

2.5 термочастотные кварцевые	10...100	0,0001	-40...+200	Мало исследованы, сложные, цифровой выход.
2.6 термемкостные	20...60	0,01	-40...+200	То же
2.7 термотранзисторные	30...60	0,01	-40...+125	Недостаточен температурный диапазон; с аналоговым или цифровым выходом; не взаимозаменяемы.
2.8 волоконно-оптические термометры	0,1...10	0,1	-10...+150	Мало исследованы, недостаточен температурный диапазон.
3 Дистанционные, не контактирующие с обмоткой				Большие габариты, изменяют температуру поверхности.
3.1 Инфракрасные термометры	0,01...0,1	1...2	-30...+450	Большая стоимость вне конкуренции при определении температуры вращающихся частей

\* - нет данных;

\*\* - иностранные

Таким образом, пути совершенствования температурных защит состоят в применении первичных преобразователей инфракрасных термоэлектрических и терморезистивных пленочных.

## КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБМОТОК АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

Равинский П.А.

НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, г. Минск

Нами исследованы термоэлектрические датчики для температурной защиты. В качестве термодатчиков выбраны термопары открытого типа ТХА-1199, исп. 52, имеющие диаметр термопроводов 0,2 мм, длину 700 мм. Термопровода изолированы кремнеземной теплостойкой нитью К11С6. Термопары производятся НП ООО “Энергоприбор”, г. Минск, имеют низкую стоимость. Чувствительность термопары составляет 40,7 мВ/°С, постоянная времени нагревания – 0,2 с.

Для определения места установки термопар в обмотке изготовленного электродвигателя, проверки инерционности термодатчика и определения характера изменения температуры в аварийных режимах был использован трехфазный асинхронный электродвигатель АИР71А6УЗ, имеющий следующие пара-

метры:  $U_n=380\text{В}$ ; соединение обмоток статора в “звезду”;  $P_n=0,37\text{кВт}$ ;  $I_n=1,4\text{А}$ ;  $n=900$  об/мин.

В электродвигателе был снят подшипниковый щит и с помощью термоклей “Радиал” (рабочая температура до  $300^\circ\text{C}$ ) закреплены 6 термопар. Места установки их указаны схематично на рисунке 1а. Концы термодатчиков выведены через коробку выводов обмотки двигателя.

Термопары расположены следующим образом:

- №1 - закреплена с внутренней обдуваемой стороны, по центру лобовых частей обмотки первой фазы;
- №2 - установлена практически в пазовом отверстии с внутренней стороны обмотки второй фазы;
- №3 - закреплена в воздухе с внешней тыльной стороны обмотки;
- №4 - закреплена на торцевой поверхности пакета статора с внешней стороны;
- №5 - установлена с внешней стороны лобовой части обмотки второй фазы;
- №6 - размещена на самой вершине изгиба обмотки лобовой части второй фазы.

После установки термодатчиков электродвигатель был собран и закреплен на раме совместно с нагрузочной асинхронной машиной, включенной в режиме динамического торможения, которая позволяла создавать двухкратную перегрузку по току. Контроль электрических параметров электродвигателя осуществлялся с помощью измерительного комплекта К506. Для контроля показаний шести термопар использовался измерительный 12-канальный микропроцессорный прибор “Сосна-004”. Этот прибор производит визуальную индикацию измеряемой температуры и номера канала, а также записывает в память все измерения. С помощью специальной программы данные извлекались, а с помощью программы “Excel” строились кривые, изображенные на рисунках 2 – 4.

На рисунке 2 изображено изменение температуры обмотки в процессе нагрева при холостом ходе электродвигателя. Из рисунка 2 видно следующее:

- 1) изменение температуры носит экспоненциальный характер;
- 2) термопара №4 (пакет стали) имеет явно выраженное запаздывание;
- 3) наибольшую температуру имеет термопара №6 на изгибе лобовых частей;

- 4) практически одинаковую температуру имеют термодатчики №1, №2 и №5;
- 5) температура воздуха больше температуры пакета стали;
- 6) наибольшая температура обмотки в режиме холостого хода через 2400с. составила значительную величину - 69°C.

Результаты опытов с двукратной перегрузкой по току при аварийном неполнофазном режиме изображены на рисунке 3. Из них следует:

- 1) характер изменения температуры отличается от экспоненты;
- 2) требуется на порядок меньше время защиты (80с против 800с) на холостом ходу для нагрева обмотки до максимальной температуры;

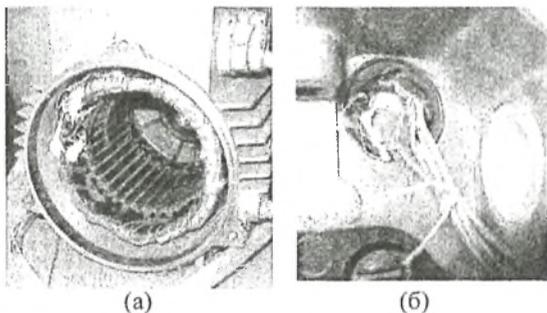
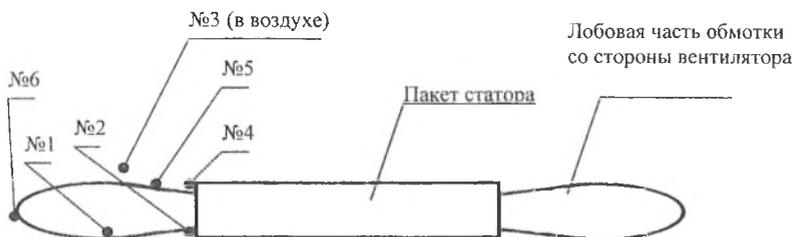


Рисунок 1. Размещение датчиков в обмотках двигателя (а) и внешний вид крепления датчиков в обмотках электродвигателя (б)

- 3) наблюдается значительное расхождение между температурами термодатчиков (примерно в 2 раза), закрепленных на обмотке с током и на обмотке без тока;
- 4) наибольшая температура наблюдается в фазах, обтекаемых током перегрузки (при обрыве фазы А наибольшую температуру имеет датчик №6);

5) наименьшую температуру имеют датчики, установленные в воздухе (№3) и на пакете стали (№4), °C

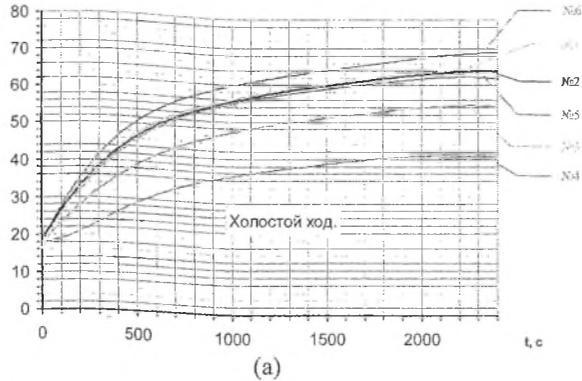


Рисунок 2. Изменение температуры термодатчиков при холостом ходе



Рисунок 3. Изменение температуры термодатчиков при обрыве фазы А и двухкратной перегрузке по току

Для опытов стопорного режима была выбрана наиболее нагреваемая термопара №6. Результаты опыта изображены на рисунке 4. Из рисунка 4 следует, что за время примерно до 20с нагрев происходит по линейной зависимости, далее скорость нагрева незначительно уменьшается. Через 40с обмотка достигает температуры 100°C. Не наблюдалось заметной инерционности в показаниях термопары.

Использование термопар на изготовленном электродвигателе выявило следующие особенности:

- 1) требуется установка термопар на обмотке каждой фазы;

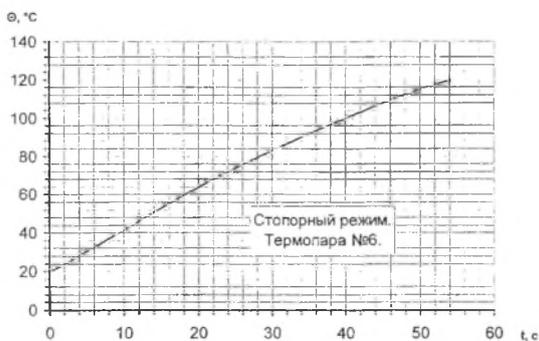


Рисунок 4. Изменение температуры обмотки в стопорном режиме

### Выводы

- 1) требуется установка термомпар на обмотке каждой фазы;
- 2) термомпары открытого типа ТХА-1199 исп. 52 подходят для создания температурной защиты двигателя;
- 3) теплопроводный термоклей “Радиал” российского производства подходит для целей крепления термомпар и изоляции мета крепления;
- 4) в изготовленном электродвигателе термомпары должны быть закреплены на открытой части обмотки;
- 5) использовать термомпары в воздухе или закрепленных на пакете статора не рекомендуется. В связи с этим авторы считают не приемлимым предложение использовать термомдатчик, закрепленный в корпусе электродвигателя (на месте рымболта) [1].

В разработанной температурной защите не надо прокладывать проводники от коробки выводов двигателя до коммутационного аппарата. Этим устраняется первый недостаток известных устройств встроенной температурной защиты УВТЗ [2]. Второй их недостаток (запаздывание или срабатывание в стопорном режиме) устраняется установкой малоинерционных термомпар.

### Литература

1. Борисов Ю.С. Контроль нагрева электродвигателей [Текст] / Ю.С. Борисов // Техника в сельском хозяйстве. – 2006. – №2. – с. 23-25.

2. Кунин Р.З. Применение встроенной температурной защиты [Текст] / Р.З. Кунин // Механизация и электрификация соц. с. х. 1980. – №10. – с. 42-43.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ АПК**

Савченко О.Ф., СФТИАП, г. Новосибирск

В последние годы серьезность влияния, оказываемого информацией на принятие решений для функционирования технологических процессов в АПК, привела к росту понимания того, что информация это ресурс, обладающий определённой ценностью, и, следовательно, нуждающийся в упорядочении и управлении. Информационные ресурсы должны своевременно адаптироваться к требованиям рыночной экономики, обеспечивать поддержку непосредственной хозяйственной деятельности. Необходима систематизация знаний, представление их в виде информационных систем (ИС), удобных в получении и использовании, а также оперативно отражающих новейшие достижения научно-технического прогресса. Поэтому задачи создания и использования сельскохозяйственных ИС как *завершающего звена научных исследований и технологических разработок*, объединяющего профессиональные знания и опыт для распространения их широкому кругу пользователей в виде наукоемких удобных в применении программ с целью автоматизации управления технологическими процессами, становятся первостепенными.

Для создания сельскохозяйственных ИС наиболее целесообразно, по нашему мнению, применение следующих передовых информационных технологий (систем) - баз данных (БД), экспертных систем (ЭС), геоинформационных (ГИС), сетевых и виртуальных технологий; CALS- технологий. На их основе возможна разработка и развитие целого спектра ИС по различным направлениям сельскохозяйственного производства.

Подробно вопросы методологических подходов к созданию сельскохозяй-