

Абдувалиев Тоирбек Амзаевич,

*студент магистратуры электроэнергетического факультета,
ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»;*

Ётов Михаил Сергеевич,

*преподаватель,
ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»;*

Симонов Андрей Владимирович,

*преподаватель специальных дисциплин,
ОГБПОУ «Костромской колледж отраслевых технологий, строительства и лесной
промышленности»,
г. Кострома, Россия*

АНАЛИЗ НЕОБХОДИМЫХ ЗАЩИТ ДЛЯ ТРЕХФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Трёхфазные асинхронные электродвигатели нашли самое широкое применение для электроприводов различных машин и механизмов благодаря своей простоте, дешевизне, надёжности и хорошим механическим и рабочим характеристикам. Но и с такими положительными отличиями от других электродвигателей, они всё равно нуждаются в защите от всевозможных ненормальных режимов работы. Асинхронный электродвигатель выходит из строя чаще всего из-за перегрева и разрушения подшипников, а также из-за неэффективности изоляционных материалов при превышении допустимой температуры, определяемой классом изоляции.

Рассмотрим варианты возможных и необходимых защит для асинхронных электродвигателей. В настоящее время асинхронные электродвигатели защищаются следующими аппаратами защиты: предохранителями, автоматическими выключателями, электромагнитными пускателями, тепловыми, токовыми и реле напряжения, фазочувствительными устройствами защиты ФУЗ, устройствами защитного отключения токов утечки УЗО, температурными защитами УВТЗ. В этой цепи могут быть какие-то единичные защиты или комплекс защит, потому что каждый аппарат имеет

строго направленное действие: например, предохранители, автоматические выключатели, токовые реле реагируют только на величину тока; реле напряжения и магнитные пускатели – на величину напряжения; тепловые реле и УВТЗ – на температуру.

Проанализируем, от чего и чем надо защищать асинхронный электродвигатель, то есть какая защита ему нужна от ненормальных режимов работы:

1) защита от ненормальных условий окружающей среды – это завышенная (более 40°C) или заниженная температура и влажность, запыленность (мука, древесные или металлические опилки, пыль), загазованность (аммиак, сероводород, углекислый газ), воздушно-масляная эмульсия и т.д. Аппаратура защиты – датчики влажности, газового состава, химические датчики, а также датчики температуры (позисторы и термопары), применяемые в устройствах температурной защиты типа УВТЗ и ему подобных. Хорошей защитой обмоток электродвигателя является их капсулирование эпоксидным компаундом [1];

2) защита от разукомплектованности. Крыльчатка вентилятора в паре с крышкой вентилятора обеспечивают необходимый поток и направленность охлаждающего воздуха по внешнему оребрению асинхронного электродвигателя. Поэтому отсутствие чего-либо одного резко увеличивает нагрев электродвигателя даже при токах, не превышающих номинальный. Аппаратурой защиты в данном случае являются датчики напора воздуха и температурная защита УВТЗ;

3) защита от сверхтоков: токов короткого замыкания и перегрузки, то есть, токов больше номинального. Аппаратура защиты – предохранители, автоматические выключатели, электромагнитные пускатели, тепловые и токовые реле, реле напряжения, ФУЗ, УЗО и УВТЗ;

4) защита от неправильного вращения необходима машинам и механизмам, а, следовательно, и асинхронным электродвигателям, не допускающим реверса для своей нормальной работы, – это дымососы в

котельных, различные ковшовые, ленточные, скребковые транспортёры, жидкостные и воздушные насосы, осевые вентиляторы и т.д. Аппаратура защиты – реле чередования (контроля) фаз, а также предохранители, автоматические выключатели, тепловые и токовые реле, ФУЗ и УВТЗ;

5) защита от частых пусков. Из-за больших пусковых токов $3,5 \dots 8 I_{\text{ном}}$ происходит быстрое нарастание температуры обмотки со скоростью $5 \dots 40^\circ\text{C}/\text{с}$. Для асинхронных электродвигателей существует такая паспортная величина, как количество допустимых включений в час. В этом режиме токовая защита теряет смысл. Аппаратура защиты – счетчики, таймеры и УВТЗ;

6) защита по ограничению времени работы и пауз. Необходима для асинхронных электродвигателей с режимами работы S2 (кратковременный) и S3 (повторно-кратковременный), где ограничено либо время работы, либо продолжительность включения ПВ при времени цикла. Аппаратура защиты – таймеры, реле времени и УВТЗ;

7) защита по сопротивлению изоляции. Она должна контролировать сопротивление корпусной (пазовой), межфазной изоляции обмотки, которая может уменьшиться из-за увлажнения. Даже небольшие токи утечки $100 \dots 500 \text{ мА}$ через большое переходное сопротивление порядка 1 кОм создают местный нагрев в 40 Вт , который чреват даже возгоранием изоляции. Для контроля и защиты применяют УЗО, УВТЗ и конденсаторные батареи.

8) нулевая защита. Она необходима для асинхронных электродвигателей, работающих в поточных линиях на случай даже кратковременного исчезновения питающего напряжения или при его снижении до 60% от номинального напряжения катушки магнитного пускателя. Аппаратура защиты – электромагнитные промежуточные реле и магнитные пускатели;

9) защита от больших отклонений напряжения ($\Delta U \geq \pm 10\%$). Асинхронные электродвигатели очень чувствительны к величине напряжения питания. При заниженном напряжении квадратично уменьшается развиваемый вращающий момент $M_{\text{вр}}$ на валу со всеми вытекающими последствиями перегрузки асинхронных электродвигателей. При завышенном напряжении увеличивается

потребляемый ток, из-за чего соответственно растут потери активной мощности в стали и в обмотках, идущие на нагрев асинхронного двигателя. Аппаратура защиты – предохранители, автоматические выключатели, тепловые и токовые реле, реле напряжения и УВТЗ.

Из приведенного выше анализа видно, что в большинстве случаев для асинхронных электродвигателей нужна комплексная защита из нескольких аппаратов, реагирующих каждый на свой ненормальный режим. Чрезмерный перегрев электродвигателя опасен, прежде всего, для изоляции его обмоток. При длительном перегреве сверх допустимой температуры срок службы изоляции обмоток резко сокращается. Иногда такой перегрев приводит к повреждению изоляции и аварии. Величина допустимого перегрева зависит от класса изоляции. Так, например, при изоляции класса А (эмалевое покрытие, пропитанная лаками хлопчатобумажная, шёлковая, бумажная изоляция) допускается превышение температуры обмотки и стальных частей, соприкасающихся с обмоткой, над окружающей температурой на 60°C. Изоляция класса В имеет предельно допустимую температуру 130°C и применяется для трехфазных асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором общепромышленного назначения серий 3А и 4А. Более современные асинхронные электродвигатели серий АИ (АИР и АИС) – 5А, 6А, РА – имеют класс изоляции F (155°C).

Известно восьмиградусное правило для изоляции обмоток электрических машин: «При превышении фактической температуры над предельно допустимой на каждые 8°C срок службы изоляции уменьшается в 2 раза» [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Етов М.С., Симонов А.В. Защита обмоток электродвигателя методом капсулирования [Электронный ресурс] // – Наука и образование: новое время. – 2018. – №1. – Режим доступа: <https://articulus-info.ru/category/05-00-00-tehnicheskie-nauki/?tag=1-yanvar-fevral-2018-g>
2. Ванурин В.Н. Электрические машины. – М.: Колос, 1995. – 255 с.