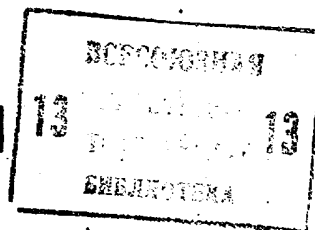




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3597748/24-07
(22) 01.06.83
(46) 30.06.85. Бюл. № 24
(72) А.М.Брянцев
(71) Алма-Атинский энергетический институт
(53) 621.317.435(088.8)
(56) 1. Зильберблат М.Э. и др. Управляемый статический компенсатор реактивной мощности для дуговых сталеплавильных печей. - "Электротехника", № 2, 1981.

2. Авторское свидетельство СССР № 1005575, кл. Н 01 F 29/14, 1982.

(54) (57) ЭЛЕКТРОИНДУКЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО, содержащее магнитную систему, выполненную на сердечниках с ярами и стержнями, на которых размещены секционированные обмотки, и тиристоры, подключенные к секциям обмотки, отличающееся тем, что, с целью уменьшения потерь и нелинейных искажений в потребляемом токе, стержни снабжены участками уменьшен-

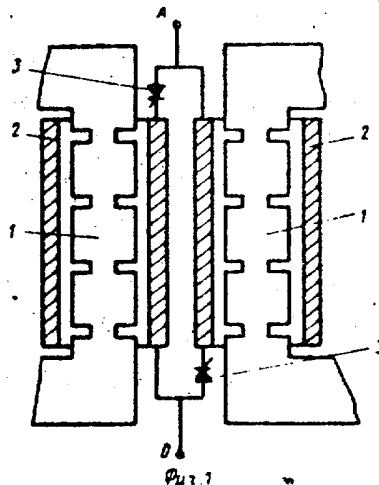
ного сечения, причем соотношение сечения участков к сечению стержня находится в пределах

$$0,3 \leq \frac{S_y}{S} \leq 0,5,$$

а суммарная длина участков уменьшенного сечения одного стержня определяется выражением

$$l = 2 \mu_0 \frac{W^2}{L_M} S,$$

- где S_y - сечение участков уменьшенного сечения, м²;
 S - сечение стержня сердечника, м²;
 l - суммарная длина участков уменьшенного сечения, м;
 $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7}$ - магнитная постоянная, Гн/м;
 W - количество витков обмотки;
 L_M - индуктивность устройства, Гн.



Изобретение относится к электро-технике и энергетике и может быть использовано в качестве регулятора реактивной мощности, не вносящего нелинейных искажений в электрическую сеть.

Известна конструкция регулятора реактивной мощности, содержащего тиристорный блок и индуктивное сопротивление, включенные последовательно друг к другу [1].

Недостатками этой конструкции являются пониженные технические характеристики, обусловленные большим уровнем нелинейных искажений в потребляемом токе при регулировании реактивной мощности, а также большие массы, габариты и стоимость, являющиеся результатом необходимости установки тиристорного блока той же мощности, что и номинальная мощность устройства.

Наиболее близкой к предлагаемой является конструкция электроиндукционного устройства, содержащего магнитную систему, выполненную на сердечниках с ярмами и стержнями, на которых размещены секционированные обмотки, и тиристоры, подключенные к секциям обмотки [2].

Недостатками известной конструкции являются пониженные технические характеристики, обусловленные наличием повышенных потерь из-за потерь в магнитной системе, а также повышенный уровень нелинейных искажений в потребляемом токе, обусловленный генерацией нелинейных искажений в электрическую сеть при регулировании реактивной мощности.

Цель изобретения - уменьшение потерь нелинейных искажений в потребляемом токе.

Поставленная цель, достигается тем, что в электроиндукционном устройстве, содержащем магнитную систему, выполненную на сердечниках с ярмами и стержнями, на которых размещены секционированные обмотки, и тиристоры, подключенные к секциям обмотки, стержни снабжены участками уменьшенного сечения, причем соотношение сечения участков к сечению стержня находится в пределах

$$0,3 \leq \frac{S_y}{S} \leq 0,5,$$

а суммарная длина участков уменьшенного сечения одного стержня определяется выражением

$$l = 2 \mu_0 \frac{W^2}{L_M} S,$$

где S_y - сечение участков уменьшенного сечения, m^2 ;
 S - сечение стержня сердечника, m^2 ;
 l - суммарная длина участков уменьшенного сечения, м;
 $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ - магнитная постоянная, Гн/м;
 W - количество витков обмотки,
 L_M - индуктивность устройства, Гн.

На фиг.1 схематически представлена конструкция стержней сердечников магнитной системы; на фиг.2 - характер изменения коэффициентов гармоник в токе устройства в различных режимах работы.

В электроиндукционном устройстве, содержащем магнитную систему (фиг.1), выполненную на сердечниках с ярмами и стержнями 1, на которых размещены секционированные обмотки 2, и тиристоры 3, подключенные к секциям обмотки 2, стержни 1 снабжены участками уменьшенного сечения, причем соотношение сечения участков к сечению стержня находится в пределах

$$0,3 \leq \frac{S_y}{S} \leq 0,5,$$

а суммарная длина участков уменьшенного сечения одного стержня определяется выражением

$$l = 2 \mu_0 \frac{W^2}{L_M} S,$$

где S_y - сечение участков уменьшенного сечения, m^2 ;
 S - сечение стержня сердечника, m^2 ;
 l - суммарная длина участков уменьшенного сечения, м;
 $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ - магнитная постоянная, Гн/м;
 W - количество витков обмотки;
 L_M - индуктивность устройства, Гн.

На фиг.2 изображена кривая 4 изменения коэффициента гармоник всего нечетного ряда, проявляющихся в токе однофазных конструкций и кривая 5 нечетного ряда гармоник прямой и обратной последовательности, проявляющихся в токе трехфазной конструкции в симметричном режиме. Построение произведено для стали марки 2411 при законе изменения индукции $B_1 = B_0 + B_S \sin \omega t$, где B_S - индукция насыщения стали 2411 ($B_S = 1,96$ Тл); B_0 - постоянная составляющая индукции (принятый при расчете диапазон изменения от 0 до $2B_S$).

Устройство работает следующим образом.

Регулирование реактивной мощности устройства осуществляется изменением постоянной составляющей потока в магнитопроводах, которая зависит от времени включения тиристоров 3. Во всех режимах подмагничивания величина намагничивающей силы (н.с.) обмотки 2, а следовательно, и потребляемый ток устройства, определяется, в основном, падением н.с. на участках магнитопровода уменьшенного сечения, а остальные части магнитопровода остаются ненасыщенными. Указанное соотношение обеспечивает целесообразное распределение н.с. между насыщенными и ненасыщенными участками. Максимальное значение потока в участках уменьшенного сечения равно

$$(2B_{1m} + B_S)S_y = \Phi_{max}$$

На основных участках магнитопровода при Φ_{max} индукция не должна превышать B_S , что и является условием их ненасыщенности $B_S \leq \frac{\Phi_{max}}{S}$.

Поставляя одно выражение в другое,

$$\text{получаем } \frac{S_y}{S} \leq \frac{B}{2B_{1m} + B_S}$$

Из опыта проектирования электротехнических устройств известно, что B_{1m} целесообразно принимать в пределах $B_{1m} = (0,5 - 1)B_S$. Откуда имеем

$$\frac{S_y}{S} \leq \frac{1}{2(0,5-1)+1} = 0,5 - 0,3.$$

При соотношении более 0,5 недопустимо сильно насыщается весь магнитопровод устройства, что приводит

к искажению формы потребляемого тока. При соотношении менее 0,3 возрастает расход активных материалов от недоиспользования объема основного магнитопровода. Равномерное распределение участков уменьшенного сечения по высоте стержня обеспечивает минимальный уровень полей рассеяния в устройстве. Сравнительно малая длина насыщаемых участков магнитопровода обуславливает относительно высокое значение постоянной составляющей напряженности магнитного поля и индукции в них. В номинальном режиме работы независимо от длины насыщенных участков, величина намагничивающей силы обмотки должна быть неизменной, поскольку это определяет номинальный ток устройства. По первой гармонике, например, она $F_1 = i_1 w$, где i_1 - первые гармоники фазы; w - количество витков фазы. Однако в зависимости от длины насыщенных участков эта величина н.с. может быть обеспечена при различных значениях напряженности поля, в соответствии с известным выражением $F_1 = A_1 L_M = Hl$, где A_1 - линейная плотность тока обмотки основной гармоники; H - напряженность поля основной гармоники в насыщенных участках. Из этих двух выражений для F_1 получаем общее

$$\text{соотношение } \frac{1}{L_M} = \mu_0 \frac{A_1}{B_1}.$$

Выражая индукцию потока основной гармоники в сердечнике, линейную плотность тока обмотки через витки обмотки и сечение стержня, можно полу-

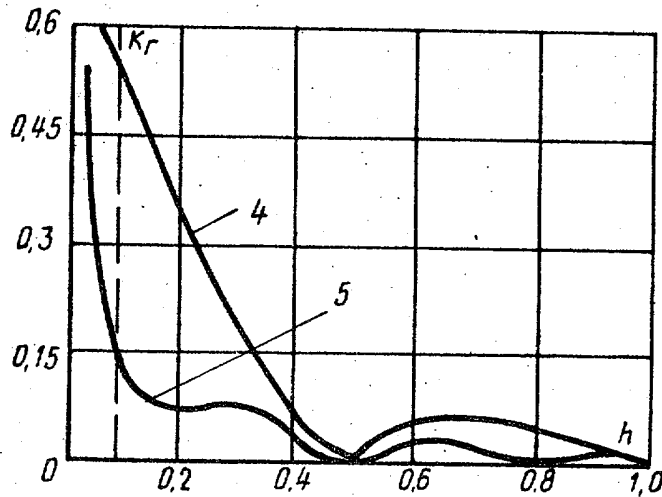
чить $1 = 2\mu_0 \frac{W^2}{L} S$, где L - суммар-

ная длина участков уменьшенного сечения, м; S - сечение стержня сердечника, м²; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ - магнитная постоянная, Гн/м; W - количество витков обмотки; L_M - индуктивность устройства, Гн. В результате, при выполнении указанного выражения в режиме номинального намагничивания диапазон изменения переменной составляющей индукции практически полностью смещен в зону технического насыщения кривой намагничивания, на ее линейный участок. При этом нелинейные искажения в напряженности магнитного поля и токе устройства полностью отсутствуют. Как видно из фиг.2, иска-

жения тока имеют место лишь в начальном диапазоне подмагничивания. Экспериментальные исследования на модели показали, что степень нелинейных искажений не превышает характеристик, приведенных на фиг. 2, если соотношение $1 \cdot L_{\text{м}}$ соблюдается не менее, чем с 10%-ной точностью.

В прототипе напряженность магнитного поля подмагничиваемых участков не превышает линейной плотности тока обмотки вследствие равномерного насыщения всей части стержня, охваченного обмоткой. В результате, режим номинального подмагничивания устройства обеспечивается при сравнительно слабом смещении переменной составляющей индукции в область технического насыщения кривой намагничивания стали. Так, в прототипе мощностью до

единиц МВАр номинальный режим обеспечивается в пределах, не превышающих 5-7% от возможного (штриховая линия на фиг. 2), что и приводит к недопустимо большому искажению потребляемого тока во всем диапазоне регулирования. Кроме того, преимуществами изобретения являются также относительно уменьшенные потери в стали магнитной системы. Это обусловлено тем, что при смещении рабочей зоны индукции в область технического насыщения кривой намагничивания, составляющая гистерезисных потерь в стали снижается. Сравнительные эксперименты на моделях мощностью 4 кВАр показали, что при прочих равных условиях потери в стали предлагаемого устройства в номинальном режиме в 3,9 раза ниже, чем в прототипе.



Фиг. 2

Составитель Л. Федосов

Редактор С. Лисина

Техред М. Надь

Корректор В. Гирняк

Заказ 4194/50

Тираж 679

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4