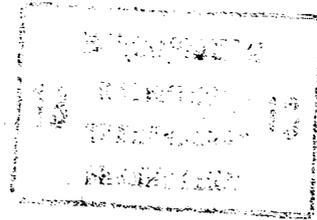




3(50) Н 03 К 3/53

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



(21) 3311422/18-21

(22) 03.07.81

(46) 15.07.83. Бюл. № 26

(72) А.П. Лотоцкий и И.А. Иванов

(53) 621.373(088.8)

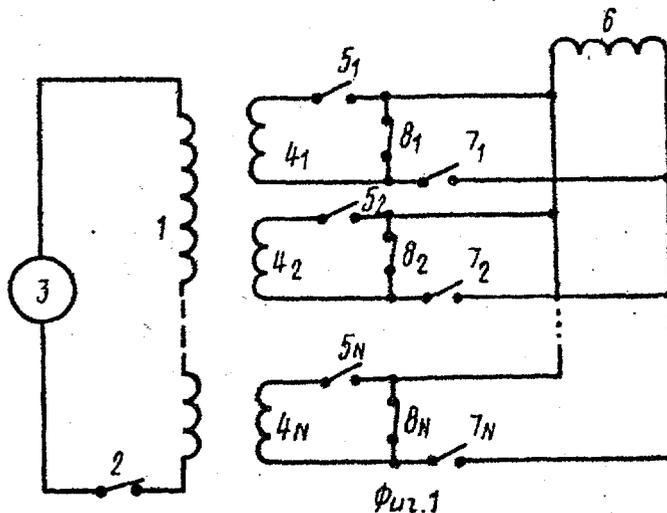
(56) 1. Побережский Л.П. Об индуктивных накопителях энергии. Труды МЭИ, вып. 45, 1963, с. 15-17.

2. Верецагин И.П. Анализ трансформаторной схемы индуктивного накопителя энергии. Труды МЭИ, вып. 45, 1963, с. 21-24.

(54) (57) 1. ИНДУКТИВНЫЙ НАКОПИТЕЛЬ ЭНЕРГИИ, содержащий первичную обмотку, подсоединенную к генератору тока через выключатель, и вторичную обмотку, к одному из выводов которой через замыкатель присоединена индуктивная нагрузка, отличающийся тем, что, с целью увеличения КПД передачи энергии при сохра-

нении оптимальной удельной емкости накопителя, вторичная обмотка разделена на N секций, у каждой из которых один из выводов подсоединен через один из N замыкателей первой группы к первому выводу индуктивной нагрузки, второй вывод которой через один из N замыкателей второй группы присоединен к другим выводам секций, соединенным одним из N замыкателей с первым выводом индуктивной нагрузки, причем секции расположены внутри первичной обмотки, а длина каждой из секций равна длине первичной обмотки.

2. Накопитель по п. 1, отличающийся тем, что каждая из секций в поперечном сечении имеет вид сектора круга с углом раствора $2\pi/N$ и с радиусом, равным радиусу внутренней окружности первичной обмотки, где N - целое число.



Изобретение относится к электро-технике, в частности к устройствам накопления и передачи энергии, используемым для генерации сильных магнитных полей в термоядерных установках типа θ -пинч или "Токамак".

Известны устройства для передачи электромагнитной энергии, содержащие секционированную накопительную катушку, источник тока, размыкатели и нагрузочную катушку с замыкателями [1].

В этом устройстве размыкатели включены между секциями накопительной катушки, а замыкатели присоединены одной клеммой к выводам каждой секции, а другой - к выводу нагрузки.

Однако в таких устройствах передача энергии производится при синхронном срабатывании размыкателей и замыкателей после зарядки накопительной катушки от источника тока. Максимальный коэффициент передачи энергии при этом достигает всего лишь 0,25. Кроме того при отсутствии индуктивной связи между секциями накопительной катушки удельная энергоемкость накопителя значительно ниже оптимальной за счет уменьшения полной индуктивности накопительной катушки при разделении длинного соленоида (или тора) на отдельные катушки.

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности является индуктивный накопитель с трансформаторной связью. В этом накопителе первичная обмотка, подсоединенная к источнику тока через выключатель, располагается снаружи вторичной обмотки. К одному из выводов вторичной обмотки через замыкатель подсоединена нагрузка, а второй вывод присоединен к другому выводу нагрузки.

Накопитель работает следующим образом. Ток от источника питания протекает по первичной обмотке. При заданном значении тока выключатель начинает прерывать ток первичной обмотки, а замыкатель включает нагрузку в цепь вторичной обмотки. Ток первичной обмотки убывает, а во вторичной обмотке и в нагрузке при этом индуцируется импульс тока [2].

Однако и в данном случае максимальный КПД передачи энергии также составляет всего 0,25.

Целью изобретения является увеличение КПД передачи энергии при сохранении оптимальной удельной энергоемкости накопителя.

Указанная цель достигается тем, что в индуктивном накопителе энергии, содержащем первичную обмотку, подсоединенную к генератору тока через выключатель, и вторичную обмотку, к одному из выводов которой через замыкатель присоединена индуктивная нагрузка, вторичная обмотка разделена на N секций, у каждой из которых один из выводов подсоединен через один из N замыкателей первой группы к первому выводу индуктивной нагрузки, второй вывод которой через один из N замыкателей второй группы присоединен к другим выводам секций, соединенным одним из N размыкателей с первым выводом индуктивной нагрузки, причем секции расположены внутри первичной обмотки, а длина каждой из секций равна длине первичной обмотки.

Каждая из секций в поперечном сечении имеет вид сектора с углом раствора $2\pi/N$ и с радиусом, равным радиусу внутренней окружности первичной обмотки, где N - целое число.

На фиг.1 представлена принципиальная схема индуктивного накопителя энергии; на фиг.2 - накопительная катушка, поперечный разрез.

Первичная обмотка 1 (фиг.1) через выключатель 2 соединена с генератором тока 3. Секции $4_1 - 4_N$ вторичной обмотки через замыкатели $5_1 - 5_N$ первой группы присоединены к одному из выводов индуктивной нагрузки 6. Вторым выводом индуктивной нагрузки присоединен через замыкатели $7_1 - 7_N$ второй группы к другим выводам секций, которые, в свою очередь, соединены размыкателями $8_1 - 8_N$ с первым выводом индуктивной нагрузки. Управление коммутаторами позволяет осуществить последовательное во времени подключение секций $4_1 - 4_N$ вторичной обмотки к индуктивной нагрузке 6. N - целое число.

Устройство работает следующим образом.

Генератор тока 3 возбуждает ток J_0 в первичной обмотке 1. При этом происходит накопление энергии в магнитном поле накопителя. После достижения заданного значения тока включают замыкатели $5_1 - 5_N$ и прерывают ток выключателем 1, запирая

магнитное поле в объеме секций $4_1 - 4_N$. При этом в секциях $4_1 - 4_N$ наводятся токи, протекающие через размыкатели $8_1 - 8_N$. Величина токов зависит от соотношения числа витков первичной обмотки 1 и числа витков каждой секции $4_1 - 4_N$ вторичной обмотки. После этого включается замыкатель 7_1 и прерывается ток в размыкателе 8_1 . Ток J_1 секции 4_1 переключается в индуктивную нагрузку 6 . Аналогичным образом производят подключение секции $4_2, 4_3$ и т.д. последовательно во времени.

При подключении каждой следующей секции 4_k ($k \leq N$) на ее выводах возникает ЭДС и ток в ней убывает на величину $J_0 - J_k = \Delta J_k$.

Так как в качестве эффективной нагрузки для каждой подключаемой секции 4_k из $4_1 - 4_N$ можно рассмотреть цепочку параллельно соединенных секций $4_1, 4_2, \dots, 4_{k-1}$ и индуктивную нагрузку 6 (а индуктивность такой цепочки мала по сравнению с 4_k , то энергия, рассеиваемая в размыкателе 8 , также мала. Одновременно в секциях $4_1, 4_2, \dots, 4_{k-1}$ ток также убывает на величину ΔJ_k , поскольку индуктивности секции равны, а все секции находятся под одинаковым потенциалом при подключении к индуктивной нагрузке 6 . Следовательно, в $k-1$ подключенных секциях энергия убывает. В силу закона сохранения энергии эта энергия без рассеяния передается в индуктивную нагрузку 6 .

Таким образом малые потери при коммутации секции 4_k ($k=1, \dots, N$) и бездиссипативная передача энергии из ранее подключенных секций в индуктивную нагрузку 1 обуславливают высокий КПД предлагаемого устройства, достигающий при $N \gg 1$ величины 0,65.

Точный расчет показывает, что уже при числе секций вторичной обмотки $N = 6$ КПД передачи энергии достигает 0,5, т.е. увеличивается вдвое по отношению к КПД, реализуемому в известных устройствах. Требование к отсутствию индуктивной связи между подключаемыми секциями накопителя в данной конструкции удовлетворяется расположением обмоток накопительной катушки, приведенном, например, на фиг.2. Каждая секция $4_1 - 4_N$ вторичной обмотки имеет длину, равную

длине первичной обмотки 1, и установлена в несущем каркасе 9, выполненном из изоляционного материала. Сверху размещена первичная обмотка 1, изолированная от вторичной обмотки изоляционными прокладками 10. Выводы вторичной обмотки размещены между витками первичной обмотки 1 при тороидальной первичной обмотке или по ее краям (при соленоидальной первичной обмотке).

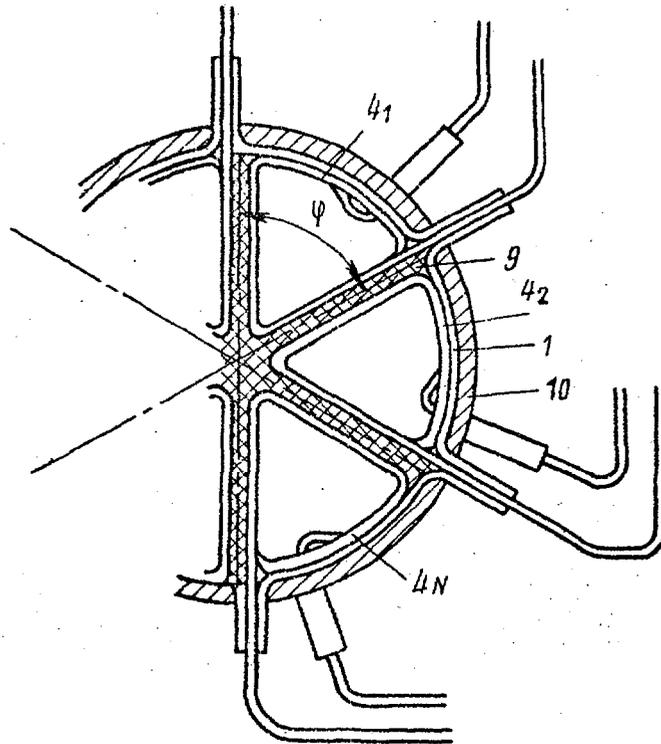
В данном примере поперечное сечение каждой секции $4_1 - 4_N$ вторичной обмотки представляет собой сектор круга с углом раствора $\varphi = 2\pi/N$ и радиусом, равным внутреннему радиусу первичной обмотки 1. Такая конфигурация обеспечивает равное активное сопротивление секций $4_1 - 4_N$ вторичной обмотки при наименьшей суммарной длине намоточной шины, а следовательно, имеет малые потери энергии на нагрев. Если же потери на нагрев за времена передачи энергии незначительны по сравнению с запасенной энергией, то форма поперечного сечения $4_1 - 4_N$ вторичной обмотки может быть другая. Важно лишь, чтобы намотка каждой секции $4_1 - 4_N$ охватывала свою часть магнитного потока первичной обмотки 1, т.е. не была связана с другими секциями вторичной обмотки по магнитному полю т.е. не обладала взаимной (индуктивностью с другими секциями).

При создании крупных энергоисточников на базе индуктивных накопителей, предназначенных для питания индуктивных нагрузок, целесообразно накопительную катушку выполнять из модулей, подобных изображенному на фиг.2, с последующей сборкой модулей в тороидальную систему. В этом случае участки первичной обмотки соединяются последовательно, а участки секций вторичной обмотки, расположенных идентично по азимуту (по углу α), соединяются параллельно.

Индуктивный накопитель энергии в совокупности с описанной конструкцией обмоток накопительной катушки позволяет более чем в два раза увеличить эффективность передачи энергии в индуктивную нагрузку при сохранении габаритов устройства вследствие резкого уменьшения коммутационных потерь и бездиссипативной передачи

большей части энергии. Значительное уменьшение энергии, рассеиваемой в размыкателях при последовательном подключении секций вторичной обмотки к индуктивной нагрузке, позволяет при облегчении конструкции увеличить надежность срабатывания.

5 Применение предлагаемого устройства сделает возможным без увеличения энергоснабжения и при незначительном увеличении капитальных затрат вдвое увеличить энергию магнитного поля в камерах крупных термоядерных установок типа "Токамак".



Фиг. 2

Редактор О. Персиянцева Составитель В. Седов
Техред С. Мигунова Корректор Ю. Макаренко

Заказ 5001/58

Тираж 936

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