

Экономика – 1978. – 129 с.

2. Китаев, Н. Н. Групповые экспертные оценки \ Н. Н. Китаев. – М.: Знание. – 1975. – 58 с.

3. Терехов, Л. Л. Экономика математические методы \ Л. Л. Терехов. – М. : Статистика. – 1972. – 358 с.

УДК: 621.316.32.4

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАГРЕВА ЧАСТОТНО - УПРАВЛЯЕМОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКАХ ПИТАНИЯ

М. Б. Ермуханов, магистрант

Н. С. Жексембиева, кандидат техн. наук, доцент

Западно - Казахстанский аграрно - технический университет имени Жангир хана

Бұл мақалада әр түрлі қорек көзінен қоректенетін жиілікті – баскармалы асинхронды қозғалтқыштың жылулық жағдайына эксперименттік зерттеу сұрағы қаралған. Эксперименттік зерттеу үшін екі қоректену сұлбасы ұсынылған. АИР90LB4 қозғалтқышына зерттеулер жүргізіліп, осы қозғалтқышқа СТ-1-19 терморезисторлер орнатылған. Қозғалтқыштың жылулық жағдайына қоректену сұлбасының әсері бағаланды.

В статье рассмотрен вопрос экспериментального исследования теплового состояния частотно - управляемого асинхронного двигателя при различных источниках питания. Предложены для экспериментального исследования две схемы питания. Исследования проведены на двигателе АИР90LB4, в котором размещены терморезисторы СТ-1-19. Выполнена оценка влияния схемы питания на тепловое состояние двигателя.

The article considers a problem of experimental investigation of frequency-controlled induction motor thermal condition under different power sources. Two supply circuits are chosen for the experimental investigation. The investigations are conducted with ANV90LB4 motor in which ST-1-19 thermistors are installed. Action of every supply circuit on the motor thermal condition is estimated.

Погрешность в определении температур при использовании расчетных методов исследования теплового состояния электрических машин может достигать 15 %, что объясняется допущениями, присущими всем расчетным методам. Поэтому достоверная информация о тепловом состоянии электрической машины может быть получена только в результате экспериментального исследования нагрева. Это характерно и для частотно-управляемых асинхронных двигателей, у которых помимо основных потерь, связанных с первой гармоникой напряжения, возникают дополнительные электрические и магнитные потери, обусловленные высшими гармониками напряжения [1, 2]. Величина этих потерь зависит от спектра высших гармоник и их амплитуд, что в свою очередь, определяется источником питания частотно - управляемого асинхронного двигателя. На практике используются автономные инверторы напряжения, обеспечивающие ступенчатую форму фазного напряжения на двигателе и преобразователи частоты, у которых, с целью улучшения спектрального состава выходного напряжения, применяют широтно-импульсную модуляцию прямоугольного напряжения по синусоидальному закону. Ширина импульсов изменяется в течении полупериода, наибольшая ширина импульсов наблюдается в середине полупериода, а к началу и концу ширина импульсов уменьшается [2, 3].

Для оценки степени влияния типа источника питания на тепловое состояние частотно - управляемого асинхронного двигателя, в качестве базового был выбран регулируемый источник синусоидального напряжения. Таким образом, в ходе экспериментального исследования нагрева частотно-управляемого асинхронного двигателя были реализованы два режима питания. Блок-схемы источников питания, обеспечивающие каждый из режимов, представлены на рисунок 1-2.

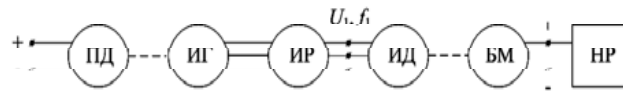


Рисунок 1 – Режим питания синусоидальным напряжением (схема 1)



Рисунок 2 – Режим питания от преобразователя частоты (схема 2)

На рисунок 1-2 обозначено: ПД – приводной двигатель постоянного тока; ИГ – индукторный генератор; ИР – индукторный регулятор напряжения; ИД – испытываемый асинхронный двигатель; БМ – балансирная машины постоянного тока; НР – нагрузочный реостат; ПЧ – преобразователь частоты.

Во всех режимах питания реализовывались два наиболее распространенных закона регулирования – закон регулирования при постоянном моменте $\gamma = \alpha$; $M = const$; при регулировании "вниз" и закон регулирования при постоянной полезной мощности и неизменном напряжении $\gamma = 1,0 = const$; $P_2 = const$; $1,0 \leq \alpha \leq 1,5$ при регулировании "вверх". Здесь

$$\gamma = U_{1\phi}/U_{1\phi ном} = f_1/f_{1 ном}$$

В качестве исследуемого был использован асинхронный двигатель АИР90LB4 с номинальными данными: $P_{2N} = 2,5$ кВт, $U_{1\phi N} = 220$ В, $f_{1N} = 50$ Гц, $n_N = 1430$ об/мин, исполнение IP44, ISO141. Потери в номинальном режиме: $P_{эл1} = 298$ Вт; $P_{эл2} = 129$ Вт; $P_{маг} = 123$ Вт; $P_{мех} = 19$ Вт; $P_{доп} = 16$ Вт.

Для исследования температурного поля двигателя в радиальном и аксиальном сечениях, на стадии изготовителя двигателя были заложены термодатчики. Схема размещения термодатчиков показана на рисунок 3.

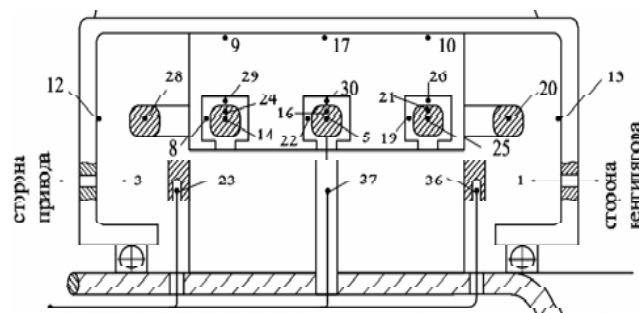


Рисунок 3 – Схема закладки термодатчиков.

В качестве термодатчиков использовались терморезисторы СТ-1-19. В процессе исследования нагрева при двух режимах питания задавались значения коэффициента регулирования α : 1,0; 0,9; 0,7; 0,5 – при регулировании "вниз" (регулирование при постоянном моменте) и 1,0; 1,1; 1,3; 1,5 – при регулировании "вверх" (регулирование при постоянной полезной мощности).

В качестве примера в табл. 1 и 2 приведены значения превышений температур в местах размещения термодатчиков для номинального режима двигателя - $\gamma = \alpha = 1,0$.

Таблица - 1. Радиальное сечение ($\gamma = \alpha$; $\alpha = 1,0$; $M = M_N$)

Область двигателя	Зубцовая зона статора			Спинка сердечника		Ротор	Θ _{окр}
Режим питания	Номер датчика						
	5	16	22	30	17	37	
Схема 1	72,3	59,1	61,9	49,5	44,6	75,5	29,5
Схема 2	84,7	69,2	71,3	57,0	51,4	97,2	20

Таблица - 2 . Аксиальное сечение

Область Двига- теля	Зубцовая зона статора						Спинка сердечника					Ротор		
Режим питания	Номер датчика													
	25	14	19	8	20	28	26	29	10	9	1	36	35	23
Схема 1	72,4	75,3	61,2	71,5	78,3	81,9	49,7	62,0	42,0	57,5	49,2	69,9	75,5	73,3
Схема 2	84.2	88.2	81.7	83.7	91.8	96.0	46.1	57.1	38.9	52.9	60.1	89.6	97.2	94.4

По данным экспериментального исследования построены тепловые характеристики – зависимости превышений температур элементов конструкции двигателя от коэффициента регулирования α при двух режимах питания. Тепловые характеристики пазовой части обмотки статора, сердечника статора и обмотки ротора представлены на рис. 4-6. Установлено, что при всех режимах питания с увеличением коэффициента регулирования α превышения температур существенно уменьшаются. Наибольшие перегревы отмечены при $\gamma = \alpha = 0,5$; $M = M_N$, так как при этом снижается максимальный момент и жесткость механической характеристики, поэтому $M = M_N$ может быть реализован при относительном скольжении гораздо большем, чем в номинальном режиме. Так, при питании по схеме 1 и $\gamma = \alpha = 1,0$; $M = M_N$ номинальное скольжение $s_N = 0,046$, при той же схеме питания, но $\gamma = \alpha = 0,5$; $M = M_N$ скольжение $s_N = 0,156$. Увеличение скольжения приводит к росту электрических потерь в статоре и роторе: при $\gamma = \alpha = 1,0$; $P_{эл1} = 298$ Вт; $P_{эл2} = 129$ Вт; при $\gamma = \alpha = 0,5$; $P_{эл1} = 470$ Вт; $P_{эл2} = 195$ Вт. По мере роста α при $\gamma = \alpha$, $M = M_N = \text{const}$ при всех режимах питания уменьшаются относительное скольжение и потери, а также повышается эффективность охлаждения за счет роста конвективных тепловых проводимостей элементов конструкции двигателя. При $\alpha \geq 1,0$ происходит смена закона регулирования с $M = M_N = \text{const}$ на $P = P_{2N} = \text{const}$, при этом момент двигателя, а значит и потери с ростом α уменьшаются, эффективность охлаждения продолжает расти, что приводит к дальнейшему уменьшению превышений температур.

Тепловые характеристики пазовой части обмотки статора и сердечника статора при питании по схемам 2 подобны тепловым характеристикам при питании по схеме 1, но проходят выше за счет дополнительных электрических и магнитных потерь от действия высших гармоник напряжения $\Sigma P_{\text{допв}}$. Расчетное исследование $\Sigma P_{\text{допв}}$ для исследуемого двигателя АИР90LB4 по методике [1] при питании по схеме 2 позволило получить зависимость $\Sigma P_{\text{допв}} = f(\alpha)$. В частности:

- $\alpha = 0,5$: $\Sigma P_{\text{допв}} = 70,6$ Вт или 9,8 % от ΣP ,
- $\alpha = 1,0$: $\Sigma P_{\text{допв}} = 120,8$ Вт или 20,3 % от ΣP ,
- $\alpha = 1,5$: $\Sigma P_{\text{допв}} = 73,1$ Вт или 13,5 % от ΣP , где ΣP - сумма основных потерь двигателя.

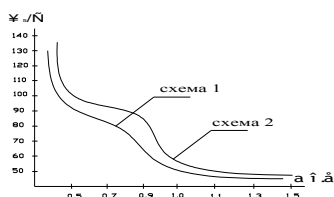


Рисунок 4 – Тепловая характеристика сердечника статора

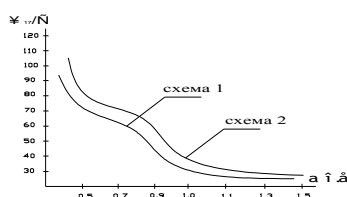


Рисунок 5 – Тепловая характеристика пазовой части обмотки статора

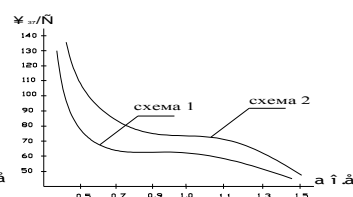


Рисунок 6 – Тепловая характеристика ротора.

Установлено, что дополнительные электрические потери в статоре и роторе $P_{эл1v}$ и $P_{эл2v}$ составляют 94-96 % от $\Sigma P_{допв}$, при этом величины $P_{эл1v}$, $P_{эл2v}$ определяются спектром и амплитудами высших гармоник тока.

По результатам экспериментальных и расчетных исследований установлено, что учету по значимости потерь подлежат 5, 7, 11, 13 гармоники тока при питании по схеме 2. Например, для номинального режима $\gamma = \alpha = 1,0$; $M = M_N$, действующие значения высших гармоник в % к первой гармонике тока:

• схема 2:

$I_5 = 34,7 \%$, $I_7 = 17,7 \%$, $I_{11} = 8,2 \%$, $I_{13} = 5,9 \%$;

Отсюда следует, что $\Sigma P_{допв}$ на тепловое состояние двигателя при питании по схеме 2 существенно меньше, чем при питании по схеме 1. Потери в роторе $P_{эл2v}$ составляют в среднем 60 % от $\Sigma P_{допв}$. Это обстоятельство существенно влияет на вид тепловой характеристики обмотки ротора при питании по схеме 2. При $\alpha = 1,0$, когда $\Sigma P_{допв}$ достигают максимума, на тепловой характеристике имеет место локальный максимум. При питании по схеме 2 тепловая характеристика обмотки ротора по форме подобна характеристике при питании по схеме 1, т.е. монотонна. Отметим также, что тепловые характеристики пазовой части обмотки статора и сердечника статора при всех схемах питания во всем диапазоне изменения α монотонны, что свидетельствует о меньшем влиянии $\Sigma P_{допв}$ на нагрев этих элементов конструкции в сравнении с ротором [4].

Показательными с точки зрения влияния схемы источника питания на тепловое состояние двигателя являются разности превышений температур при базовом режиме, т.е. питании двигателя по схеме 1 и режимах питания по схеме 2.

Проведенные экспериментальные исследования позволили оценить влияние схемы источника питания на тепловое состояние асинхронного частотно-управляемого двигателя.

При питании от автономного инвертора напряжения и ступенчатой форме подводимого к двигателю напряжения превышения температур элементов конструкции двигателя возрастают в сравнении с режимом питания синусоидальным напряжением на 15-30 %.

При питании от преобразователя частоты и прямоугольной форме подводимого напряжения с широтно-импульсной модуляцией по синусоидальному закону – на 2-10 %.

Это обстоятельство необходимо учитывать при определении допустимой по условиям нагрева мощности двигателя во всем диапазоне регулирования частоты вращения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осташевский, Н. А., Потери в частотно-управляемом асинхронном двигателе при различных законах регулирования и типах преобразователей // Н. А. Осташевский, В. Н. Иваненко Электротехника и электромеханика. – 2009. – № 3. – С. 37-41.
2. Радин, В. И., Электрические машины. Асинхронные машины/ В. И. Радин, А. Э. Брускин, А. Е. Зорохович. – М.: Высшая Школа, 1988. – 324 с.
3. Петрушин, В. С. Асинхронные двигатели в регулируемом электроприводе / В. С. Петрушин. – Одесса: Наука и техника, 2006. – 320 с.

4. Осташевский, Н. А., Исследование теплового состояния частотно-управляемого асинхронного двигателя при изменении нагрузки // Н. А. Осташевский, А. Н. Петренко Электротехника и электро механика. – 2010. - № 3. - с. 23-27.

UDC: 691.32

CELLULAR CONCRETE AS A BUILDING MATERIAL OF MODERN LIFE

И. Жакупова, студент

Г. Н. Кисметова, кандидат педг. наук, доцент, научный руководитель

Западно - Казахстанский аграрно - технический университет имени Жангир хана

Мақалада ұяшықты бетонның құрылымы баяндалады. Біздің елімізде ол кейінгі уақытта көп қолданылады, осы құрылыс материалының негізгі бағыттарын қарастырады. Құрылыс саласында қазіргі және жоғарғы технологиялық материалдар аз еңбекті, уақытша және қаржы шығыны шықпайтын аз уақытта сапалы құрылысты қалыптастыруды қажет етеді.

В этой статье представлена информация о свойствах ячеистого бетона. В нашей стране он используется относительно недавно, поэтому хотелось бы остановиться на главных преимуществах этого строительного материала. На сегодняшний день область строительства требует современные и высокотехнологичные материалы, которые требуют мало трудовых, временных и финансовых затрат, чтобы возводить качественные строения в кратчайшие сроки.

Information on properties of cellular concrete is presented in this article. In our country it is used rather recently, therefore it is necessary to pay attention to advantages of this building material. For today the field of building demands modern and hi-tech materials, which demand few labor, time and financial expenses to erect qualitative structures in the shortest terms.

After long studying and the analysis of local raw materials, experts had been made a choice in favor of a cellular gas concrete.

Cellular concrete - is one of the most effective kinds of concrete. There are various sources of raw materials for manufacturing of this kind of concrete. In process autoclave processings concrete components enter difficult chemical interaction with the basic knitting substances due to what the high indicator of durability and stability of cellular concrete is provided. Millions small air cells which result from so-called expansion process give to concrete cellular structure. Due to cellular structure this building material has such properties, as a high thermal protection, excellent sound insulation, and also maintenance of a good microclimate indoors.

The main feature of the block from cellular concrete is that it possesses properties as a stone, and a tree. The similar combination of properties allows applying cellular concrete in various designs. As the stone it fire resistant also doesn't react with water. As the tree it doesn't sink, possesses ease and a workability, easily is sawn, drilled and moves out, but unlike a tree doesn't decay and doesn't burn. We will stop on the main physic mechanical properties of a material [2].

ECOLOGICAL COMPATIBILITY. By results of the researches spent to Germany, cellular concrete possesses more than a low radio-activity, doesn't allocate toxic substances and similar to them of gases. The ecological compatibility factor of ecoblocks is equal 2.0, at a tree this indicator makes it is equated 1.0