

УДК 621.313.282

Оценка конструктивного совершенства систем охлаждения синхронных электромагнитных машин ударного действия*

Л.А. НЕЙМАН

Выполнена классификация и дана оценка конструктивного совершенства систем естественного воздушного охлаждения синхронных электромагнитных машин ударного действия. Для систем с воздушным охлаждением установлены пределы изменения значений теплового потока, отнесенного к поверхности охлаждения катушки, и удельной тепловой нагрузки активного объема, занятого катушкой. Показано, что ни одна из созданных электромагнитных машин ударного действия с естественным охлаждением не удовлетворяет условиям длительного режима работы.

Ключевые слова: электрические машины ударного действия, синхронные электромагнитные машины, электромагнитный двигатель, классификация систем охлаждения, энергия удара, потребляемая мощность, мощность потерь, тепловой поток, удельная тепловая нагрузка.

ВВЕДЕНИЕ

Создание линейных электромагнитных машин ударного действия неразрывно связано с разработкой и проектированием эффективных систем охлаждения. Интенсификация теплоотдачи непосредственно связана с возможностью повышения ударной мощности и продолжительности включения электромагнитных машин.

В настоящее время сложились традиционные конструктивные типы электромагнитных двигателей, также появились некоторые единообразия в конструктивных решениях систем, используемых для их охлаждения.

Прежде всего, тепловой режим электромагнитного ударного узла определяется его энергетическими и геометрическими параметрами и параметрами системы охлаждения. И самое важное то, что система охлаждения должна отводить все выделяющееся тепло, поддерживая максимальную температуру катушки ударного узла на допустимом уровне, определяемом классом нагревостойкости изоляции обмоточного провода.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И ЕЕ РЕШЕНИЕ

В качестве критерия для сравнения теплоотдающих способностей существующих систем охлаждения используется понятие поверхностной плотности теплового потока, представляющей собой отношение допустимой мощности тепловыделения (тепловых потерь) в катушке к поверхности ее охлаждения

$$q_s = \frac{Q}{S_K},$$

где q_s – допустимая плотность теплового потока, Вт/м²; Q – допустимая мощность тепловыделения катушки (тепловой поток), Вт; S_K – поверхность охлаждения катушки, м². Мощ-

* Статья получена 12 октября 2012 г.

ность тепловыделения (мощность отводимых потерь), как известно, определяется выражением $Q = P_{\Pi} = k_T S_k \tau$, где k_T – коэффициент теплоотдачи, $\text{Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$; τ – превышение температуры поверхности над температурой окружающей среды (перегрев), $^\circ\text{C}$; P_{Π} – тепловые потери в катушке, Вт. Следовательно, поверхностную плотность теплового потока можно представить как $q_s = k_m \tau$.

Самым простым в конструктивном исполнении является естественное воздушное охлаждение, однако оно не всегда обеспечивает заданный температурный режим ударного узла. При данном способе охлаждения коэффициент теплоотдачи с поверхности в среднем составляет $k_T = 10 \dots 15 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. Это означает, что при допустимом превышении температуры в пределах $\tau = 80 \dots 140 \text{ }^\circ\text{C}$ для многослойных катушек по ГОСТ 12434-83 с изоляционными материалами и нагревостойкостью по ГОСТ 8865-93 допустимая плотность теплового потока при естественном воздушном охлаждении может составлять $q = 800 \dots 2100 \text{ Вт/м}^2$ [1, 2]. В действительности для реальных электромагнитных ударных устройств, вследствие дополнительных сопротивлений тепловому потоку на пути от нагретой катушки к поверхности охлаждения, эти значения несколько ниже и при колебаниях превышения температуры в пределах $60 \dots 90 \text{ }^\circ\text{C}$ допустимая плотность теплового потока не превышает 1500 Вт/м^2 [3]. Плотность теплового потока также будет зависеть от габаритов. Объясняется это тем, что с уменьшением размеров удельная отдача тепла конвекцией заметно увеличивается [4].

В отличие от электромагнитных приводов электрических аппаратов, в электромагнитных ударных узлах с естественным охлаждением отдача тепла может осуществляться с корпусных деталей конструкции. В общем случае падение температуры происходит в технологическом зазоре, образованном между магнитопроводом и катушкой, а при наличии корпуса, дополнительно к первому, между магнитопроводом и стенкой корпуса. Только в одном технологическом зазоре перепад температуры может составлять более 25 % от температуры поверхности катушки [5].

По имеющимся данным на практике для электромагнитных машин с относительно невысокой ударной мощностью (до 1 кВт) допустимая поверхностная плотность теплового потока несколько ниже и составляет в длительном режиме $300 \dots 700 \text{ Вт/м}^2$, что почти в три раза ниже допустимого расчетного значения [6]. При этом коэффициент теплоотдачи с поверхности с естественным охлаждением не превышает в среднем $k_T = 10 \dots 15 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$. Понятно, что при такой теплоотдаче работа электромагнитного ударного узла может осуществляться только при кратковременном или повторно-кратковременном режиме работы. К недостаткам данного способа охлаждения следует отнести увеличенный перепад температуры между катушкой и поверхностью охлаждения. Результаты исследований тепловых процессов электромагнитных ударных узлов при ПВ = 40 % показали разницу между средней температурой нагрева катушки и корпуса, равную $35 \text{ }^\circ\text{C}$ при средней температуре катушки $110 \text{ }^\circ\text{C}$ [7].

Возможные варианты конструктивных схем систем естественного воздушного охлаждения созданных ударных узлов синхронных электромагнитных машин с продольным и поперечным разрезами приведены на рис. 1–4. Среди синхронных электромагнитных ударных машин с естественным воздушным охлаждением можно выделить три основные группы конструктивных признаков систем охлаждения. К первой группе признаков (рис. 1) относятся системы охлаждения, определяющие отдачу тепла с замкнутой цилиндрической поверхности магнитопровода. Непосредственный контакт поверхности охлаждения катушки с внешней средой отсутствует.

Основной отвод тепла в данной конструкции осуществляется посредством его передачи от катушки к магнитопроводу через технологический зазор. Частично отвод тепла может осуществляться через полюсную систему статора. Одним из примеров такой машины является однокатушечный ударный узел УЭ-1 станка для клёпки шарнирных соединений с регулируемой энергией удара $2 \dots 40 \text{ Дж}$ [7, 8]. По близкой к данной конструктивной схеме выполнена рекомендованная к серийному производству однокатушечная электромагнитная ударная машина со свободным выбегом бойка МС-16М и её модификации МС-15, МС-17/36, МС-18/36, Дятел-2 и двухкатушечная электромагнитная машина МС-20 [7]. При средней потребляемой мощности

ударного узла не превышающей 300 Вт и значении КПД 30 % продолжительность включения не превышала ПВ = 40 %. Недостатком систем охлаждения, относящихся к первой группе признаков, стал значительный перепад средней температуры между наиболее нагретыми (боек) и менее нагретыми (поверхности корпусных деталей конструкции) частями машины, который может достигать трехкратной величины. При допустимой температуре нагрева поверхности цилиндрического магнитопровода 65 °С температура бойка может составлять 200 °С.

Ко второй группе признаков следует отнести системы охлаждения с оребрением теплоотдающей поверхности (рис. 2). Снижение средней температуры катушки достигается за счет увеличения поверхности охлаждения [3, 9, 10].

Конструктивно от систем охлаждения (рис. 1), относящиеся ко второй группе, отличаются только наличием оребренных поверхностей, увеличивающих общую поверхность охлаждения. Непосредственный контакт поверхности катушки с внешней средой здесь также исключен. По данному конструктивному признаку были выполнены успешно прошедшие заводские испытания однокатушечные электромагнитные ударные машины со свободным выбегом бойка МС-19/36М (Дятел-3) [7]. При одинаковой потребляемой мощности ударными узлами и увеличенной в два и более раза поверхности охлаждения позволили только ослабить средний нагрев катушки при сохранении продолжительности включения на прежнем уровне ПВ = 40 %. Подобные системы охлаждения оказались малоэффективными и не нашли широкого практического применения.

К третьей группе относятся системы охлаждения (рис. 3 и 4), в которых основная теплоотдача в окружающую среду осуществляется непосредственно с поверхности катушки за счет особой конструкции исполнения магнитопровода.

Система охлаждения (рис. 3) содержит магнитопровод, выполненный в виде симметрично расположенных относительно друг друга пакетов в форме звезды. Каждый пакет изготовлен из набора П-образных стальных пластин, скрепленных между собой.

По аналогичной схеме охлаждения были выполнены электромагнитные генераторы силовых импульсов УЭМ-3 и УЭМ-4 с энергией удара на 6 Дж и на 15 Дж [11]. Как последующий этап совершенствования системы охлаждения (рис. 4) было предложено использовать витую конструкцию магнитопровода прямоугольной формы, изготовленную из ленточной электротехнической стали. Это позволило получить более открытую для внешней среды поверхность охлаждения.

По данной схеме охлаждения выполнялись серийно производимые электрические ударные машины МЭУ-125 и ИЭ-4220 с энергией удара 0,5...0,7 Дж. При номинальной потребляемой мощности 125 Вт продолжительность включения была увеличена до ПВ = 60 %. Поиск рациональной системы охлаждения, прежде всего, связан со структурной схемой электромагнитной ударной машины, которая определяет конструкцию и компоновку всей машины.

Сравнительная оценка достигнутого уровня совершенства используемых систем охлаждения синхронных электромагнитных машин ударного действия с естественным охлаждением приведена в таблице. В качестве критериев, отражающих совокупность определенных качеств и условий работы, рассматриваемых систем возникает необходимость в привлечении дополнительных показателей. Для характеристики теплонапряженности электромагнитной машины вводится показатель удельной тепловой нагрузки катушки

$$q_v = \frac{Q}{V_M},$$

где Q – мощность потерь в катушке, Вт; V_M – объем активных материалов катушки, м³.

Для характеристики интенсивности процесса нагрева используем постоянную времени нагрева катушки:

$$T_H = \frac{c_M G_M}{k_T S_K},$$

где c_M – удельная теплоемкость меди катушки, Дж/кг·°С; G_M – масса меди катушки, кг;

– учитывающую влияние отдачи тепла стали $T_H = \frac{c_M G_M + \beta c_{ст} G_{ст}}{k_T S_K}$, где $c_{ст}$ – удельная теплоемкость стали магнитной системы, Дж/кг·°С; $G_{ст}$ – масса стали магнитопровода, кг; β – безразмерный коэффициент, учитывающий степень передачи тепла от катушки к стали.

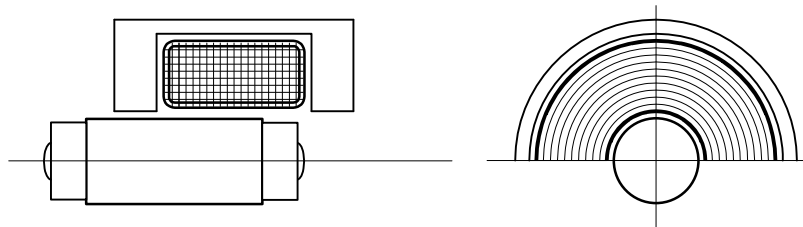


Рис. 1. Система охлаждения с замкнутой цилиндрической поверхностью

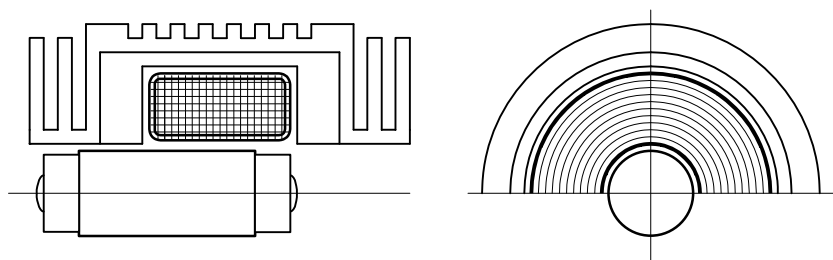


Рис. 2. Система охлаждения с оребренной теплоотдающей поверхностью

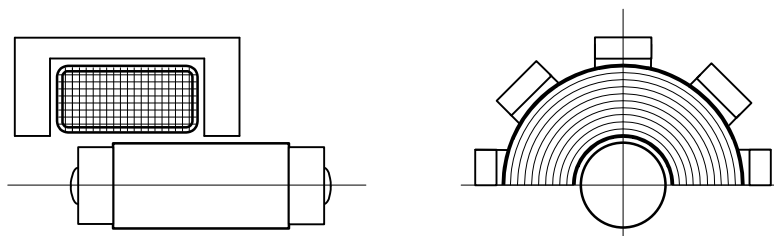


Рис. 3. Система охлаждения с магнитопроводом в форме звезды

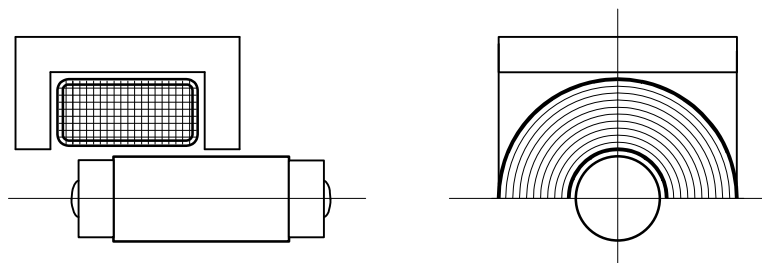


Рис. 4. Система охлаждения с витой конструкцией магнитопровода прямоугольной формы

Для бескаркасных катушек с намоткой на втулку $\beta = 0,275 \dots 0,55$. Для бескаркасных бандажированных катушек и каркасных катушек $\beta = 0,275 \dots 0,45$ [15].

Приведенные в табл. 1 показатели систем охлаждения электромагнитных машин ударного действия выявляют различные свойства к охлаждению этих машин. Между этими показателями существуют многосторонние связи, отражающие сложный характер тепловых и аэродинамических процессов.

Таблица 1

Показатели систем охлаждения однокатушечных электромагнитных машин ударного действия

№ п/п	Наименование величин	МС-15	МС-18/36М тел-2	УЭ-1	МС-19/36М тел-3	МЭУ-125 ИЭ-420
1	Энергия удара, Дж	4	3	40	3	0,7
2	Количество ударов, уд/мин	1500	1500	1500	1500	3000
3	Мощность, потребляемая ударным узлом, Вт	240	220	2600	240	125
4	Полезная мощность, Вт	100	75	1000	75	35
5	Мощность потерь, Вт	140	145	1600	165	90
6	КПД, %	42	34	38	31	28
7	ПВ, %	40	40	40	40	60
8	Масса катушки, кг	2,45	0,975	10,6	0,975	0,36
9	Поверхность охлаждения, катушки, $\times 10^{-4} \text{ м}^2$	271,7	250	1013	250	67,8
10	Объем катушки, $\times 10^{-6} \text{ м}^3$	407,2	174,4	1979,2	174,4	63,3
11	Масса, кг:					
	– магнитопровода, включая массу бойка – ударного узла без инструмента	1,68 4,5	0,845 2,5	28,2 47,0	1,2 2,4	0,57 0,96
12	Поверхность охлаждения магнитопровода, приведенная к катушке, $\times 10^{-4} \text{ м}^2$	314,2	290,0	1761,2	471,0	–
13	Средний тепловой поток, $\times 10^3 \text{ Вт/м}^2$:					
	– отнесенный к поверхности охлаждения катушки – отнесенный к приведенной поверхности охлаждения магнитопровода	5,2 4,46	5,6 4,79	9,1 16,0	6,6 3,51	13,3 –
14	Средняя удельная тепловая нагрузка, $\times 10^3 \text{ Вт/м}^2$	344	796	808	946	1422
15	Постоянная времени нагрева катушки, с	3516	1520	4080	1520	1725
16	Постоянная времени нагрева катушки с учетом отдачи тепла стали, с	4750	2195	9650	2890	3120
17	Схема системы охлаждения	рис. 1	рис. 1	рис. 1	рис. 2	рис. 4

Достигнутый уровень показателей позволяет количественно оценить различные системы охлаждения и определиться с наиболее полно удовлетворяющими техническим требованиям. Для класса электромагнитных машин с естественным охлаждением (табл. 1) по требованиям ударной нагрузки ни одна из машин не удовлетворяет условию работы с ПВ = 100 %. Средняя продолжительность включения в десятиминутном рабочем цикле для большинства машин составляет ПВ = 40 %. Среднее значение теплового потока, отнесенного к поверхности охлаждения катушки, изменяется в пределах $5,2 \dots 13,3 \text{ кВт/м}^2$, что на порядок выше допустимого значения для длительного режима нагрева.

Рассматривая данный показатель относительно поверхности охлаждения магнитопровода, наблюдается уменьшение плотности теплового потока примерно в 1,15 раза. Исключение составляют ударные машины, выполненные по схеме (рис. 2), что позволило увеличить площадь охлаждения, а тепловой поток по отношению к поверхности катушки снизить примерно в два раза.

Средняя удельная тепловая нагрузка активного объема, занятого катушкой, составляет $344...1411 \text{ кВт/м}^3$. Для систем с естественным способом охлаждения точное определение постоянной времени нагрева катушки электромагнитной машины представляет собой более сложную задачу. Для практических расчетов при определении T'_H (табл. 1) применялась приближенная формула расчета, учитывающая передачу тепла от катушки к стальным элементам магнитопровода.

Также было установлено, что в диапазоне значений, рекомендуемого безразмерного коэффициента β , учитывающего степень передачи тепла от катушки к стали, ошибка при определении постоянной времени нагрева может составлять 15...30 %. При естественном способе охлаждения для приведенного класса электромагнитных машин постоянная времени нагрева находится в диапазоне значений 36...160 минут. Учет передачи тепла от катушки к стальным элементам магнитопровода увеличивает постоянную времени нагрева в 1,35...2,36 раза.

Приведенные расчетные данные не гарантируют точных значений постоянной времени нагрева. Это, прежде всего, связано с тем, что электромагнитная машина, несмотря на простоту конструкции, представляет собой сложную неоднородную систему, состоящую из ряда частей с различной теплоемкостью, теплопроводностью и неодинаковыми условиями охлаждения. Тепловые потоки неоднородных частей взаимодействуют друг с другом. Учесть это взаимное влияние, а также неодинаковость охлаждения и неоднородность устройства при расчете T_H в общем случае не представляется возможным. Поэтому наиболее точным методом определения постоянной времени нагрева катушки остается за экспериментом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнена классификация и дана оценка конструктивного совершенства систем охлаждения синхронных электромагнитных машин ударного действия. Установлено, что среднее значение теплового потока, отнесенного к поверхности охлаждения катушки для систем с естественным охлаждением, находится в диапазоне значений $5,2...13,3 \text{ кВт/м}^2$. Для систем с естественным охлаждением средняя удельная тепловая нагрузка активного объема, занятого катушкой, составляет $344...1411 \text{ кВт/м}^3$. В соответствии с требованиями, предъявляемыми к ударной нагрузке, ни одна из электромагнитных синхронных машин с естественным охлаждением не удовлетворяет условиям работы с ПВ = 100 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] **ГОСТ 12434-83.** Аппараты коммутационные низковольтные. Общие технические условия. Введ. 1985-01-01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1988. – 25 с.
- [2] **ГОСТ 8865-93.** Системы электрической изоляции. Оценка нагревостойкости и классификация. Введ. 1995-01-01. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1995. – 8 с.
- [3] **Малов А.Т.** Электромагнитные молоты / А.Т. Малов, Н.П. Ряшенцев, А.В. Носовец и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. – 269 с.
- [4] **Виттенберг М.И.** Расчет электромагнитных реле для аппаратуры автоматики и связи / М.И. Виттенберг. – М., Л.: Госэнергоиздат, 1961. – 704 с.
- [5] **Шлёнкин О.Г.** Испытания на нагрев ударно-вращательной машины при переменных режимах / О.Г. Шлёнкин, А.Н. Мирошниченко и др. // Электрические ударные машины. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1969. – С. 132–145.
- [6] **Антонов А.Н.** К выбору систем охлаждения электромагнитных ударных узлов / А.Н. Антонов, Н.П. Ряшенцев // Исследование электрических машин возвратно-поступательного движения. – Ч. 1. – Новосибирск: ИГД СО АН СССР, 1969. – С. 115–121.
- [7] **Ряшенцев Н.П.** Теория, расчет и конструирование электромагнитных машин ударного действия / Н.П. Ряшенцев, Е.М. Тимошенко, А.В. Фролов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1970. – 260 с.
- [8] **Малов А.Т.** Расчет и конструкции станков для клепки шарнирных соединений / А.Т. Малов, Н.П. Ряшенцев. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1968. – 127 с.
- [9] **Удлер Э.И.** Расчет теплоотдачи вибрирующих ребристых поверхностей корпусных деталей электромагнитных машин / Э.И. Удлер, О.Г. Шлёнкин // Электрические линейные двигатели. – Новосибирск: ИГД СО АН СССР, 1972. – С. 115–123.
- [10] **Ряшенцев Н.П.** Электропривод с линейными электромагнитными двигателями / Н.П. Ряшенцев, Г.Г. Угаров и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1981. – 151 с.

- [11] Туровский П.С. Расчет, конструирование и создание электромагнитных генераторов силовых импульсов / П.С. Туровский, А.В. Фролов. – Фрунзе: Илим, 1984. – 129 с.
- [12] Ряшенцев Н.П. Электромагнитные прессы / Н.П. Ряшенцев, Г.Г. Угаров, А.В. Львицын. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. – 216 с.
- [13] Мошкин В.И. Импульсные линейные электромагнитные двигатели / В.И. Мошкин, В.Ю. Нейман, Г.Г. Угаров. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2010. – 220 с.
- [14] Ступель Ф.А. Электромеханические реле / Ф.А. Ступель. – Харьков: Изд-во Харьковского гос. ун-та, 1956. – 355 с.
- [15] Гордон А.В. Электромагниты постоянного тока / А.В. Гордон, А.Г. Сливинская. – М., Л.: Госэнергоиздат, 1960. – 447 с.

REFERENCES

- [1] GOST 12434-83. Apparaty kommutacionnye nizkovol'tnye. Obshhie tehnicheckie uslovija. Vved. 1985-01-01. – М.: ИПК Изд-во standartov, 1988. – 25 s.
- [2] GOST 8865-93. Sistemy jelektricheskoy izoljacii. Ocenka nagrevostojkosti i klassifikacija. Vved. 1995-01-01. – М.: ИПК Изд-во standartov, 1995. – 8 s.
- [3] Malov A.T., Rjashencev N.P., Nosovec A.V. i dr. Jelektromagnitnye moloty. – Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1979. – 269 s.
- [4] Vittenberg M.I. Raschet jelektromagnitnyh rele dlja apparatury avtomatiki i svjazi. М., Л.: Gosjenergoizdat, 1961. – 704 s.
- [5] Shljonkin O.G., A.N. Miroshnichenko i dr. Ispytanija na nagrev udarno-vrashatel'noj mashiny pri peremennyh rezhimah / Jelektricheskie udarnye mashiny. – Novosibirsk: Nauka. Sib otd-nie, 1969. – S. 132–145.
- [6] Antonov A.N., Rjashencev N.P. K vyboru sistem ohlazhdenija jelektromagnitnyh udarnykh uzlov / Issledovanie jelektricheskikh mashin vozvratno-postupatel'nogo dvizhenija. – ch. 1, Novosibirsk: IGD SO AN SSSR, 1969. – S. 115–121.
- [7] Rjashencev N.P., Timoshenko E.M., Frolov A.V. Teorija, raschet i konstruirovanie jelektromagnitnyh mashin udarnogo dejstva. – Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1970. – 260 s.
- [8] Malov A.T., Rjashencev N.P. Raschet i konstrukcii stankov dlja kleпки sharnykh soedinenij. – Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1968. – 127 s.
- [9] Udler Je.I., Shljonkin O.G. Raschet teplootdachi vibrirujushchih rebristyx poverhnostej korpusnyh detalej jelektromagnitnyh mashin / Jelektricheskie linejnye dvigateli. – Novosibirsk: IGD SO AN SSSR, 1972. – S. 115–123.
- [10] Rjashencev N.P., Ugarov G.G. i dr. Jelektroprivod s linejnymi jelektromagnitnymi dvigateljami / Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1981. – 151 s.
- [11] Turovskij P.S., Frolov A.V. Raschet, konstruirovanie i sozdanie jelektromagnitnyh generatorov silovykh impul'sov. – Фрунзе: Илим, 1984. – 129 с.
- [12] Rjashencev N.P., Ugarov G.G., L'vicyn A.V. Jelektromagnitnye pressesy. – Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1989. – 216 s.
- [13] Moshkin V.I., Nejman V.Ju., Ugarov G.G. Impul'snye linejnye jelektromagnitnye dvigateli. – Kurgan: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2010. – 220 с.
- [14] Stupel' F.A. Jelektromehaniicheskie rele. – Har'kov: Изд-во Хар'ковского гос. ун-та, 1956. – 355 с.
- [15] Gordon A.V., Slivinskaja A.G. Jelektromagnitny postojannogo toka. – М., Л.: Gosjenergoizdat, 1960. – 447 с.

Нейман Людмила Андреевна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры электротехнических комплексов Новосибирского государственного технического университета. Основное направление научных исследований – линейные синхронные электромагнитные преобразователи силовых импульсов. Имеет более 50 научных трудов. E-mail: neyman31@gmail.com

L.A. Neymann

Estimation of design quality of electromagnetic impact machines cooling systems

Classification and estimation of design quality of electromagnetic impact machines cooling systems have been performed. Cooling systems have been classified according to criteria concerning constructions of electromagnetic machines. The first group of the classification criteria contains cooling systems parameters of heat emission from the magnetic core external cylinder surface where the winding cooling surface is not in contact with environment. The second group of criteria involves the parameters of cooling systems with extended heat-releasing surface where winding temperature is decreased by increasing the equivalent cooling surface which is also not in direct contact with environment. The third group contains the parameters of the cooling systems where heat is emitted straight from the winding surface because of the special construction of the magnetic core. The range of heat flow related to the winding cooling system and limits of active volume specific thermal load have been found. The achieved results allow estimating quantitatively different cooling systems to detect cooling systems meeting technical demands. It is shown, that the existing natural and forced cooling systems for electromagnetic synchronous machines do not satisfy the long-time operating mode.

Key words: electromagnetic impact machine, electromagnetic synchronous machines, electromagnetic motor, cooling systems classification, impact energy, consumed power, losses power, heat flow, specific thermal load.