

ЭНЕРГЕТИКА

1
1978

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
МИНИСТЕРСТВА ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗДАНИЕ БЕЛОРУССКОГО ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

МИНСК

ЭНЕРГЕТИКА

1
1978
ЯНВАРЬ

ГОД ИЗДАНИЯ 21-й

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

СОДЕРЖАНИЕ

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

А. П. Долин. Инженерный расчет двухполосных шин на электродинамическую стойкость	3
М. И. Стрелюк, А. Г. Губанович. Влияние токов ротора на величину электродинамических усилий в лобовой части обмотки статора турбогенератора	9
В. Е. Поляков, А. А. Троценко. Синтез централизованных защит с расширенным объемом получаемой информации	14
К. Ф. Степанчук, Г. С. Климович. Контроль состояния внутренней изоляции силовых трансформаторов путем определения количества горючих газов в пространстве над маслом	20
М. Я. Халфен, Г. Н. Цицикян, В. Н. Эрин. Расчет активной мощности в проводящих слоях	26
Э. Г. Исмиев. Оптимальное конструирование сложных магнитных цепей с применением теории направленных графов	31
В. А. Гайсинский. Численный метод анализа автономных инверторов	35
А. Н. Попов. Переходный процесс возбуждения генератора постоянного тока	42

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

В. А. Иванов, Е. О. Кучумова, Н. С. Мышкин, В. А. Фомин, М. С. Фрагин. Структурный анализ одного класса схем автоматического регулирования энергоблоков при скользящем давлении пара	47
Л. А. Рихтер, И. Х. Дичев. Применение нормального логарифмического закона распределения полидисперсной зола при расчете улавливания ее в электрофильтрах	54
А. К. Внуков. Кинетика окисления NO в NO ₂ молекулярным кислородом	62
Д. Д. Калафати, В. В. Попалов. Оптимизация компоновки шахматной трубной решетки при поперечном обтекании	66
Л. В. Арсеньев, И. Б. Митряев. Метод расчета локальных коэффициентов теплоотдачи в охлаждающем канале кромки лопатки при струйном выдуве охладителя	72
А. М. Брагинский, Л. Б. Иванов. Исследование устойчивости циркуляции в контурах установок испарительного охлаждения	79
И. Г. Чумак, А. И. Коханский, Л. П. Кузнецова. Метод расчета воздушных конденсаторов с помощью номограмм	86

ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

Ю. С. Васильев, Б. А. Соколов, Л. И. Кубышкин, М. Г. Александров. Методика технико-экономических расчетов турбинных трубопроводов приплотинных ГЭС	92
В. Д. Демченко. Расчет внутренних характеристик гидротрансформаторов на оптимальном режиме работы	99

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

М. С. Чернецкий. Особенности инженерных расчетов опор воздушных линий при действии переменных нагрузок	104
Ш. А. Ароян, К. К. Хечумян. Влияние высших гармоник на работу фильтров тока и напряжения обратной последовательности	108

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

УДК 621.316.35.016.352.001.24

Г. Ш. Салаев, Я. М. Франкфурт. Влияние экрана на поведение проходного изолятора в среде с повышенной электропроводностью	111
В. М. Кутин, Н. Л. Сахновский, Л. В. Байдаков. Планирование эксперимента при определении группы соединения обмоток трансформатора	114
М. Б. Минкин. Об оценке пропускной способности систем электроснабжения	119
Р. И. Борисов, В. К. Федоров. Усиление неканонических гармоник тока в электрической сети с управляемыми преобразователями	123
Нго Туан Кьет. К вопросу определения теплофикационных нагрузок в условиях СРВ	125
Д. А. Ильин, Я. М. Шелоков, З. Г. Фаттахов, И. Ф. Чучалин. Оценка эффективности вибрационной очистки поверхностей нагрева	130
А. А. Басовская, А. П. Степаненко. Влияние щелевого отсоса пограничного слоя на эффективность выходных диффузоров турбомашин	134
А. Н. Шерстюк, А. И. Соколов, В. В. Чижев. О влиянии некоторых геометрических параметров на эффективность диагональной турбины	138
В. С. Себерянин. Об измерениях теплоотдачи в газовых потоках	141

ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Е. А. Аржанников. Принципы разработки программ для учебного проектирования по специальности «Автоматизация производства и распределения электроэнергии»	144
---	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

А. М. Леонков. Об учебном пособии по технической термодинамике (А. И. Андрущенко. Основы термодинамики циклов теплоэнергетических установок. Учебное пособие для втузов. Изд. 2-е, переработанное и доп. М., «Высшая школа», 1977, 280 с. с ил., тираж 10 000 экз.)	147
---	-----

ПИСЬМО В РЕДАКЦИЮ

А. А. Лабутин. О названиях «водяной экономайзер» и «пароперегреватель»	149
--	-----

ХРОНИКА

А. Д. Ключников. Об итогах Всесоюзной научной конференции «Перспективы промышленной теплоэнергетики»	150
--	-----

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. Ф. СТЕПАНЧУК (ответственный редактор), А. М. ЛЕОНКОВ (зам. ответственного редактора), Н. А. ТИНЯКОВ (зам. ответственного редактора), М. М. АКОДИС, А. И. АНДРЮЩЕНКО, В. А. ВЕНИКОВ, Ю. М. ВОЛОКОБИНСКИЙ, Г. А. ГЕНРИХ, Д. Я. ГЛУХОВ, И. Э. ИБРАГИМОВ, В. М. ИЛЬИН, А. Д. КЛЮЧНИКОВ, А. Т. ЛЕБЕДЕВ, А. И. ЛЕОНТЬЕВ, В. И. НОВАШ, В. И. ОБРЕЗКОВ, Н. Г. РАССОХИН, А. И. РУЦКИЙ, Е. Я. СОКОЛОВ, С. В. УСОВ, В. И. ХВОСТОВ, Д. С. ШАВЕЛЕВ, И. П. ЭПИК

© «Известия вузов СССР — Энергетика», 1978

Ответственный секретарь редакции М. Любомудрова

Редактор Т. Ермоленко

Корректор Э. Кукса

АТ 13515. Сдано в набор 28/ХІІ 1977 г. Подписано к печати 10/І 1978 г. Формат бумаги 70×108¹/₁₆. Физ. печ. л. 10, усл. печ. л. 14,00, уч-изд. л. 13,88. Тираж 2985 экз. Заказ 626. Цена 70 коп.

Адрес редакции: 220027, Минск, Ленинский пр., 65, Белорусский орден Трудового Красного Знамени политехнический институт, корп. 2, ком. 215.

Адрес ордена Трудового Красного Знамени типографии издательства ЦК КП Белоруссии: 220041, Минск, Ленинский пр., 79.

ИНЖЕНЕРНЫЙ РАСЧЕТ ДВУХПОЛОСНЫХ ШИН НА ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКУЮ СТОЙКОСТЬ

Инженер А. П. ДОЛИН

Московский ордена Ленина энергетический институт

Электродинамические нагрузки, испытываемые многополосными шинами при коротких замыканиях (к. з.), вызваны взаимодействием не только токов разных фаз q_ϕ , но и отдельных полос одной фазы q_π . Силы, действующие на изоляторы, обусловлены только нагрузкой q_ϕ . Их расчет производится так же, как и для несоставных шин [1—3]. Нагрузки q_π могут вызвать соприкосновение полос пакета. При этом возникнут нежелательные, трудноучитываемые механические колебания, дополнительные механические напряжения в материале шины, а также шумовые эффекты. Чтобы избежать соприкосновения полос, необходимо для предварительно выбранного сечения многополосных шин подобрать соответствующую длину пролета полосы l_π (рис. 1).

Напряжения в материале многополосных шин складываются из напряжений σ_ϕ и σ_π , обусловленных соответственно нагрузками q_ϕ и q_π ,

$$\sigma_j = \sigma_\phi + \sum_{i=1}^r \sigma_{\pi i}, \quad (1)$$

где σ_j — суммарное напряжение в j -й полосе пакета;
 r — число полос пакета.

В практике проектирования значения l_π , σ_ϕ и σ_π обычно определяют по статическим нагрузкам, равным максимальным значениям электродинамических сил, возникающих под действием токов разных фаз и полос пакета одной фазы [1]. При этом не принимается во внимание, что максимальные электродинамические силы между разными фазами и полосами пакета одной фазы возникают при различных углах включения тока трехфазного к. з., и не учитываются колебания отдельных полос и шины в целом. Это в ряде случаев может приводить к значительным погрешностям при расчетах.

Ниже излагается методика определения длины пролета полосы и механического напряжения в материале двухполосных шин, расположенных в одной плоскости при трехфазных к. з. с учетом угла включения тока к. з. и колебаний шинпровода. Рассматриваются шины с равными пролета-

ми между изоляторами и одинаковыми расстояниями между прокладками полос. Изоляторы принимаются абсолютно жесткими, не участвующими в колебаниях. Шина в пролете между изоляторами рассматривается как пакет стержней, а полосы пакета между прокладками — как стержни с заземленными концами. Фазы токов, идущих по полосам одной шины, принимаются одинаковыми.

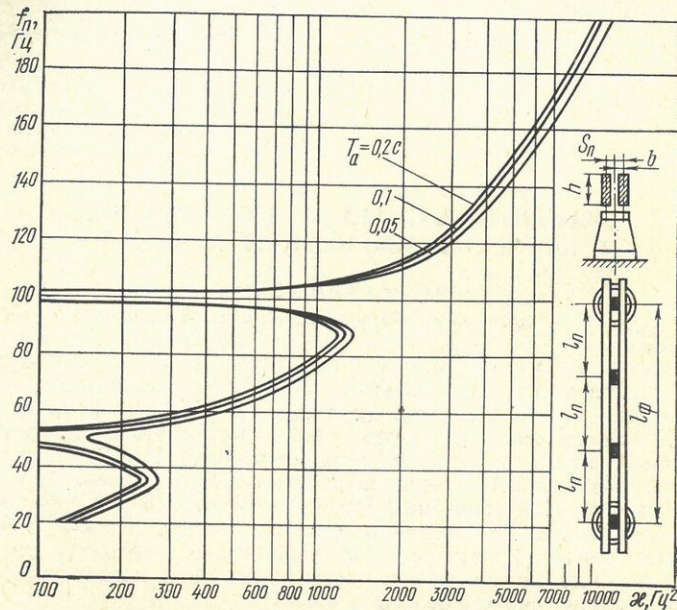


Рис. 1. Зависимости собственных частот колебания полосы пакета шины от параметра ξ при различных значениях постоянной времени T_a

При расчете колебаний шины и отдельных полос пакета в качестве исходного используется дифференциальное уравнение колебаний балки без учета рассеяния энергии [4]

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + \frac{EJ}{m} \cdot \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} = \frac{q}{m}, \quad (2)$$

где y — прогиб шины или полосы, м;
 t — время, с;

E — модуль упругости материала шины, Н/м²;

J — момент инерции шины или полосы, м⁴;

m — масса шины или полосы на единицу длины, кг/м;

q — погонная электродинамическая нагрузка, Н/м.

Электродинамические нагрузки, действующие на пролеты крайней и средней фаз, расположенных в одной плоскости, и на отдельные полосы пакета двухполосных шин, определяются выражениями [2]:

$$q_{\Phi A}(t, \psi) = -\frac{\alpha}{S_{\Phi}} I_M^2 \left\{ \frac{3}{8} + \left[\frac{3}{8} - \frac{\sqrt{3}}{4} \cos \left(2\psi + \frac{\pi}{6} \right) \right] e^{-t/T_a} - \right.$$

$$\left. - \left[\frac{3}{4} \cos \omega t - \frac{\sqrt{3}}{2} \cos \left(\omega t + 2\psi + \frac{\pi}{6} \right) \right] e^{-t/T_a} - \frac{\sqrt{3}}{4} \cos \left(2\omega t + 2\psi + \frac{\pi}{6} \right) \right\}; \quad (3)$$

$$q_{\Phi B}(t, \psi) = \frac{\alpha}{S_{\Phi}} I_M^2 \left[\frac{\sqrt{3}}{2} e^{-2t/T_a} \sin \left(2\psi - \frac{4}{3} \pi \right) - \right.$$

$$\left. - \sqrt{3} e^{-t/T_a} \sin \left(\omega t + 2\psi - \frac{4}{3} \pi \right) + \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \left(2\omega t + 2\psi - \frac{4}{3} \pi \right) \right]; \quad (4)$$

$$q_n(t, \psi) = \frac{\alpha}{S_n} \delta \frac{I_M^2}{4} \left\{ \sin \left[\omega t + \psi - (p-1) \frac{2}{3} \pi \right] - \right.$$

$$\left. - e^{-t/T_a} \sin \left[\psi - (p-1) \frac{2}{3} \pi \right] \right\}^2, \quad (p=1, 2, 3), \quad (5)$$

где $\alpha = 2 \cdot 10^{-7}$ Н/А²;

S_{Φ} и S_n — расстояния между фазами и полосами пакета, м;

I_M — амплитуда периодической составляющей тока трехфазного к. з., А;

T_a — постоянная времени затухания аperiodической составляющей тока к. з., с;

ψ — угол включения тока к. з., рад;

ω — угловая частота тока, рад/с;

p — номер фазы (фаза А — 1, В — 2, С — 3);

δ — коэффициент формы, зависящий от геометрических размеров полос и расстояний между ними [1, 2].

В выражении (5) не учитывается изменение нагрузки q_n в зависимости от прогиба полосы пакета. Это допущение при размерах шин, применяемых на практике, представляется оправданным.

Полосы пакета не будут соприкасаться при к. з., если выполняется следующее условие:

$$2y_{n, \max} < S_n - b, \quad (6)$$

где $y_{n, \max}$ — максимальный прогиб полосы шины, м;
 b — толщина полосы, м.

Прогиб полосы определяется путем решения дифференциального уравнения (2) для нагрузки (5). В результате преобразований полученного решения выражение для прогиба полосы пакета шины приводится к виду

$$y_n(x, t) = \frac{l_n^4}{384 EJ_n} \cdot \frac{\alpha \delta I_M^2}{4 S_n} y_n(x, t), \quad (7)$$

где $y(x, t)$ — относительный прогиб полосы пакета;

l_n — длина пролета полосы, м.

Максимальное по модулю значение y называется динамическим коэффициентом прогиба и обозначается η_p . Если собственная частота колебаний полосы пакета больше 200 Гц, то приближенное значение динамического коэффициента прогиба можно найти путем решения статической задачи для нагрузки, равной максимальной электродинамической силе (5). При указанных значениях собственных частот полос шин (практически для любых значений постоянной времени T_a) динамический коэффициент прогиба оказывается приблизительно равным

$$\eta_y \approx k_y^2, \quad (8)$$

где $k_y = 1 + e^{-0.01/T_a}$ — ударный коэффициент.

Первая (основная) собственная частота колебания шины или полосы пакета определяется выражением [4]

$$f = \frac{4,73^2}{2\pi l^2} \sqrt{\frac{EJ}{m}} \text{ Гц.} \quad (9)$$

В соответствии с выражениями (6)–(9) выбор длины пролета полосы, обеспечивающей высокую собственную частоту колебаний полос и в то же время исключаяющей возможность их соприкосновения, требует одновременно выполнения следующих двух неравенств:

$$l_n < \frac{4,73}{\sqrt{400\pi}} \sqrt[4]{\frac{EJ_n}{m_n}}; \quad (10a)$$

$$l_n < \frac{1}{\sqrt{i_y}} \sqrt[4]{\frac{192EJ_n S_n (S_n - b)}{\alpha \delta}}, \quad (10b)$$

где $i_y = k_y I_M$ — ударный ток трехфазного к. з., А.

Неравенство (10a) вытекает из условия $f_n > 200$ Гц, а неравенство (10b) — из условия (6).

Соприкосновение полос пакета шины может быть исключено и при f_n меньше 200 Гц. Для этого неравенство (6), согласно (7) и (9), должно быть записано в виде

$$\kappa > \lambda, \quad (11)$$

где

$$\kappa = \frac{f_n^2}{\eta_y}; \quad \lambda = \frac{4,73^4 \alpha \delta I_M^2}{3072 \pi^2 S_n (S_n - b)}.$$

Величины κ и λ имеют размерность Гц².

На рис. 1 приведены кривые зависимости f_n от параметра κ при различных значениях постоянной времени T_a . Кривые построены в результате решения дифференциального уравнения (2) в виде ряда по собственным функциям [3, 4]. По этим кривым и известной величине λ можно определить верхние и нижние границы собственных частот полос шины ($f_{в}$ и $f_{н}$), в которых выполняется неравенство (11). По данным $f_{в}$ и $f_{н}$ в соответствии с выражением (9) определяется длина пролета полосы

$$\frac{4,73}{\sqrt{2\pi f_{в}}} \sqrt[4]{\frac{EJ_n}{m_n}} < l_n < \frac{4,73}{\sqrt{2\pi f_{н}}} \sqrt[4]{\frac{EJ_n}{m_n}}. \quad (12)$$

Значения динамических коэффициентов η_y , входящие в приведенные выше формулы, получены при угле включения тока к. з.

$$\psi = \frac{2}{3} \pi (p - 1) + 0,5 \pi,$$

при котором нагрузка q_n , а следовательно, и прогибы полосы шины будут максимальными [5].

Определив l_n , можно найти, согласно (1), механическое напряжение в материале двухполосной шины

$$\sigma = \frac{EJ_\phi}{W_\phi} \left| \frac{\partial^2 y_\phi}{\partial x^2} \right| + \frac{EJ_n}{W_n} \left| \frac{\partial^2 y_n}{\partial x^2} \right|, \quad (13)$$

где W_n — момент сопротивления полосы шины, м³;

6

$$W_\phi = \frac{J_\phi}{z_{п.макс}};$$

$z_{п.макс} = 0,5b$ — наиболее удаленная точка от нейтральной линии полосы пакета.

В соответствии с решением дифференциального уравнения (2) выражение (13) может быть приведено к виду

$$\sigma(t, \psi) = \frac{\alpha I_M^2 l_\phi^2}{12 S_\phi W_\phi} [|\sigma_\phi(t, \psi)| + k |\sigma_n(t, \psi)|], \quad (14)$$

где σ_ϕ и σ_n — относительные напряжения в материале шины соответственно от взаимодействия токов фаз и полос пакета; k — безразмерный коэффициент, равный

$$k = \frac{\delta S_\phi W_\phi}{4 S_n W_n N^2};$$

здесь N — число прокладок между полосами пакета, приходящееся на один пролет шины.

Максимальное значение суммы

$$|\sigma_\phi(t, \psi)| + k |\sigma_n(t, \psi)| = \eta_\sigma$$

называется динамическим коэффициентом напряжения. Если собственные частоты колебаний шины и отдельных полос пакета превышают 200 Гц, значения коэффициента η_σ можно найти путем решения статической задачи. При этом практически для любых постоянных времени T_a он оказывается равным

$$\eta_\sigma \approx \frac{\sqrt{3}}{2} k_y^2 \xi, \quad (15)$$

где ξ — коэффициент, равный

$$\xi = \max \left\{ \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{\alpha i_y^2} \left[S_\phi |q_\phi(t, \psi)| + k \frac{4S_n}{\delta} |q_n(t, \psi)| \right] \right\}. \quad (16)$$

Если $f_n > 200$ Гц, наибольшие напряжения, как показали проведенные расчеты, будут в средней шине токопровода, для которой при $k > 5$

$$\xi \approx 1,15k + 0,25,$$

а при $k \leq 5$ этот коэффициент можно определить по кривой, приведенной на рис. 2.

При частоте собственных колебаний шин или полос пакета меньше 200 Гц определение динамических коэффициентов напряжения не вызывает принципиальных трудностей. Однако расчет η_σ при различных значениях собственных частот f_ϕ и f_n требует большой вычислительной работы. Для оценки η_σ приближенно с некоторым запасом можно принять

$$\eta_\sigma \approx \eta_\phi + k \eta_n. \quad (17)$$

где η_ϕ и η_n — динамические коэффициенты напряжения соответственно

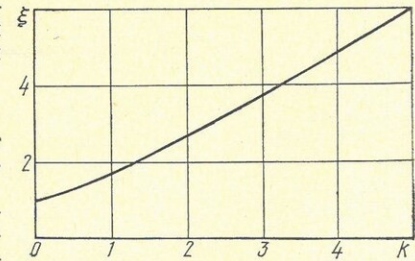


Рис. 2. Зависимость ξ от коэффициента k

от взаимодействия токов разных фаз и полюсов пакета одной фазы. Эти коэффициенты можно определить, например, по кривым, приведенным в [3] и [6], в зависимости от частоты собственных колебаний шин и полюсов пакета.

Представленные выше расчетные графики построены в результате вычислений, проведенных на ЭЦВМ БЭСМ-4.

ВЫВОДЫ

1. При частоте собственных колебаний шин или полюсов пакета меньших 200 Гц расчет электродинамической стойкости многополюсных шин следует проводить с учетом колебаний шинпровода.

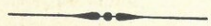
2. Значения механических напряжений в материале двухполюсных шин, определяемые без учета того, что максимальные электродинамические силы между разными фазами и между полюсами пакета одной фазы возникают при различных углах включения тока трехфазного к. з., могут быть завышены более чем на 25%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору по режиму короткого замыкания аппаратуры и проводников в электрических установках высокого напряжения. М.—Л., Госэнергоиздат, 1944, 55 с.
2. Васильев А. А. Электрическая часть станций и подстанций. Ч. I. М.—Л., Госэнергоиздат, 1963, 495 с.
3. Кудрявцев Е. П., Долин А. П., Васильев А. А. Методика расчета шин и опорных изоляторов распределительных устройств напряжением до 35 кВ на электродинамическую стойкость. «Промышленная энергетика», 1975, № 11, с. 36—39.
4. Филиппов А. П. Колебания деформируемых систем. М., «Машиностроение», 1970, 374 с.
5. Долин А. П. Влияние фазы угла включения тока короткого замыкания на электродинамическую стойкость шин и опорных изоляторов. В сб.: «Вопросы проектирования и эксплуатации электрической части электростанций». М., 1974, с. 109—110.
6. Долин А. П. Расчет шин и изоляторов на электродинамическую стойкость при двухфазных коротких замыканиях. Тр. МЭИ, вып. 274. М., 1975, с. 137—141.

Представлена кафедрой электрических станций

[17.VII.1976]



ВЛИЯНИЕ ТОКОВ РОТОРА НА ВЕЛИЧИНУ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИХ УСИЛИЙ В ЛОБОВОЙ ЧАСТИ ОБМОТКИ СТАТОРА ТУРБОГЕНЕРАТОРА

*Кандидат техн. наук, доц. М. И. СТРЕЛЮК,
инженер А. Г. ГУБАНОВИЧ*

Белорусский ордена Трудового Красного Знамени политехнический институт

При расчете электродинамических усилий (э. д. у.) в лобовой части обмотки турбогенераторов необходимо учитывать токи ротора, которые оказывают значительное влияние на величину э. д. у. [1].

Усилие, действующее на какой-либо участок лобовой дуги статора, можно представить в виде выражения

$$f_{1j} = \frac{\mu_0}{4\pi} (k_{1j}i_1^2 + k_{2j}i_1i_2 + k_{3j}i_1i_3 + k_{rj}i_1i_r), \quad j = x, y, z, \quad (1)$$

где k_{1j} , k_{2j} , k_{3j} , k_{rj} — коэффициенты контуров от дуг своей фазы и остальных фаз, лобовых частей ротора;

i_1 , i_2 , i_3 , i_r — токи первой, второй, третьей фаз и ротора в нормальном или переходном режимах.

Для расчета коэффициентов от лобовых дуг статорной обмотки можно использовать методику [2]. В настоящей статье предлагается метод учета влияния токов ротора на э. д. у. в лобовой части обмотки статора.

Лобовую дугу обмотки ротора можно представить в виде двух прямых участков $I—A$, $F—4$ (рис. 1), соединенных частью окружности $A—F$. Для того чтобы рассчитать коэффициенты контура лобовой дуги статора с лобовой частью стержня обмотки ротора, необходимо рассмотреть взаимодействие каждого прямолинейного участка дуги статора с прямолинейными и криволинейными участками лобовой дуги ротора и произвести их суммирование. Для прямых участков также можно использовать методику [2]. Применяя метод расчета э. д. у. между произвольно расположенными прямолинейными проводниками [2] и проводниками, имеющими форму дуг окружностей [3], можно получить выражения для расчета э. д. у. и момента, действующих на прямолинейный проводник в поле дугового проводника,

$$F_{2j} = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{4\pi} \int_0^a d\varphi \int_0^1 \frac{\Delta f_j d\lambda}{\sqrt{a + b\lambda + c\lambda^2}}; \quad (2)$$

$$M_j = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{4\pi} \int_0^a d\varphi \int_0^1 \frac{\Delta M_j d\lambda}{\sqrt{a + b\lambda + c\lambda^2}}, \quad j = x, y, z, \quad (3)$$

где $a = L_{св}^2 + R^2 - 2(\overline{BC AC}) \cos \varphi - 2(\overline{BC DC}) \sin \varphi$;

$b = 2[(\overline{VB BC}) - (\overline{VB AC}) \cos \varphi - (\overline{VB DC}) \sin \varphi]$;


$c = L_{Bv}^2$;

Продолжается подписка на 1978 год


НА ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ МВ ССО СССР» по разделу «ЭНЕРГЕТИКА» Год издания 21-й

Журнал рассчитан на инженерно-технических работников энергетических и промышленных предприятий, работников научно-исследовательских институтов и проектных организаций, научных работников вузов и техникумов и студентов старших курсов.

В журнале публикуются материалы по новейшим достижениям в области энергетики и освещаются

- | | | |
|---|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Научно-исследовательские работы. 2. Итоги внедрения законченных работ. 3. Дискуссии по актуальным вопросам энергетики. 4. Материалы межвузовских научных конференций и совещаний. |  | <ol style="list-style-type: none"> 5. Отдельные разделы диссертационных работ. 6. Отзывы на монографии, учебники и учебные пособия. 7. Научная и техническая информация между вузами, научно-исследовательскими, проектными учреждениями и производственными предприятиями. |
|---|---|--|

ЖУРНАЛ ИМЕЕТ СЛЕДУЮЩИЕ РАЗДЕЛЫ:

- | | | |
|--|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Общая энергетика. 2. Электрические станции, сети и системы. 3. Релейная защита и системная автоматика. 4. Техника высоких напряжений. 5. Теоретические основы электротехники. 6. Электроснабжение и автоматизация систем электроснабжения. 7. Теплоэнергетические установки электростанций. |  | <ol style="list-style-type: none"> 8. Вопросы топливоиспользования и водоподготовки электрических станций и промышленных установок. 9. Теплофикация и теплоснабжение. 10. Промышленная теплоэнергетика. 11. Теоретические основы теплотехники. 12. Теплофизика. 13. Гидроэнергетические установки. 14. Экономика энергетики. 15. Хроника и научно-техническая информация. 16. Библиография. |
|--|---|--|

Цена отдельного номера

— 70 коп.

Подписная цена на год 12 номеров — 8 руб. 40 коп.

Подписка принимается с любого очередного месяца в пунктах приема подписки и агентствах «Союзпечать» и общественными распространителями печати на промышлен-