ИЗВЕСТИЯ
ТОМСКОГО ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО
ИНСТИТУТА имени С. М. Кирова

Том 242 1972

ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРЕВА ЭЛЕКТРОГИДРОТОЛКАТЕЛЕЙ

Л. Н. ВЭРЭШ, Э. М. ГУСЕЛЬНИКОВ, В. А. ЖАДАН, Д. И. САННИКОВ

(Представлена научным семинаром кафедр электрических машин
и общей электротехники)

В связи с расширяющимся применением электрогидравлических толкателей (ЭГТ) в промышленности, строительстве и т. д. возникает проблема улучшения их технико-экономических показателей, в частности, за счет улучшения степени использования приводных электродвигателей. Это связано с необходимостью изучения условий нагрева ЭГТ и определения возможных путей улучшения их теплового состояния.

Тепловые исследования ЭГТ проводились для определения тепловой загрузки двигателя, температурного поля обмотки статора, корпуса, рабочей жидкости в двигателе и гидротолкателе.

Для этого в процессе изготовления ЭГТ было заложено более 80 термопар в различные части электродвигателя и гидротолкателя. Тепловые исследования электрогидравлических толкателей проводились на отрезке серии ТГМ с усилиями на штоке 80, 50 и 25 *кг*. Нагрев ЭГТ до установившейся температуры контролировался по 20 термопарам, расположенным в различных частях ЭГТ.

Результаты тепловых испытаний ЭГТ в продолжительном режиме работы при верхнем положении штока и номинальном напряжении приведены в табл. 1, где указаны средние значения перегревов в отдельных частях ЭГТ.

Анализ температурного поля двигателей типа АММ, входящих в комплект электрогидротолкателей ТГМ-50, ТГМ-80, ТГМ-25, показывает, что средний перегрев обмотки статора соответствует изоляции класса А, принятой в данном двигателе, а среднеквадратический разброс перегревов в отдельных точках от среднего не превышает 0,5° С.

Это объясняется хорошим контактом между источниками греющих потерь — обмоткой статора и железом статора — и охлаждающей их рабочей жидкостью — трансформаторным маслом. Распределение перегревов масла в различных точках внутреннего объема двигателей и гидротолкателей, найденное с помощью термопар, является равномерным. Среднеквадратический разброс перегрева не превышает 0,5°.

Распределение перегревов корпуса двигателя также равномерно. Среднеквадратический разброс перегревов в отдельных точках корпуса от среднего значения, приведенного в табл. 1, составляет 2%.

Основной перепад температур (80—90% от среднего перегрева обмотки статора) составляет перепад температур между корпусом и окружающей средой. Поэтому основным направлением улучшения теплового состояния двигателей ЭГТ следует считать улучшение теплоотдачи с поверхности корпуса двигателя.

Таблица 1

Средние перегревы различных частей ЭГТ, *град.*

№№ пп	Тип	$P_{гр}$	Перегрев обмотки статора		Перегрев масла		Перегрев корпуса		Завод-изготовитель исследуемого образца
			по термопарам	по сопрот.	Двигат.	Толкат.	Двигат.	Толкат.	
1	ТГМ-80	162	64,8	63,5	61,8	61,8	58,8	54,4	завод им. Вахрушева г. Томск
2	ТГМ-50	144	55,6	56,0	55,2	55,2	49,0	49,0	завод им. Вахрушева г. Томск
3	ТГМ-25	87	—	40,2	47,0	—	43,1	39,9	завод им. В. И. Ленина г. Фрунзе
4	ТЭГ-25	85	—	57,8	60,1	61,6	55,9	57,0	завод электроаппаратуры г. Бендеры
5	ТГО-50	98	46,2	45,1	—	42,5	36,2	38,5	Толкатель отделен от двигателя (опытный образец)

С этой точки зрения важно установить зависимость теплоотдачи корпуса от параметров оребрения. Для этого были проведены исследования теплоотдачи корпусов двигателя и толкателя как на реальном ЭГТ, так и на тепловых моделях. Тепловая модель представляет собой корпус двигателя или толкателя, залитый трансформаторным маслом и имеющий встроенный нагреватель, который позволяет изменять греющие потери в широком диапазоне. Зависимость перегревов отдельных элементов ЭГТ от высоты ребра для реального ЭГТ ТГМ-50 приведена в табл. 2.

Таблица 2

Зависимость средних перегревов различных частей ТТМ-50 от высоты ребра корпуса двигателя

$h_р$	$P_{гр}$	Перегрев обмотки статора	Перегрев масла, *град.*	Перегрев корпуса, *град.*	
				двигателя	толкателя
12	132	52,8	51,4	48,4	43,0
6	131	53,0	51,3	48,2	42,4
0	132	52,8	51,5	49,1	42,2

Значения коэффициента конвективной теплоотдачи с поверхности двигателя $\alpha_к$ в функции среднего перегрева поверхности $\Theta_к$, полученные на основании испытания моделей двигателя АММ и гидротолкателя ТГМ-50, приведены на рис. 1.

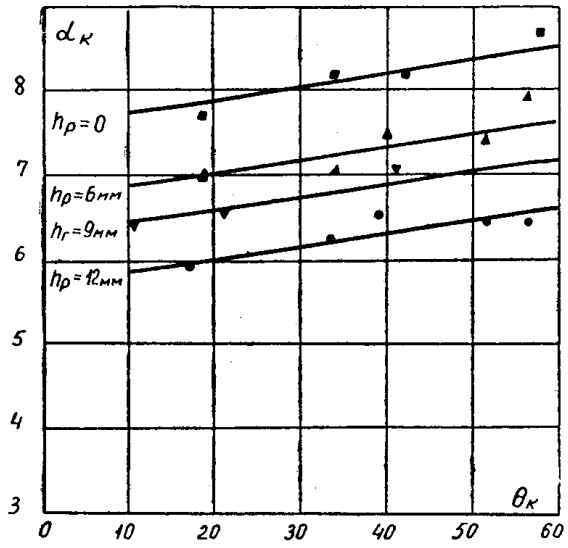

Рис. 1. Зависимость коэффициента теплоотдачи конвекцией от высоты ребер $h_р$ и перегрева корпуса $\Theta_к$

Расчет коэффициента $\alpha_к$ по данным опытов производился по формуле

$$\alpha_к = \frac{P_к}{\theta_{пк} - \theta_0}, \qquad (1)$$

где

$\theta_{пк}$ — средняя температура поверхности корпуса модели;

Θ_0 — температура окружающего воздуха;

$P_к$ — потери, отводимые за счет конвекции с металлической поверхности корпуса.

$$P_к = P_{гр} - P_л - P_{кр}, \quad (2)$$

здесь

$P_{гр}$ — мощность нагревателя модели;

$P_л$ — тепловой поток, отводимый с металлической поверхности корпуса путем излучения, определяемый расчетным путем, исходя из степени черноты поверхности 0,72 [2];

$P_{кр}$ — тепловой поток, отводимый через крышку корпусов двигателя и гидротолкателя, также определяемый расчетным путем.

Полученные данные свидетельствуют о том, что существующее оребрение практически не оказывает влияния на тепловое состояние отдельных элементов ЭГТ. Можно ожидать, что увеличение количества и высоты ребер не приведет к существующему улучшению теплоотдачи с поверхности корпуса.

В данном случае также неприменим такой способ улучшения теплового состояния двигателя, как снижение перегрева максимально нагретых частей обмотки с помощью различных мер по выравниванию распределения температуры, поскольку, благодаря малым размерам двигателя и выравнивающему действию масла, распределение температур уже является равномерным.

Одним из реальных путей улучшения теплового состояния ЭГТ является отделение обмотки приводного электродвигателя от рабочей жидкости [1]. Результаты тепловых исследований опытного образца электрогидравлического толкателя ТГО-50 с обмоткой, изолированной от рабочей жидкости с помощью торцевого уплотнения, приведены в табл. 1. В этом ЭГТ за счет ликвидации дисковых и цилиндрических потерь трения ротора о рабочую жидкость достигнуто значительное уменьшение греющих потерь, поэтому перегревы отдельных частей данного образца по сравнению с серийными гидротолкателями получились меньше.

Сравнение температурного поля серийного электротолкателя ТГМ-50 и опытного ТГО-50 с обмоткой, изолированной от рабочей жидкости, приведено на рис. 2. Здесь верхняя цифра соответствует перегреву гидротолкателя ТГМ-50, нижняя — ТГО-50. Из рис. 2 видно, что отказ от маслонаполненной конструкции двигателя приводит к увеличению неравномерности нагрева обмотки статора, перепад температур между отдельными точками по длине обмотки статора достигает 1,7 *град.*, в то время как для обычного ЭГТ перепад практически отсутствует. При этом также несколько увеличивается неравномерность нагрева корпуса по высоте.

Однако учитывая, что тепловое состояние двигателя в целом улучшилось, а разность температур обмотки статора не превышает 4%, то данную конструкцию ЭГТ в тепловом отношении следует считать перспективной.

Выводы

Проведенные исследования теплового состояния электрогидравлических толкателей показывают:

1. Тепловое поле в серийно выпускаемых ЭГТ с маслозаполненными электродвигателями практически является равномерным: среднеквадратичный разброс перегревов в отдельных точках не превышает 2%.

2. Имеющееся на серийных ЭГТ оребрение практически не оказывает влияния на тепловое состояние их элементов.

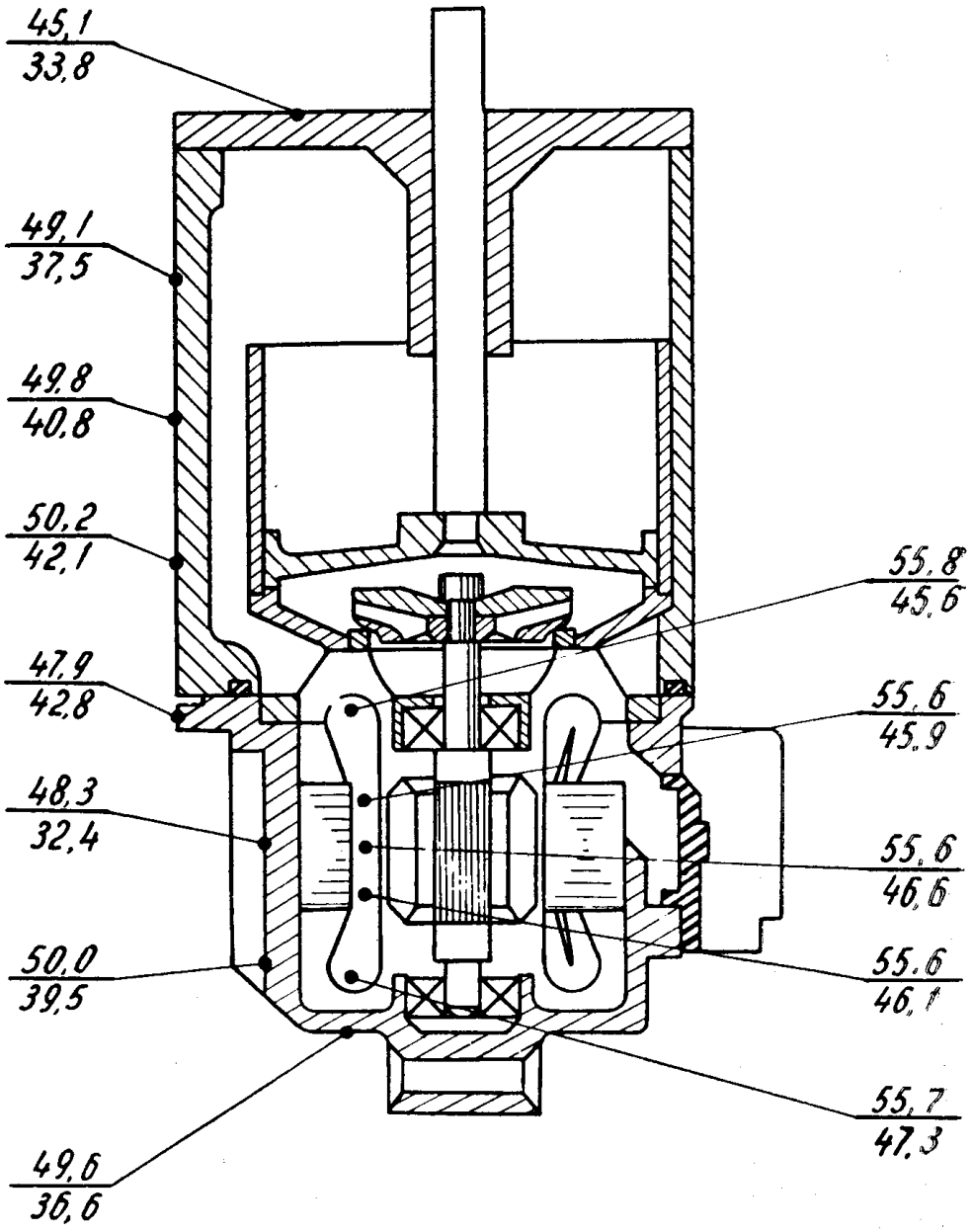

Рис. 2. Температурное поле электрогидравлического толкателя

3. За счет оптимального оребрения корпусов электрогидротолкателей с маслозаполненными электродвигателями не представляется возможным существенно улучшить тепловое состояние ЭГТ. Дальнейшее улучшение теплового состояния гидротолкателей должно осуществляться за счет уменьшения выделяемых в них потерь, отделения обмотки электродвигателя от рабочей жидкости и введения корпуса с помощью вентилятора, насаженного на вал электродвигателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Э. М. Гусельников, В. Ф. Ротт. Электрогидравлические толкатели. «Энергия», 1968.

2. В. А. Жадан, Л. Л. Пантюхов, Д. И. Санников, Г. А. Сипайлов, С. А. Шелехов. Влияние размеров ребер на нагрев электродвигателей серии А. Р. — «Электротехника», 1970, № 11.