

Приняв электрическое сопротивление тела коровы  $R_{ж}=400$  Ом, а  $U_{пр.доп.}=12$ В, получим:  $I_{уст.}=30$  мА. Устройствами защитного отключения в животноводческих помещениях должны быть оснащены розеточные группы, используемые для подключения переносных электроприборов, ручного электрифицированного инструмента с номинальным отключающим дифференциальным током УЗО (током уставки  $I_{уст.}$ ) не более 30 мА. Для обеспечения пожарной безопасности ферм с целью контроля состояния всей электропроводки на вводном распределительном щите целесообразно установить УЗО с током уставки 300 мА.

Таким образом, для эффективной защиты от поражения электрическим током в животноводческих помещениях необходимо использовать в едином комплексе зануление электрооборудования (система TN-C-S), выравнивание и уравнивание электрических потенциалов, защитное отключение при одновременном применении оболочек электрооборудования не ниже класса IP 35.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. РД ВУ 008.609.90-099-2005. Защита сельскохозяйственных животных от поражения электрическим током. Выравнивание электрических потенциалов. Общие технические требования. – 38 с.
4. Федорчук А.И. Охрана труда в животноводстве / А.И.Федорчук – Мн.: Международный центр интеграционной информации. – 2008. – 172 с.

### ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ АСИНХРОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Шевчик Н.Е. к.т.н., доц., Зеленькевич А.И., ст.препод., Косько А.Н.  
 УО "Белорусский государственный аграрный технический университет"  
 г. Минск, Республика Беларусь

Развитие электромашиностроения до недавнего времени шло по пути увеличения удельных нагрузок (экономия материалов), и критерием оптимальной нагрузки была допустимая температура обмоток. При проектировании электрических двигателей потери энергии и связанный с ними коэффициент полезного действия (КПД) были на втором плане. Связано это было с тем, что стоимость электроэнергии в бывшем СССР была сравнительно невысокая.

В связи с повышением цен на электроэнергию соотношение приоритетов стало несколько иное, и стало экономически целесообразно изготавливать электрические двигатели с меньшими удельными нагрузками и большим КПД. Из всех, производимых промышленностью двигателей, на асинхронные (АД) приходится около 70%.

При проектировании энергосберегающего двигателя снижают плотность тока и магнитную индукцию в рамках основного габарита.

Как известно в АД имеют место следующие потери: электрические, в обмотках статора и ротора  $\Delta P_{эл}$ ; магнитные, в стали статора и ротора  $\Delta P_m$ ; механические, потери, вызванные трением в подшипниках и вентилятора о воздух  $\Delta P_{мех}$ ; добавочные, все другие не учтенные ранее  $\Delta P_{доб}$ .

Снижение плотности тока в обмотках достигается увеличением сечения их обмоточного провода, что приводит к уменьшению активного сопротивления короткого замыкания двигателя  $r_k$ , и, согласно формуле (1), к снижению электрических потерь:

$$\Delta P_{эл} \downarrow = ml^2 r_k \downarrow, \quad (1)$$

где  $m$  — количество фаз;  $I$  — ток статора, А.

Также меньшее сопротивление короткого замыкания вызовет больший пусковой ток  $I_n$ :

$$I_n \uparrow = \frac{U}{\sqrt{r_k^2 \downarrow + x_k^2}}, \quad (2)$$

где  $U$  — напряжение сети, В;  $x_k$  — индуктивное сопротивление короткого замыкания, Ом.

Снижение магнитной индукции в магнитопроводе достигается увеличением размеров статора и ротора, магнитное сопротивление которых за счет этого снижается. Магнитные потери удобнее считать по схеме замещения:

$$\Delta P_m \downarrow = m I_0^2 r_0 \downarrow, \quad (3)$$

где  $I_0$  — намагничивающий ток в схеме замещения, А;  $r_0$  — активное сопротивление намагничивающей ветви, Ом.

Из формулы видно, что потери в стали также уменьшаются.

Так как соотношение активной и индуктивной составляющих обмоток статора и ротора изменяется,  $\cos \phi$  незначительно уменьшается.

Кроме того, меньшие потери вызывают меньший нагрев, что позволяет изменить конструкцию вентилятора, а это означает меньшую вибрацию и меньшие механические потери.

Меньшая температура, при которой работает двигатель, приведет к увеличению его срока службы.

Увеличение размеров статора и ротора, а также сечения провода приведет к увеличению момента инерции ротора и стоимости электродвигателя. Поэтому целесообразность применения такого двигателя необходимо рассчитывать. Практика и расчеты показывают, что у машин с повышенным КПД по сравнению с обычными на 15-30% выше стоимость и их применение экономически оправдано, если рабочий цикл составляет не менее 80 часов в неделю.

В настоящее время во многих зарубежных странах (США, Канада, Германия) приняты стандарты, регламентирующие КПД асинхронных двигателей. В стандарте Европейского союза (ЕС) с 1999 года имеются три уровня КПД: *EFF3* — нормальный, *EFF2* — повышенный, *EFF1* — высокий (рис. 1).

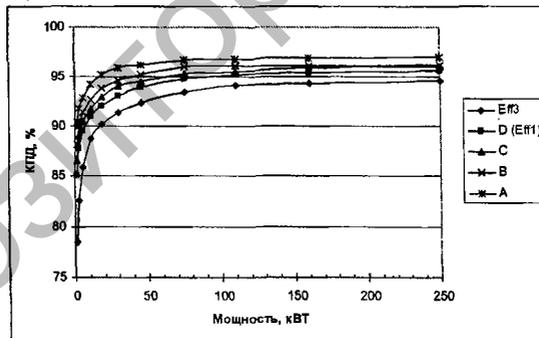


Рис. 1 Коэффициент полезного действия энергосберегающих двигателей

Российский стандарт ГОСТ Р 51677-2000 предусматривает для АД от 1,1 до 400 кВт два уровня КПД: нормальный и повышенный.

По рекомендации Исследовательского центра ЕС введены следующие категории энергоэффективных электродвигателей: D — минимальный уровень, соответствующий существующему уровню *EFF1*; C и B — средние уровни; A — максимальный уровень.

Таким образом, увеличение энергоэффективности двигателей достигается увеличением размеров обмоток и магнитопровода. Положительные стороны: меньшие потери, сниже-

ние температуры обмоток, увеличение срока службы, снижение виброакустических характеристик. Стригательные — большая стоимость, снижение динамических характеристик и коэффициента мощности.

УДК 658.342.2:004:621.867  
**ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ИЗМЕРЕНИЯ  
ТЕМПЕРАТУРЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ ВЫБОРУ**

**Шевчик Н.Е., к.т.н., доцент, Солдатенко А.А., начальник ПКТО**  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»*  
*г. Минск, Республика Беларусь*

В Республике Беларусь в настоящее время имеется около сотни крупных элеваторов, где для хранения зерна используются бетонные или металлические емкости диаметром от 6 до 12 м и высотой до 35 м (силосы). Все они оборудованы устройствами измерения температуры, потому что температура является важнейшим параметром, отражающим сохранность зерна.

Большинство элеваторов имеют старые системы измерения, которые устарели морально и физически, эксплуатируются без метрологической аттестации и требуют улучшения технических параметров (точности измерения, надежности работы, расширения функциональных возможностей).

В настоящее время разработаны современные устройства дистанционного измерения на базе микропроцессорной техники. Но полная замена системы будет достаточно дорогой. И руководство предприятий, где сохранены в рабочем состоянии элементы старой системы стоят перед сложным выбором — покупать новую или модернизировать старую. Если модернизировать старую, то в какой степени и как.

Поэтому цель настоящей работы — разработка рекомендаций для предприятий по выбору варианта системы термометрии, исходя из тех конкретных условий, в которых они находятся. Импортные системы термометрии в данной работе не рассматриваются, потому что они значительно дороже отечественных при аналогичных характеристиках.

Авторами проведен технический аудит систем термометрии на предприятиях по хранению и переработке зерна в Республике Беларусь. В основном на обследуемых предприятиях контроль температуры выполняется посредством систем ДКТЭ, МАРС-1500, М-5. Все вышеперечисленные системы сняты с производства в конце 80-х годов прошлого века. Комплекующие к термоподвескам и старой системе автоматики на базе релейных шкафов не производятся.

Любая система, старая или новая, состоит из термоподвесок (трос с датчиками) и блоков автоматики. 70-80% стоимости системы приходится на термоподвески, потому что они нужны в каждом силосе, а это 600-700 штук, и они относительно дорогие. На большинстве элеваторов используются термоподвески типа ТП-1М с аналоговыми датчиками, производства Житомирского ПО «Промавтоматика». Поэтому выбор варианта системы термометрии зависит от наличия и состояния термоподвесок, имеющихся на предприятии.

Проанализировав 10-летний опыт разработки, модернизации, ремонта и обслуживания систем термометрии, авторы смоделировали пять наиболее вероятных вариантов выбора.

*Первый вариант* — ремонт существующей системы. Он наименее затратный и целесообразен для небольших предприятий с емкостями хранения зерновых до 10-15 тыс. тонн. Измерение температуры можно выполнять при помощи небольшого количества