

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

И. Ф. Коробков, заведующий лабораторией кафедры «Электрификация и автоматизация с.-х. производства», ГОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»;

Т. В. Шилова, доцент кафедры «Электрификация и автоматизация с. -х. производства» ГОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»

Аннотация. В статье приведены результаты исследования работы электродвигателей в сельском хозяйстве. Указаны причины вызывающие нарушение нормальной работы электрооборудования и способы их устранения.

Ключевые слова. Неполнофазный режим, падение напряжения, асимметрия в электрических сетях, аварийный режим.

В нашей стране целенаправленно осуществляется техническое перевооружение сельскохозяйственного производства, заменяется морально устаревшее и малопроизводительное оборудование на более качественное и надежное, отвечающее требованиям современного производства.

Развитие сельскохозяйственной техники тесно связано с применением автоматизированного электропривода. В сельскохозяйственных предприятиях любой формы собственности насчитывается значительное количество электродвигателей, около 95 % от них приходится на асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором. Однако их эксплуатационная

надежность остается еще недостаточной.

Число электродвигателей, используемых агропромышленном производстве, занимает значительное место в энерговооруженности хозяйств. Практически нет ни одной отрасли сельского хозяйства, где бы не использовались электродвигатели.

Большое количество электродвигателей используется на механизированных производственных участках. Например, на пунктах первичной обработки зерна, на животноводческих фермах и комплексах, в различных мастерских и других участках. В основном применяются электродвигатели сравнительно небольшой мощности (до 7 кВт, значительно реже до 30 кВт). Мощность большинства двигателей, используемых в сельском хозяйстве, составляет от 1,5 до 5,5 кВт. Это необходимо учитывать при приобретении, установке и регулировке устройств защиты.

Отказы электродвигателей вызывает нарушения технологических процессов, что наносит ощутимый ущерб народному хозяйству из-за недодачи продукции, уменьшения продуктивности животных, нерациональному использованию энергетических ресурсов и т.д. Кроме того, для восстановления электродвигателей затрачивается большое количество материалов (обмоточного провода, электротехнической стали, изоляционного материала), электроэнергии и рабочего времени.

Анализ причин отказов электродвигателей показал, что, несмотря на тяжелые условия работы в сельском хозяйстве, подавляющее большинство их можно было сохранить при надежной и правильно выбранной защите. Поэтому проблема повышения надежности электродвигателей в агропромышленном производстве путем совершенствования их защиты актуальна и имеет большое народнохозяйственное значение.

Условия работы электродвигателей в сельском хозяйстве

Условия эксплуатации электродвигателей в сельском хозяйстве отличаются от условий их работы в промышленности.

На промышленных предприятиях подавляющее большинство электродвигателей находятся в нормальных условиях окружающей среды и они обычно оптимально загружены, напряжение трехфазной сети при этом симметрично и стабильно. Обслуживают электродвигатели и электрические сети, как правило, электротехнический персонал высокой квалификации.

В сельскохозяйственном производстве многие электродвигатели находятся в неблагоприятных условиях, они неправильно загружены, работают кратковременно, во многих случаях с большими перерывами; подведенное напряжение трехфазной сети часто не стабильно, с переменной асимметрией, что обусловлено смешанным подключением одно-, двух- и трехфазных потребителей. К тому же обслуживание электродвигателей и питающих внутрихозяйственных сельских электросетей находится на весьма низком уровне.

Все эти факты отрицательно влияют на эксплуатационную надежность электродвигателей, применяемых в сельском хозяйстве.

Рассмотрим более подробно условия работы электродвигателей на предприятиях агропромышленного комплекса.

Влияние окружающей среды

Многие технологические процессы в сельскохозяйственном производстве выполняются в тяжелых условиях окружающей среды, неблагоприятных для работы электродвигателей. Пыль на мельницах, пунктах первичной переработки зерна, в комбикормовых цехах, большая влажность и присутствие агрессивных

газов в животноводческих помещениях, резкие колебания и значительное понижение температуры в зимнее время на открытой территории, высокая температура в котельных и зерносушилках. Все это осложняет эксплуатацию электродвигателей.

Максимально допустимая мощность электродвигателя определяется по допустимой температуре статорной обмотки при температуре окружающей среды 40°C . Очевидно, что реальная температура значительно влияет на допустимую мощность электродвигателя. Влажность и агрессивная среда также наносят большой вред, снижая сопротивление изоляции статорной обмотки, вызывают окисления контактных зажимов и всего электродвигателя. Особенно неблагоприятно на двигатели влияет среда животноводческих помещений. Если в животноводческом помещении нет системы поддержания микроклимата, то часто относительная влажность достигает 100 %, а в воздухе образуется недопустимая концентрация аммиака, сероводорода, углекислого газа. Такое положение особо опасно для электроустановок, в том числе и для электродвигателей. Отсюда следует, что электродвигатели в животноводческих помещениях работают при пониженной температуре окружающей среды по сравнению с максимально допустимой (40°C), поэтому они могут развивать большую максимальную мощность. В то же время они находятся в помещениях с химически активной средой, повышенной относительной влажностью, что разрушает изоляцию обмоток электродвигателей в целом.

Нагрузка электродвигателей

Разнообразие сельскохозяйственных машин определяет различные режимы работы. Так, например, у

электродвигателей вентиляторов, калориферов, центробежных насосов постоянные нагрузки, и поэтому ток нагрузки меняется только при изменении напряжения питания.

У электродвигателей некоторых станков в механических мастерских, пилорам, кормодробилок и др., нагрузки резко переменные и испытывают частые кратковременные перегрузки. Некоторые электродвигатели могут быть длительно и опасно перегружены. Это происходит при использовании дробилок при измельчении сырого зерна. Но если разумно уменьшить их подачу, дробилку можно и в этом случае успешно эксплуатировать.

Аналогичное положение наблюдается на пилорамах, если подача выбрана неправильно.

Допустимая нагрузка электродвигателя зависит от длительности непрерывной работы и температуры окружающей среды, т.к. определяющим фактором мощности является допустимая температура статорной обмотки. Если температура обмотки превышает допустимую, электродвигатель выходит из строя.

На практике электродвигатели часто выбирают (устанавливают) с явно завышенной мощностью. При этом двигатели недогружены, их мощность используется недостаточно, в результате снижается КПД и коэффициент использования мощности ($\cos \varphi$).

В некоторых случаях электродвигатели в сельскохозяйственном производстве могут получать длительную опасную перегрузку, например в нориях, когда транспортируется слишком сырое зерно. Все это следует учитывать при определении вероятности возникновения аварийных режимов.

Время работы электродвигателем

Сельскохозяйственное производство отличается сезонностью и в основном односменной работой. Поэтому электродвигатели в сельском хозяйстве сравнительно мало используются как в течение суток, так и в течение года. Время работы двигателей зависит от объема производства, технологии, числа работающих машин и их производительности, а также от уровня электромеханизации данного технического процесса.

В хозяйствах в течение года особенно мало эксплуатируются электродвигатели станков в мастерских и они имеют малую продолжительность непрерывной работы. Электродвигатели на зерноочистительно-сушильных агрегатах в период уборки часто работают круглосуточно, но это бывает 4-5 недель в году. Работа транспортеров по уборке навоза в животноводческих помещениях производится каждый день, но время работы составляет 1-1,5 часа в сутки. Дояние коров проводят ежедневно, но доильные установки (вакуумные насосы) работают 6-7 часов в сутки. Таким образом, электродвигатели в сельском хозяйстве резко различаются по продолжительности непрерывной работы в течение суток, года. Продолжительность непрерывной работы и время соответствующих перерывов следует принимать во внимание при выборе защиты. Часто электродвигатели работают так кратковременно, что за это время температура статорной обмотки очень мало повышается, не достигая допустимой. Такие электродвигатели могут работать со значительными перегрузками.

Особенности сельских электрических сетей

На промышленных предприятиях силовые и осветительные электросети, как правило, разделены, а расстояние от приемника электрической энергии до

трансформатора обычно невелико. Поэтому напряжение трехфазной силовой сети стабильно и симметрично.

В сельских электросетях имеет место значительная протяженность низковольтных линий, а также смешанное подключение одно- двух- и трехфазных потребителей, что сильно влияет на стабильность и симметрию трехфазных напряжений. Именно одно- и двухфазные потребители, общая мощность которых часто очень значительная, вызывают асимметрию в сельских электрических сетях. Это приводит к перегрузке отдельных фаз, особенно в часы максимальной нагрузки. Подключение и отключение всех одно- и двухфазных потребителей происходит без определенной закономерности. Это означает, что в сельских электросетях всегда существует переменная асимметрия, которая влияет на стабильность работы устройств защиты электродвигателей.

Основные аварийные режимы электродвигателей в сельском хозяйстве

Для осуществления правильной и надежной защиты электродвигателей необходимо знать причины их отказов.

Основные (аварийные режимы и отказы возникают по следующим причинам (по данным исследований Латвийской сельскохозяйственной академии):

1. Обрыв фазы 40-50 %.
2. Затормаживание ротора 20-25 %.
3. Технологические перегрузки (перегрузки по току).
4. Пониженное сопротивление изоляции 10-15 %.
5. Недостаточное охлаждение 8-10 %.

Как видно из приведенных данных основной аварийный режим электродвигателей в сельском хозяйстве - обрыв фазы. Если этот режим является следствием однофазного КЗ (короткого замыкания), то ЭДС

(электродвижущая сила), генерируемая в поврежденной фазе электродвигателя, работающем на двух фазах, по исправной цепи со стороны двигателя создает через место КЗ потенциал в нулевом проводе, который может быть причиной поражения людей и животных электрическим током.

На основании вышеизложенного, рассмотрим основные функциональные связи при аварийных режимах электродвигателей.



Рис. 1. Функциональные связи при аварийных режимах электродвигателей

Защита электродвигателей

Анализируя функциональные связи, можно выбрать аппаратуру для защиты электродвигателей при возникновении аварийных режимов. Тепловое реле (наиболее часто используют в устройствах защиты) хорошо моделирует температуру обмотки электродвигателя при равномерной и слабоизменяющейся нагрузке и хорошо защищает от технологических перегрузок. Оно срабатывает при работе в неполнофазном режиме. Вместе с тем он не защищает электродвигатель от КЗ (короткого замыкания).

Электромагнитный расцепитель защищает от КЗ.

УЗО (устройство защитного отключения) и ВД (выключатель дифференциальный) защищает от поражения электрическим током, реагирует на понижение сопротивления изоляции.

Всю аппаратуру защиты электродвигателей надо подбирать исходя из паспортных данных двигателя и условий работы.

В настоящее время разработаны и используются устройства комбинированной защиты.

К эффективным устройствам защиты можно отнести автоматические выключатели серии ВА. Автоматические выключатели серии ВА защищают от токов перегрузки (с выдержкой времени и без выдержки времени), короткого замыкания, недопустимого снижения напряжения с применением полупроводниковых расцепителей. В сочетании с УЗО или ВД выключатели серии ВА осуществляют эффективную защиту при правильной настройке. В настоящее время наиболее широко используются реле контроля трехфазного напряжения ЕЛ - 11 и другие.

Список литературы:

1. Бормосов, В. А. Перспективы и состояние разработок распределительных трансформаторов массовых серий. / В. А. Бормосов М. Н. Костоусова, А. Ф. Петренко, Н. Е. Смольская. <http://www.transfomi.ru/articles/html/03project/a000001.article>
2. Колягин, К. К. Моделирование аналоговых и цифровых реле с учетом насыщения трансформаторов тока. Повышение эффективности работы энергосистем: Труды ИГЭУ. Вып.5. Под ред. В. А. Шуина, М. Ш. Мисриханова.-М.: Энергоатомиздат, 2002. 520 с. 395-409.
3. Кузнецов, А. П. Определение мест повреждения на воздушных линиях электропередачи. М: Энергоатомиздат, 1989. - 94 с.
4. Овчинников, В. В. Защита электрических сетей 0,4...35 кВ. Часть 1. М: НТФ «Энергопресс», 2002. - 64 с.
5. Попов, Н. Ф. Повышение надежности электрообеспечения сельского хозяйства путем совершенствования релейных защит от аварийных режимов в сетях 0,38...35 кВ. Диссертация на соискание ученой степени доктор техн. наук. Кострома, 2006.- 76 с.

THE PECULIARITIES OF EXPLOITATION OF THE ELECTRIC ENGINES IN AGRICULTURE

N. F. Korobkov, the manger of the laboratory of the chair «Electrification and automatization of agricultural production» the NGIEI;

T. V. Shilova, the decent of the chair «Electrification and automatization of agricultural production» the NGIEI

Annotation. The results of research of the electric engines in agriculture are given. The reasons of breaking of

normal work of electric equipment and the types of repairing are pointed.

The keywords. Non-fuel phase regime, the falling of tension, asymmetry in electric fields, alarm regime.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ЕДИНОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ СЛУЖБЫ
НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ НА РАЙОННОМ
УРОВНЕ В 70-80 ГГ. XX СТОЛЕТИЯ:
ВЗГЛЯД ЧЕРЕЗ 40 ЛЕТ**

*Авторы: Новичков В. К., доцент ФГОУ ВПО «НГСХА»;
Колпаков А. В., доцент ФГОУ ВПО «НГСХА»; Цилин С. В.,
аспирант ФГОУ ВПО «НГСХА»; Буравин А. В., инженер
ФГОУ ВПО «НГСХА».*

Ключевые слова. Отделение, служба, предприятие, сельхозтехника, объединение, мастерские, станции.

Аннотация. Приведен анализ деятельности инженерной службы Нижегородской области в период с 1970 года по настоящее время, дана краткая характеристика специализации всех ремонтных предприятий и их назначение.

В 70-80-е годы прошлого столетия единственным поставщиком сельскохозяйственной техники, запасных частей и ремонтных материалов был Государственный комитет СССР по производственно-техническому обеспечению сельского хозяйства «Союзсельхозтехника» (Председатель Комитета был членом правительства СССР на правах министра).

К этому периоду времени в основном было закончено строительство производственных баз всех