

«Сейфуллин окулары-14: Жастар, ғылым, инновациялар: цифрландыру – жаңа даму кезеңі» атты Республикалық ғылыми-теориялық = **Материалы** Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-14: Молодежь, наука, инновации: цифровизация – новый этап развития». - 2018. - Т.1, Ч.3 – С. 80-83

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Тлеужанова Д.Т.

Основным потребителем электроэнергии в сельском хозяйстве является электродвигатель.

В сельском хозяйстве электродвигатели находятся в тяжелых эксплуатационных условиях: тяжелые режимы работы, низкое качество электроэнергии, пыль, влажность, агрессивные среды, колебания температуры и низкий квалификационный уровень обслуживающего персонала отрицательно сказываются на их работоспособности. Так, при среднем сроке службы 10-15 лет (наработка 40 тысяч часов) около 20% электродвигателей ежегодно выходят из строя. [1]

Снижение эффективности существующих рекомендаций по эксплуатации электропривода обусловлено внедрением его новых модификаций, разработкой новых методов и средств диагностики, внедрением принципиально новых устройств защиты от аварийных режимов работы. Например, с выпуском электродвигателей серий 4А, АИ, АИР 5А возникла необходимость повысить точность контроля теплового состояния обмоток статора электрических машин в аварийных режимах. Однако существующие устройства защиты зачастую сами имеют низкую надёжность работы, что приводит к снижению вероятности нахождения в рабочем состоянии всего электропривода. По статистическим данным, из-за большого потока аварий и низкого качества защиты срок службы электродвигателей серии 4А составляет 3-5 лет при общей наработке до отказа 500-2000 часов [2]. Следовательно, наряду с повышением надёжности электродвигателя необходимо уделять внимание и защитным устройствам. В этой связи, целесообразна разработка таких устройств защиты, которые могли бы контролировать свою исправность и иметь высокий гарантированный срок службы.

На практике электродвигатели иногда не имеют полной загрузки. Это происходит при неправильном расчете электропривода и недогрузке рабочей машины. В том и другом случаях увеличивается удельный расход энергии на единицу полезной работы. [1]

Разнообразие сельскохозяйственных машин определяет исходные режимы работы электродвигателей.

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. Если электродвигатель работает при пониженной температуре окружающей среды, то при номинальной нагрузке температура статорной обмотки ниже нормальной. Это значит, что в таких условиях электродвигатель может длительно работать с перегрузкой. Так, например, в животноводческих помещениях температура обычно ниже максимально допустимой (40°C) на 20...25°C. Это значит, что там электродвигатели без ущерба для срока службы могут постоянно работать с перегрузкой.

На основании [3] коэффициент нагрузки электродвигателя в зависимости от температуры окружающей среды определяется по формуле:

где P_x - допустимая нагрузка электродвигателя, кВт;

P_n - номинальная мощность электродвигателя, кВт;

Δt - разница между стандартной и фактической температурой окружающей среды;

τ_d - допустимое превышение температуры обмотки для определенного класса изоляции;

α - отношение постоянных потерь к переменным;

P_o - постоянные потери (в стали и механические), кВт;

$P_{об}$ - переменные потери (в обмотках), кВт.

Температура животноводческих помещений обычно не превышает 15°C. Отношение потерь α для асинхронных электродвигателей различных типов и мощностей находится в пределах 0,4...1,1.

Таким образом, для электродвигателей, установленных в животноводческих помещениях, где температура ниже максимально допустимой, без ущерба для срока службы допускается длительная перегрузка порядка 20%.

В некоторых случаях электродвигатели в сельскохозяйственном производстве могут получать длительную опасную перегрузку, например, в нориях, когда транспортируется слишком сырое зерно. При выборе защит для электродвигателя необходимо учитывать его реальную нагрузку, возможные перегрузки и их характер.

Электродвигатели, загруженные менее 45% номинальной мощности, целесообразно заменять. При загрузке более 75% номинальной мощности электродвигатели не заменяют. В диапазоне 45...75% номинальной мощности замену производят при подтверждении расчетом экономической целесообразности такой операции. [1]

Запас по мощности вообще или неполная загрузка электродвигателя вызывают ухудшение коэффициентов полезного действия и мощности. Фактические значения этих коэффициентов необходимо бывает знать для определения величин активной и реактивной мощностей, потребляемых электродвигателем из сети.

Коэффициент полезного действия электродвигателей при нагрузках, меньших номинальной, может быть определен по формуле: [4]

$$\eta = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{\eta_{ном}} - 1 \right) \beta}$$

где $\eta_{\text{ном}}$ — номинальный к. п. д. электродвигателя.
Для определения β пользуются формулой:

$$\beta = \frac{\frac{\alpha}{K_3} + K_3}{\alpha + 1}$$

где K_3 — отношение фактической нагрузки к номинальной (коэффициент загрузки);

α — коэффициент, принимаемый равным для асинхронных электродвигателей — от 0,5 до 1.

Значения коэффициента мощности асинхронного электродвигателя зависят от многих факторов и, строго говоря, различны для каждого электродвигателя даже одного и того же типа.

Однако в условиях проектирования достаточно знания лишь примерных средних значений коэффициента мощности в зависимости от предполагаемых нагрузок. На рисунке 1 представлены кривые коэффициента мощности асинхронных электродвигателей в зависимости от нагрузки.

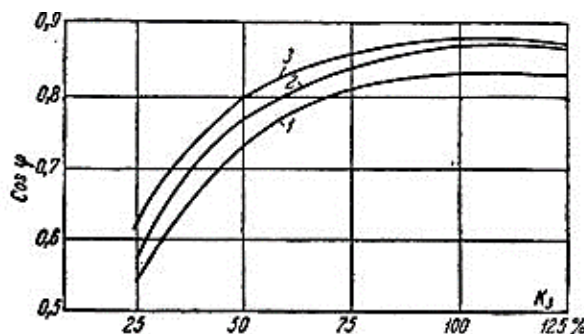


Рисунок 1 - Кривые коэффициента мощности асинхронных электродвигателей в зависимости от нагрузки [4]

Как электродвигателей остается линейной и для некоторых электродвигателей показано на рисунке 2, эффективность асинхронного электродвигателя изменяется вместе с относительной нагрузкой на электродвигатель по сравнению с номинальной характеристикой. Вплоть до нагрузки в 50% эффективность большинства достигает пика у отметки 75%. Электродвигатели могут работать при нагрузке меньше 50% только в течение короткого промежутка времени и не могут эксплуатироваться при нагрузках меньше 20% от номинальных. [5]

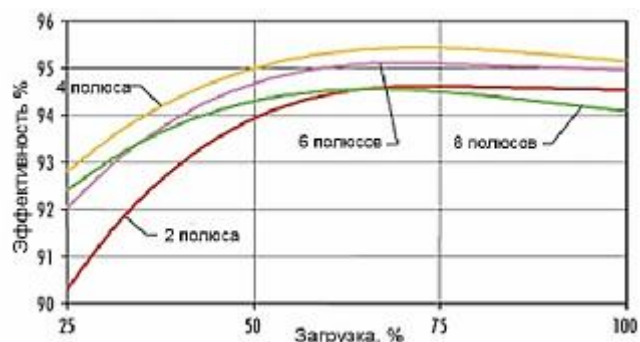


Рисунок 2 - Эффективность электродвигателя - Обычные кривые характеристик при нормальном диапазоне нагрузок электродвигателя [5]

На рисунке 3 изображен пример возможного повышения эффективности, когда старый электродвигатель с обычной эффективностью заменяется новым, имеющим более высокий КПД. Как упоминалось ранее, электродвигатели с высоким КПД работают с меньшим скольжением, что дает некоторое увеличение скорости вращения, а, следовательно, напор насоса и производительность становятся несколько больше. [5]

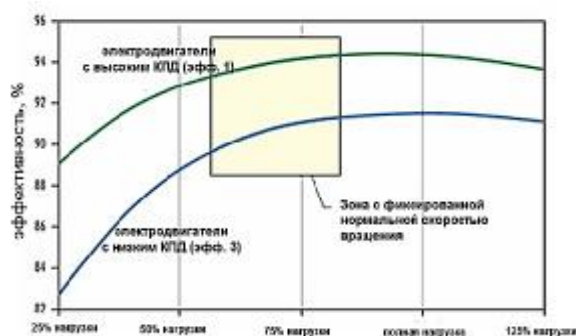


Рисунок 3 - Эффективность при полной и частичной загрузке двигателя с низким и высоким КПД [5]

Однако, использование электродвигателей с высоким КПД в некоторых (с изменением подачи) процессах будет не оправданно, из-за большей скорости вращения (и напора насоса), до тех пор, пока существующие электродвигатели по-прежнему слабо загружены (работающие с низким КПД). Т.к. входная мощность на валу насоса пропорциональна скорости в кубе, простая замена старого электродвигателя новым с высоким КПД не обязательно приведет к снижению потребления энергии. [6]

С другой стороны, если немного большая подача и напор для насоса - это хорошо, замена старого электродвигателя с обычным КПД на новый с высоким КПД может быть оправдана. [5]

Список литературы

1. Экономия электрической энергии при эксплуатации оборудования Интернет ресурсы. <http://5fan.ru/wievjob.php?id=7510>
2. Грундулис А.О. Фазочувствительная защита электродвигателей в сельском хозяйстве. Автореферат.к.т.н М.: 1984. - 35 с.
3. Пястолов А.А. Научные основы эксплуатации важнейшего электросилового оборудования в сельском хозяйстве. – Автореферат дис. Д.т.н. Л.: ЛСХИ., 1970.- 56с.
4. Мурадян А.Е., Конечный В.П. Влияние загрузки электродвигателей на коэффициенты полезного действия и мощности Москва. 2001. Интернет ресурсы: <http://electricalschool.info>
5. Как повысить эффективность электродвигателя Компания Fluidbusiness Group Интернет ресурсы: <http://www.fluidbusiness.ru/usefull/articles/>
6. Han, Joon; Yun, Sun-Jin., An analysis of the electricity consumption reduction potential of electric motors in the South Korean manufacturing sector. ENERGY EFFICIENCY Том: 8 Выпуск: 6 Стр.: 1035-1047 Опубликовано: DEC 2015