



ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ТОКА КАК ИСТОЧНИКА СИГНАЛА АВАРИЙНОЙ ПЕРЕГРУЗКИ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

ШАПОВАЛОВ В., ВОЛКОРОВИЧ Л.
Государственный Аграрный Университет Молдовы

Abstract – This article discusses the possibility of using of the current sensors manufactured by the industry, as the source of the overcurrent signal in protection devices of asynchronous electric motors.

1. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время, как в нашей республике, так и за рубежом в сельскохозяйственных электроприводах основное средство защиты от перегрузок – различные тепловые реле с биметаллическими элементами. Однако известно, что эти тепловые реле имеют целый ряд недостатков [1,2]

Во первых эти устройства косвенного действия, то есть они реагируют на температуру обмоток, а не на величину тока в фазах то есть косвенно моделируют нагревательный процесс. Между тем нагревательный процесс двигателя и теплового реле существенно различаются, и большая сила тока не всегда означает высокую температуру обмотки.

Во вторых тепловое реле имеет большой разброс характеристик, в результате чего при перегрузках 20-50% от номинального значения мощности они часто не срабатывают. Работы А.М. Мусина [3] показали, что только 67% отключают электродвигатель при токах нагрузки на 20% выше номинального, и только 21% тепловых реле защищают электродвигатель от обрыва фазы.

В третьих согласно данным С.И. Кострубы [4] в условиях животноводческих ферм при появлении напряжения прикосновения или шагового напряжения больше 24 В устройство защиты должно срабатывать в течении 5-10 секунд. Это условие не выполняется не тепловыми реле типа ТРН, не трех полюсными тепловыми реле с улучшенными характеристиками и ускоренным срабатыванием при не полнофазном режиме типа ТРЛ.

Кроме того тепловые реле требуют специальной регулировки как перед установкой так и в процессе эксплуатации.

В последние годы было разработано множество схем, обеспечивающих защиту электродвигателей от аварийных режимов [5]. Интенсивное развитие полупроводниковой техники дает возможность широко использовать появляющиеся новые полупроводниковые элементы для создания различных защитных устройств, действующих в зависимости от изменения электрических величин в

момент аварийного режима. Поэтому подавляющие большинство схем защит от перегрузки, в последние годы, выполнены именно с применением полупроводниковых устройств.

2. ПРИНЦИП РАБОТЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ТОКА

Как следует из теории электрических машин [6] защита электродвигателя от опасной перегрузки может быть осуществлена путём контроля величины либо тока нагрузки, либо температуры статорной обмотки, либо их сочетания. В предлагаемой схеме универсального защитного устройства выбран токовый способ контроля как наиболее простой и вместе с тем достаточно эффективный. При этом режим перегрузки асинхронного электродвигателя обязательно сопровождается увеличением тока в статорной обмотке, поэтому простейшим датчиком перегрузки может служить измерительный преобразователь тока - датчик тока, имеющий первичную (входную) токовую обмотку и вторичную (выходную) обмотку напряжения. Увеличение тока в первичной обмотке такого датчика приводит к увеличению напряжения во вторичной обмотке. При этом обязательным условием правильной работы защитного устройства с таким датчиком является наличие прямо пропорциональной зависимости между величинами первичного тока и вторичного напряжения. Учитывая тот факт, что нагрузка трехфазного асинхронного двигателя является одинаковой для каждой фазы двигателя, контроль величины токовой перегрузки может быть осуществлен лишь в одной из них.

3. ТРЕБОВАНИЯ К ДАТЧИКУ ТОКА

Исходя из выше изложенного, датчик тока, как измерительный преобразователь обеспечивающий работу канала контроля перегрузки асинхронного двигателя, должен отвечать ряду определённых требований:

1. Наличие прямо пропорциональной зависимости между величинами первичного тока в статорной

цепи двигателя (I1) и величиной выходного напряжения вторичной обмотки (U2) в заданном диапазоне рабочих токов асинхронного двигателя.

2. Синусоидальность по форме кривой вторичного напряжения.
3. Достаточная жесткость нагрузочной характеристики датчика ($U_2=f(I_2)$) необходимая для обеспечения постоянства вторичного напряжения при фиксированном значении первичного тока (I1) и изменении величины нагрузки тока I(2)) во вторичной обмотке датчика тока.
4. Небольшие габариты.
5. Технологичность при изготовлении.

С учетом вышеизложенных требований был рассмотрен целый ряд выпускаемых промышленностью датчиков тока для различных устройств и агрегатов, применяемых в различных технологических процессах. Предварительные исследования показали, что наиболее подходящим из них в качестве измерительного датчика тока для защитного устройства является датчик тока, используемый в станциях управления погружными электронасосами типа ШЭТ 5801-0362Г-У2.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В соответствие с программой исследований и методикой проведения работ были выполнены экспериментальные исследования первичных преобразователей – датчиков тока (ДТ). Исследования проводились для типового заводского датчика тока применяемого в станциях управления погружными электронасосами типа ШЭТ 5801-0362Г-У2, (датчик №1) и реконструированного датчика тока (датчик №2). Для этого в заводском датчик в среднем сердечнике Ш-образного магнитопровода был выполнен воздушный зазор $\delta=0,1$ мм.

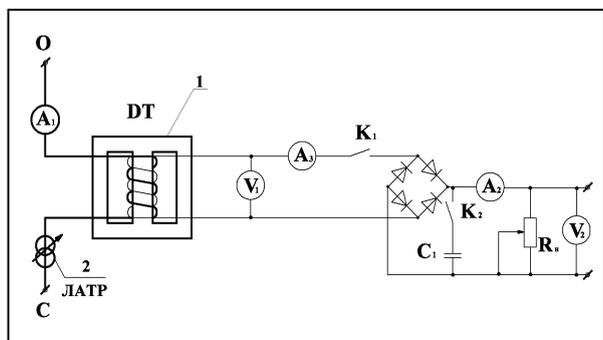


Рис. 1.1 Схема лабораторной установки для снятия характеристик датчика тока ДТ.

После статистической обработки результаты экспериментальных исследований представлены в виде графиков (Рис 1.2 -1.5)

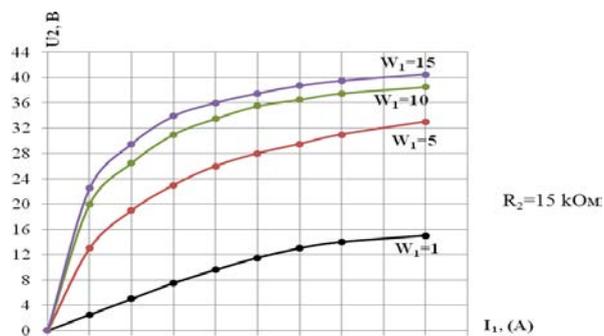


Рис. 1.2 Внешняя характеристика датчика №1. Зависимость U_2 от тока I_1 при различном числе витков W_1 в первичной обмотке.

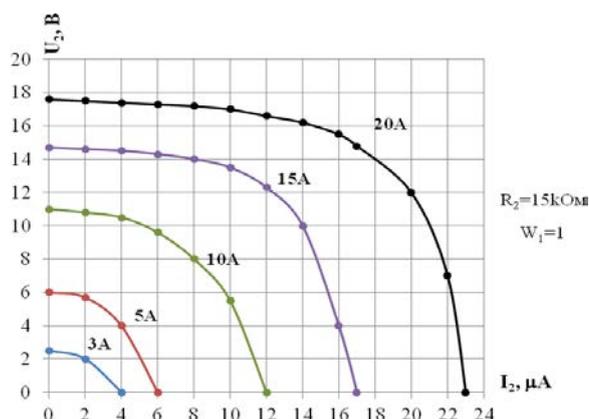


Рис. 1.3 Внутренняя характеристика датчика №1. Зависимость U_2 от тока I_2 при различном значении тока I_1 в первичной обмотке (при $W_1=1$).

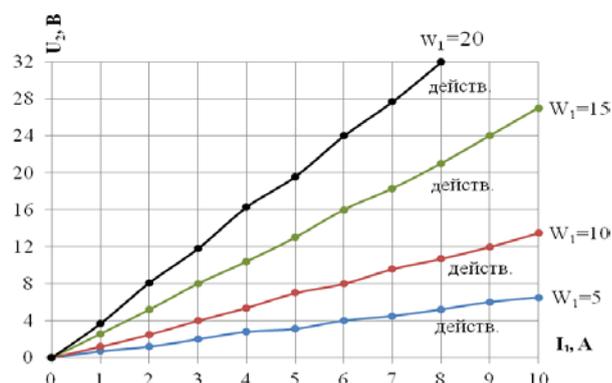


Рис. 1.4 Внешняя характеристика датчика №2. Зависимость U_2 от тока I_1 при различном числе витков W_1 в первичной обмотке.

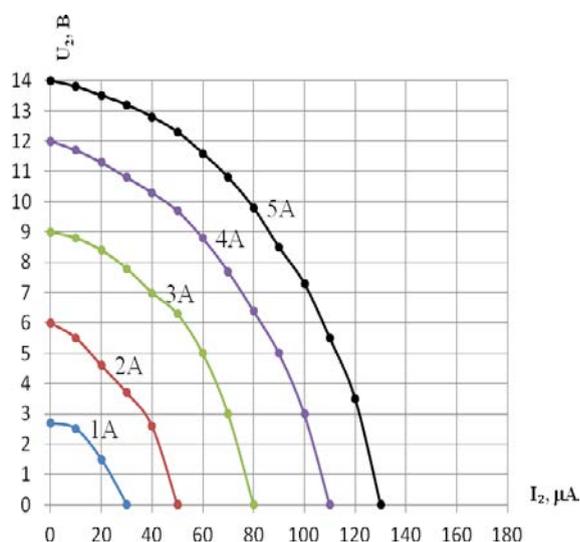


Рис. 1.5 Внутренняя характеристика датчика №2. Зависимость U_2 от тока I_2 при различном значении тока I_1 в первичной обмотке (при $W=16$).

ВЫВОДЫ

По исследуемому заводскому датчику тока №1 можно сделать следующие выводы:

1. Кривая вторичного напряжения заводского датчика из-за быстрого насыщения его магнитной системы резко несинусоидальная в требуемом диапазоне значений первичного тока (1-10 А).
2. Пропорциональная зависимость между значениями первичного тока I_1 и вторичного напряжения U_2 сохраняется лишь до не больших значений первичного тока $I_1 < 2А$.
3. Датчик тока в том виде как он используется в станции ШЭТ 5801-0362Г-У2 применить в предлагаемом защитном устройстве невозможно.
4. Для обеспечения необходимых параметров датчик тока следует конструктивно доработать.

С целью получения требуемых характеристик в среднем стержне датчика тока станции ШЭТ 5801-0362Г-У2 был выполнен конструктивный воздушный зазор $\delta = 0,1\text{мм}$, без изменения вторичной обмотки и размеров сердечника. Наличие воздушного зазора, как дополнительного магнитного сопротивления R_M не зависящего от величины магнитного потока, привело к значительному снижению магнитного потока в магнитопроводе, а это в свою очередь, к работе всей магнитной системы в насыщенном режиме.

По результатам исследований конструктивно измененного датчика тока №2 можно сделать следующие выводы:

1. Внешняя $U_2=f(I_1)$ и внутренняя $U_2=f(I_2)$ характеристики конструктивно измененного датчика тока, а так же синусоидальная форма кривой его вторичного напряжения U_2 полностью отвечают предъявляемым требованиям.
2. Конструктивно измененный датчик тока обеспечивает требуемую минимальную величину вторичного напряжения ($U_2 \geq 3,5\text{ В}$) при $W_1 \geq 16$.
3. Максимальная токовая нагрузка $I_2=10\text{ мА}$ во вторичной цепи конструктивно измененного датчика не влияет на величину его вторичного напряжения и следовательно на работу защитного устройства.
4. Мощность конструктивно измененного датчика достаточна для обеспечения устойчивого сигнала подаваемого на схему во всех режимах работы исследуемых асинхронных электродвигателей.
5. Разработан и исследован датчик тока как источник диагностического сигнала аварийной перегрузки асинхронных электрических двигателей. Определены оптимальные параметры этого датчика ($W_1=16$, $\delta=0,1\text{мм}$, $P_2 \geq 10,0\text{кОм}$).
6. Конструктивно измененный датчик №2 может быть использован как источник диагностического сигнала аварийной перегрузки в универсальном устройстве защиты асинхронного электродвигателя.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] ОВЧАРОВ В.В. Исследование перегрузочных характеристик асинхронных электродвигателей и защитных характеристик тепловых реле. Тр./МЭИ, 1972, выпуск 103, с.140-145.
- [2] ШАПОВАЛОВ К.А. Защита электродвигателей от тепловых перегрузок. НТБ по механизации и электрификации животноводства. Запорожье: 1977, выпуск 8, с.86-91.
- [3] МУСИН А.М. Аварийные режимы асинхронных электродвигателей и способы их защиты. М: Колос, 1979. 112 с.
- [4] КОСТРУБА С.И. Проверка выравнивания электрических потенциалов на животноводческих фермах. «Техника в сельском хозяйстве», 1978, № 2, с. 30-33.
- [5] ДАНИЛОВ В.Д. Тиристорные схема защиты электродвигателя от перегрева. «Механизация и электрификация сельского хозяйства», 1978, № 2, с. 43.
- [6] ПЕТРОВ Г.Н. Электрические машины. М-Л: Госэнергоиздат, 1973. 326 с.