется добавлять мегаомметр. У известных брендов возможность данного тестирования предусмотрена в базовой комплектации.

### ЧТО ТАКОЕ АВТОМАТИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ?

Автоматизация процесса особенно важна для тестирования на крупносерийном производстве. При разовых измерениях в процессе ремонта, конечно, можно обойтись и без нее. Но когда речь идет о тестировании серии изделий, когда важно время, затрачиваемое на работу с одним изделием, необходимо выбирать прибор, который умеет тестировать по готовой тестовой программе. К сожалению, даже именитые производители импульсных тестеров иногда лукавят, декларируя наличие такой возможности. Некоторые тестеры от очень известных

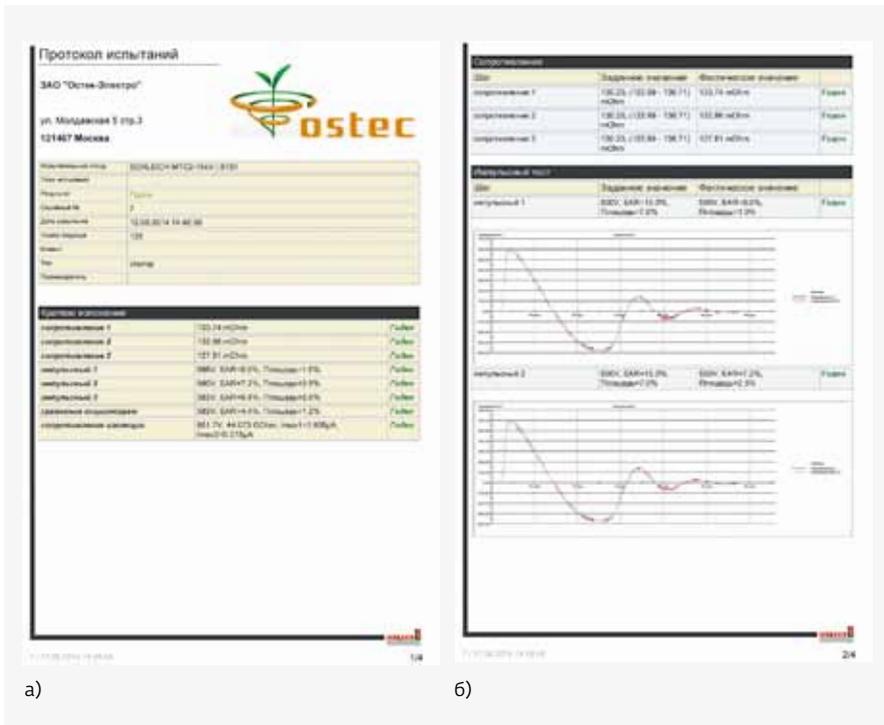
производителей требуют дополнительных манипуляций со стороны оператора в процессе «автоматического» тестирования. Например, для измерения омического сопротивления необходимо подключать клеммы одного типа, для проведения высоковольтных испытаний – другого. Трудно понять, о каком автоматическом тестировании идет речь, когда тестер при проверке каждого изделия требует от оператора дополнительных действий. Отличительная особенность всех импульсных тестеров компании Schleich, входящих в серии МТС2 и МТС3 (рис. 2), – наличие коммутационной матрицы, которая позволяет подключить измерительный модуль в нужный момент времени. Тем самым, вся линейка МТС поддерживает возможность автоматического тестирования. Требуется один раз подключить изделие, нажать кнопку «старт» и получить результат.

### ЛОКАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Вряд ли кто-то будет спорить, что интерфейс на русском языке делает программу более удобной в работе.



Рис. 2. Тестер МТС2 40KV и шаблонная катушка



**Рис. 3.** Пример отчета с логотипом компании на русском языке. Показаны первая (а) и вторая (б) страницы

Во-первых, привыкнуть к новому программному обеспечению (ПО) намного проще. Во-вторых, локализованное ПО не потребует от оператора знания английского языка. Программное обеспечение, установленное на сериях МТС2 и МТС3, переведено на русский язык. Это касается и формируемых программой отчетов. И, что немаловажно, в них могут быть включены данные и логотип компании, выполняющей тестирование (рис. 3).

**СТОИТ ЛИ ОБРАЩАТЬ ВНИМАНИЕ НА ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ ПРИЗНАК ПРИ ВЫБОРЕ ИМПУЛЬСНОГО ТЕСТЕРА?**

В современном мире понятие «качество выпускаемой продукции» все меньше связано со страной происхождения оборудования. Приобретая технически сложное устройство, никто не может быть застрахован от поломок. И никто из дистрибьюторов не имеет склада всех необходимых запчастей для ремонта импульсного тестера. Поэтому чаще всего при поломке поставщику придется доставлять запчасть для ремонта от производителя. Дистрибьюторы американских импульсных тестеров сроки ремонта нередко затягивают, аргументируя любые срывы как раз страной происхождения. Период ремонта может доходить до полугода.

Со страной происхождения могут быть связаны и другие особенности. Импульсный тестер – это

технически сложный прибор, который изготавливают под конкретного заказчика. Но совершенно иной подход у китайских производителей. В Китае есть такое понятие, как минимально возможное количество приборов для заказа (Minimum Order Quantity, MOQ). Если дистрибьютор не может заказать такое количество изделий, производитель отказывается их выпускать. Например, у одного из китайских производителей импульсных тестеров MOQ равно пяти. Поэтому дистрибьюторы китайского оборудования вынуждены держать на складе часть нераспроданного товара. У заказчика нет возможности выбрать комплектацию, так как чаще всего предлагается единственно возможная модель для заказа.

Подписывая дистрибьюторский договор, компания принимает на себя определенные обязательства за производителя на вверенной ей

территории. Выбор поставщика оборудования – непростая задача. В первую очередь, это разносторонний анализ имеющихся поставщиков. Немецкая компания Schleich, эксклюзивным дистрибьютором которой является ООО «Остек-Электро», не первый год показывает отличные результаты. Она уже четыре раза



**Рис. 4.** МТС2 6KV с опцией тестирования прочности изоляции

была награждена престижным титулом «ТОП-100 инновационных компаний Германии»: в 2012, 2014, 2016 и 2018 годах. Сегодня компания занимает лидирующие позиции по объемам продаж импульсных тестеров на территории Европы и США.

### КАК ОБСТОЯТ ДЕЛА С ТЕСТОМ ПРОЧНОСТИ ИЗОЛЯЦИИ?

Почти все импульсные тестеры не могут выполнять тестирование высоким напряжением переменного тока. У тестеров серий МТС2 и МТС3 такая возможность есть, но с определенными ограничениями. Максимальное напряжение – 6 кВ, максимальный ток – 100 мА (рис. 4). Это будет полностью интегрированный в прибор тест,



**Рис. 6.** Тестер МТС3 6KV с двойным защитным кожухом.  
Источник: [www.schleich.com](http://www.schleich.com)

который расширяет возможности тестера, сохраняя возможность автоматического тестирования.

### ОСНАСТКА ДЛЯ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯ К ТЕСТЕРУ

Для крупносерийного производства один из важных критериев выбора – скорость тестирования. Она зависит от времени, затрачиваемого на подключение, и времени измерения. Последнее будет минимальным только при наличии у тестера возможности автоматического тестирования. Чтобы ускорить процесс подключения, изготавливают специальные защитные кожухи, внутри которых происходит коммутация изделия с клеммами (рис. 5). И это не просто удобство подключения, но и безопасность оператора. Существуют также двойные защитные кожухи, которые обеспечивают подключение одного двигателя во время тестирования другого. На рис. 6 показан пример тестера с таким кожухом, изготовленным компанией Schleich. Запуск теста происходит автоматически при закрытии крышки. Также предусмотрена функция автоматического открытия крышки кожуха, что особенно удобно, так как открытая крышка сигнализирует оператору об окончании теста.

\* \* \*

На рассмотренные в статье моменты стоит обратить внимание при выборе прибора, они также помогут задать правильные вопросы потенциальному поставщику. Конечно, это не отменяет необходимости сравнивать импульсные тестеры по основным техническим характеристикам. Особенно важно оценить емкость конденсатора и максимально возможную энергию импульса, потому что именно они являются основными параметрами подобного оборудования. ●



**Рис. 5.** Тестер МТС3 6KV с защитным кожухом