

УДК 621.313.3

В. В. Сметанин, В. И. Денисенко, В. М. Семенов, А. И. Ермоленко
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург
betaji2011@gmail.com

ОЦЕНКА ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ РАДИАЦИОННО-СТОЙКИХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В работе представлен анализ температур узлов радиационно-стойкого асинхронного двигателя. Произведена оценка влияния расхода охлаждающей жидкости на температуру элементов конструкции двигателя.

Ключевые слова: *радиационно-стойкий; асинхронный двигатель; тепловая схема; температура узлов.*

V. V. Smetanin, V. I. Denisenko, V. M. Semenenko, A. I. Ermolenko
Ural Federal University, Ekaterinburg

EVALUATION OF THE HEAT STATE OF RADIATION-RESISTANT ASYNCHRONOUS MOTOR

The paper presents an analysis of the temperature of the nodes of an asynchronous motor, radiation-resistant. The results of the analysis of the difference of the diverted losses in the axial direction are presented. The evaluation of the effect of coolant on the temperature inside the engine was performed.

Keywords: *radiation-resistance; asynchronous motor; thermal circuit; node temperature.*

На кафедре «Электрические машины» совместно с кафедрой «Редкие металлы и наноматериалы» УрФУ в рамках проектного направления «Прорыв» впервые разработаны опытные образцы радиационно-стойких асинхронных двигателей (ДАР) с керамической изоляцией обмотки статора (ДАР-2.2, мощностью 2,2 кВт, 1500 об/мин и ДАР-0.75, мощностью 0,75 кВт, 1000 об/мин). Двигатели

спроектированы для работы в технологическом оборудовании по переработке РАО и ОТВС на предприятиях ядерного топливного цикла в химически агрессивной среде с высоким уровнем излучения (до 10^8 рад). В ДАР реализована степень защиты от внешних воздействий IP 68 [1]. Особенностью охлаждающей системы двигателя является комбинированное охлаждение: в станину встроены жидкостный охладитель, а его рубашка и подшипниковые щиты двигателя имеют естественный теплообмен с окружающей агрессивной средой, температура которой может достигать $+80\text{ }^\circ\text{C}$ [1].

Была осуществлена оценка теплового состояния радиационно-стойких асинхронных двигателей, имеющих электромагнитное ядро классического исполнения, с изоляционными керамическими материалами. Методика теплового расчета составлена на основе метода эквивалентных тепловых схем (ЭТС) и решения системы уравнений в матричной форме для 16-ти узлов в среде *MathCad*.

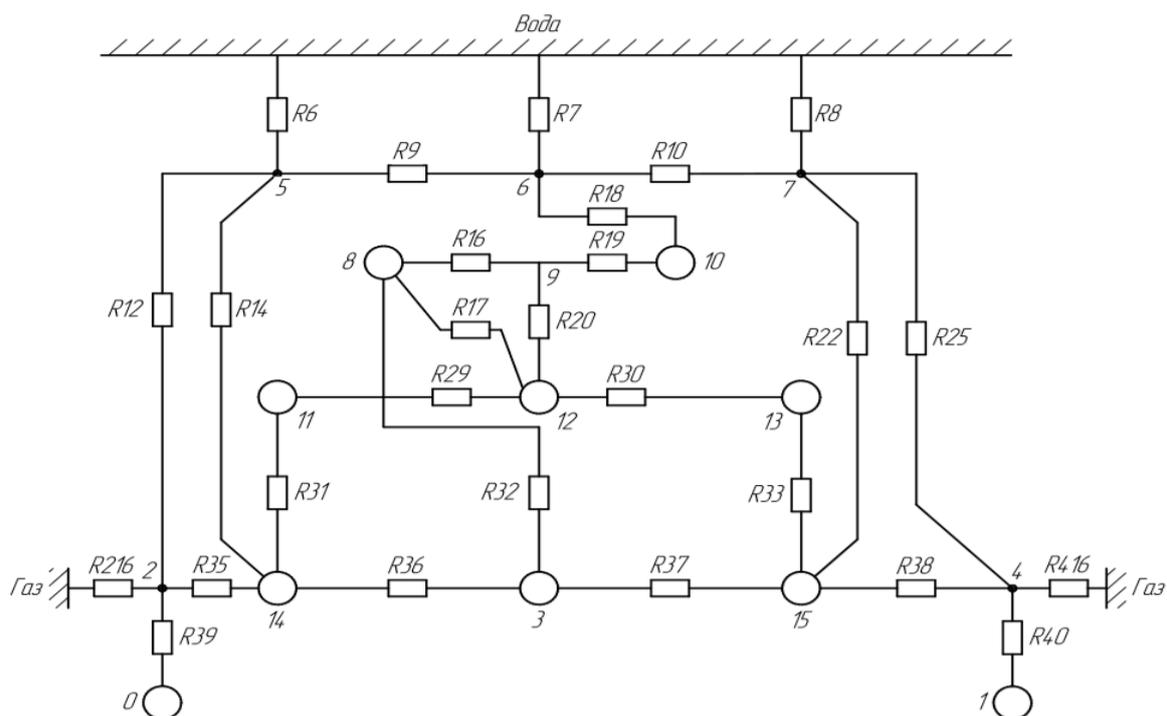


Рис. 1. Тепловая схема ДАР

Расчет коэффициентов теплоотдачи и тепловых сопротивлений выполнен по методикам, разработанных для промышленных электрических машин [2]. Источники тепла схемы определены на

основе электромагнитного расчета по стандартной методике серийных двигателей. Расчет жидкостного охладителя проводился численным методом в пакете *ANSYS* с помощью модулей *Geometry*, *Mesh* и *ANSYS CFX* на базе разработанной конструкции корпуса [3]. При оценке теплового состояния ДАР использована зависимость коэффициента теплоотдачи от расхода охлаждающей воды [1, 3].

На рис. 1 представлена ЭТС ДАР с учетом несимметричного охлаждения подшипниковых щитов и лобовых частей обмотки статора, обусловленного фланцевым соединением двигателей с насосом, и подогрева охлаждающего потока в кольцевом канале водяного охладителя.

Результаты зависимости температуры от расхода воды с учетом естественного теплообмена корпуса с окружающей средой представлены на рис. 2 для наиболее нагретых элементов двигателей, а именно: температуры лобовой части обмотки статора (узел 11, рис. 1), определяющие выбор класса изоляции машины, температуры заднего подшипникового щита со стороны насоса (узел 2, рис. 1), определяющие выбор смазки подшипников, и температуры воды на выходе охладителя [2].

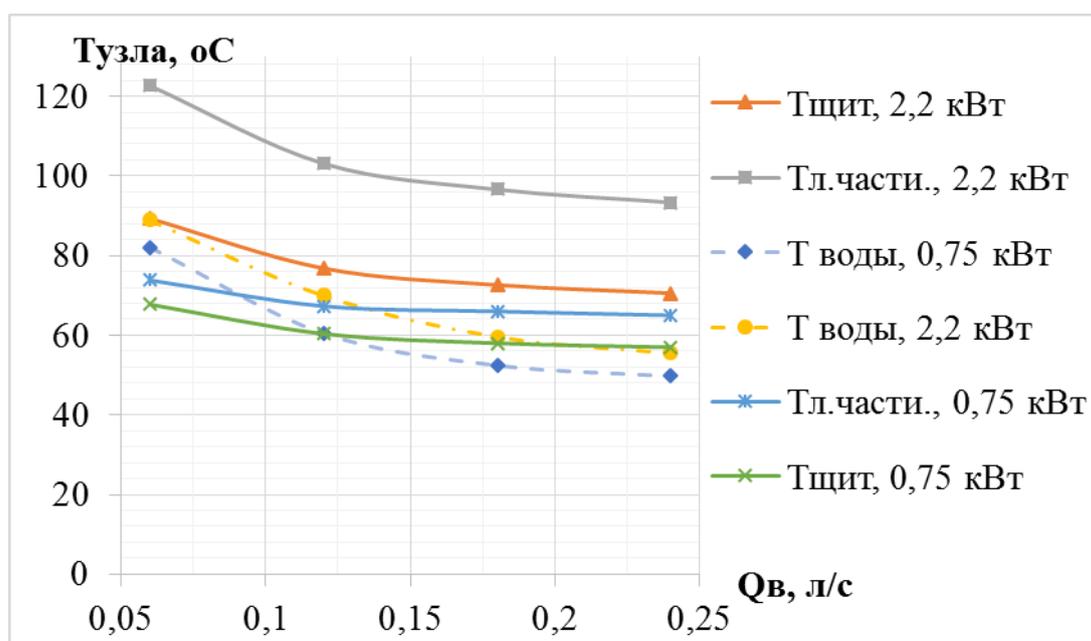


Рис. 2. Результаты исследования зависимостей температуры от расхода охлаждающей жидкости в двигателях мощностью 0,75 и 2,2 кВт

Увеличение расхода охлаждающей жидкости дает снижение температуры узлов двигателя. В двигателях применена изоляция обмотки статора, допускающая температуру нагрева до 180 °С, а в подшипниковых узлах использована радиационно-стойкая смазка «ПолиTERM-PC» с допустимой температурой 160 °С. Учитывая, что температуры узлов существенно меньше допустимых значений, а коэффициент теплоотдачи в охладителе слабо зависит от скорости среды, поэтому можно существенно сэкономить на создании необходимого давления в гидравлическом тракте, то есть понизить ее скорость, сохраняя высокую эффективность теплосъема с поверхности охладителя [1, 3].

В этих условиях ограничивающим фактором становится температура воды на выходе из охладителя. При ограничении температуры воды на выходе в пределах от 75 до 80 °С, расход воды для ДАР-2.2 составит от 0,1 до 0,85 л/с, соответственно для ДАР-0.75 – от 0,75 до 0,65 л/с.

Анализ результатов исследования теплового состояния радиационно-стойких асинхронных двигателей показал, что при принятых объемных расходах теплоносителя в водяном охладителе полностью обеспечены все требования технического задания.

Список использованных источников

1. Разработка конструкторской документации на изготовление электроприводов с электродвигателями новой конструкции радиационно-стойкого исполнения для использования в оборудовании гидromеталлургической переработки СНУП ОЯТ на МП ОДЭК : отчет по НИР, рук. Бекетов А. Р. Екатеринбург, УрФУ. 2018. 323 с.
2. Охлаждение промышленных электрических машин / А. И. Борисенко, О. Н. Костиков, А. И. Яковлев. М. : Энергоатомиздат, 1983. 296 с.
3. Оценка эксплуатационных характеристик асинхронного двигателя с асимметричным магнитопроводом специального назначения / Т. С. Атаев, С. А. Саврулин, В. В. Сметанин и др. // Электромеханика. Электротехнологии. Электротехнические материалы и компоненты : материалы XVII международной конференции; тезисы докладов. М. : Знак, 2018. С. 108–111.