

случае число V_2' вентилей должно быть не менее Π' : $V_2' \geq \Pi'$, где знак "больше" относится, в частности, к мостовым схемам L_C -типа, для которых $V_2' = 2\Pi'$ [8]. Одновременно числа m , M , M_d фазовых, линейных и диагональных ЭДС должны быть, соответственно, равны Π' в m -лучевых, V' -вентильных кольцевых и других ВП либо не менее $\Pi'/2$ в определенных одномостовых ВП - L_0 -типа и пр. [6,8].

Таким образом, при традиционных представлениях увеличения Π , осуществляемое, например, с целью улучшения одного из главных критериев ЭЭ - качества ее преобразования, достигается только введением дополнительных ПЭ и новых источников ЭС ЭДС при одновременном изменении фазовых сдвигов исходных ЭС ЭДС. Последнее обеспечивает в частности, за счет новых ВО ЭМА, введения фазосдвигающих устройств (ФСУ) и пр., а дополнительное, при данном Π , снижения уровня пульсации $K_{\Pi}' = \Delta U_0' / U_0'$, достигается, например, с целью улучшения качества выходного напряжения, обеспечивая с помощью дополнительно вводимых фильтров, фальтроскомпенсирующих (ФКУ), фальтросподающих (ФЛУ) и подобоных устройств.

Возможно, удвоение Π' и снижение K_{Π}' в 4 раза: $K_{\Pi}' = \Delta U_0' / U_0' = K_{\Pi}' / 4$, $\Pi = 2\Pi' \geq V_2' = V_2'$, где знак равенства действителен только для L_C -мостов [8], для остальных схем - знак "больше". Данные положительные эффекты существуют и обеспечиваются без увеличения числа V_2' ПЭ и чисел m , M , M_d источников ЭС ЭДС, а также без изменения фазовых сдвигов и введения фильтров, ФСУ, ФКУ и пр.

Сообщается условия практической реализации этих возможностей. Доказывается, что явления редуликации частотной кратности пульсации и редукации ее уровня, обнаруженные автором ранее в обчных m -лучевых и M -фазных одномостовых безреактивных ВП [1...3], наблюдаются также в десятках других базовых схем различных типов, групп, классов [4...7]. Причем в новых базовых схемах ВП и, прежде всего, в изобретенных автором [5...10], механизмом возникновения R -явлений принципиально иной, что по существу и дает основание признать новизну таких явлений, фундаментальность научной и практической значимости.

Излагается физическая сущность электромагнитных процессов и демонстрируются формы переменных (токов, напряжений) при возникновении R -явлений в различных ВП: лучевых, ортогональных, мостовых секторных, кольцевых интегрированных, а также в схемах, подпадающих разделение (реконфигурации) на "элементарные" подсхемы (диакотических) и адиакопических [2,3,7].

Показывается, что новые многовентильные структура могут работать в коммутационных режимах k -го порядка (типа $R \subset R, V_k \in I, K$)

О НОВЫХ R-ЯВЛЕНИЯХ В ВЕНТИЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

А. М. Репин

СССР. Москва. НИИ Радиостроения

Первые сообщаются новые сведения о ранее мало- или совсем неизвестных явлениях, обнаруженных автором в вентильных преобразователях электроэнергии (ВЭЭ) различных типов, групп, классов. Они названы R -явлениями по начальным буквам главных их свойств, эффектов, явлений - редуликации (снижения) частотной кратности пульсации и редукации (снижения в 4 раза) ее уровня. Полезный результат фундаментален к достижается без увеличения числа источников преобразуемых ЭДС и преобразовательных элементов (ПЭ), а также без инерционного накопления и обмена ЭЭ, как это, например, обязательно при других известных способах.

Повышение частоты колебаний в линейных системах или цепях обеспечивается обычно резонансным способом. Явления резонанса в радио- и электротехнике достигаются за счет накопления и обмена энергии в двух соединенных между собой разнотипных, линейных, реактивных элементах - индуктивного и емкостного. Благодаря определенным достоинствам резонансные устройства находят широкое практическое применение. Однако наличие энергоемких и разных по типу реактивностей, охватываемых им инерционность, необходимость индивидуального изготовления факторов, а также необходимость дополнительных преобразований ЭЭ в случае требуемого обеспечения нагрузки постоянным напряжением - существенные недостатки такого явления и реализуемых на его основе устройств.

В ВЭЭ, главное функциональное назначение которых по роду вому признаку - выпрямление переменных напряжений в постоянное, требуется частотная кратность Π' переменной составляющей или пульсации $\Delta U_0'$ значительного выходного напряжения U_0' при его среднем (по Элементу-Фурье) значении U_0' , обеспечивающее путем соответствующего соединения ПЭ и значений U_0' с системой источников фазосдвигающих ЭС переменных ЭДС [1...10]. Такие ЭДС (фазные, линейные, диагональные) формируют, в частности, на вентильных обмотках (ВО) электромагнитных аппаратов (ЭМА) - электрических машин, трансформаторов, автотрансформаторов, сфазированных генераторов, параметрических систем и пр. [8,9], но в любом

ложения [11], интерметодического способа [12].

Литература

1. Репин А.М. Исследование схем m -фазного выпрямления. - Препринт № 3787-67. М.: ВНИИМАШ, 1967. - 19с.
2. Репин А.М. Исследование параметрических состояний m -фазных выпрямителей малой мощности: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. - М., 1971. - 22 с.
3. Репин А.М. Анализ, особенности работы и методика инженерного расчета низковольтных выпрямителей/В кн.: Стабилизаторы напряжения и милливольтных напряжений. - М.: Энергия, 1974. - с. 41...98.
4. Репин А.М. Критические состояния вентилях преобразователей// Изв. АН СССР. Энергетика и трансп. - 1980. - № 4, - с. 71...94.
5. А.С. 1072218 СССР. МКИ Н02М7/12. Система электропитания Репина А.М./А.М.Репин. - Заявл. 21.05.82; Опубл. в Б.И., 1984, № 5.
6. А.С. 1356153 СССР, МКИ Н02М7/12. Источник электрооснабжения А.М.Репина/А.М.Репин. - Заявл. 20.04.83; Опубл. в Б.И., 1987, №44.
7. Репин А.М. Новые базовые технические решения в классификация вентилях преобразователей энергии// Вопр. радиоэлектрон. Сер. Общ. вопр. радиоэлектрон. - 1985. - Вып. 6, - с. 65...82.
8. Repin A.M. Economical high-voltage electrical energy converters//Power Engineering(USA)-1988-N2p.77.88.
9. А.С. 1617476 СССР, МКИ Н01Г27/28. Электромагнитный аппарат Репина А.М./А.М.Репин. - Заявл. 31.05.88; Опубл. в Б.И., 1990, № 48.
10. Репин А.М. Современные принципы построения и систематизация источников электропитания// Вопр. радиоэлектрон. Сер. Общ. вопр. радиоэлектрон. - 1989. - Вып. II, - с. 99...120.
11. Репин А.М. Формула разложения и ее применение в анализе линейных систем// Изв. АН СССР. Энергетика и трансп. - 1973. - № 5, - с. 157...164.
12. Репин А.М. Параметрические состояния многовентильных схем с емкостным фильтром// Вопр. радиоэлектрон. Сер. Общ. вопр. радиоэлектрон. - 1977. - Вып. 9, - с. 122...138.

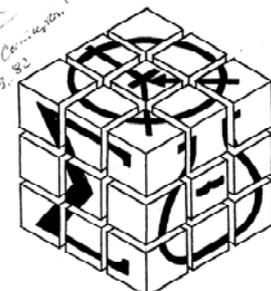
[2, 4], в пределах существования каждого K -го из них возможны состояния с R_k -явлениями - редуцированные или R_k -режимы. Приводятся расчетные программы "определяющих" параметров схемных элементов, соответствующие ранее не описанным для таких ВП состояниям перехода из одних режимов в другие. По аналогии с [1...4] последние именуются критическими и обозначаются как режимы типа $R \in R_{кр}$.

Для $R_{кр}$ - и $R_{крк}$ -режимов дается замкнутые, рекуррентные, трансцендентные уравнения, численно легко разрешимые на любых современных ЭВМ. Построены по решениям на ЭВМ режимные портреты схем обеспечивают однозначность, простоту и удобство практической оценки типа режима, в котором при данных параметрах работают реальные или могут оказаться проектируемые ВП.

На первом полученном на ЭВМ нелинейных внешних характеристиках (E_X), измененных в пределах возможного диапазоне нагрузок - от холостого хода до короткого замыкания, иллюстрируется их универсальность, существенная информационная емкость и эффективность по сравнению с экспериментальными E_X или каждый раз рассчитываемыми на ЭВМ при конкретных параметрах нагрузки. Показывается, что при данном $K = \bar{I}, K_X$ в резистивных моделях ВП зависимости значений $U_{окр}$ ($I_{окр}$), $U_{окр}$ ($I_{окр}$) напряжения и тока нагрузки, соответствующих критическим и редуцированным режимам, линейны от $P/\Lambda P$. При этом установлена простая связь: $K_X = \{P - [(-1)^n + 3]/2\}/2$.

Также для пользователей дается параметрические номограммы коэффициента пульсации K'_p выходного напряжения ряда V -вентильных кольцевых ВП, в том числе совершенно не исследованных в литературе - двухфазных [5, 7]. Демонстрируется пилообразное изменение K'_p при работе схем в различных режимах, в том числе при учете противо-ЭДС E_0 в цепи нагрузки и/или важного для низковольтных ВП параметра - напряжения смещения вентилей $E_{см}$. $U_{см} \in \bar{I}, \bar{P}$, отражающего влияние нижнего участка их ампер-вольтовых характеристик [1...4, 7]. На номограммах выделяется область минимумов K'_p , $U_{см}$ $K = K_{рпк}$, наглядно подтверждающие эффективность проявления редуцированных состояний.

Для целей математического анализа безреактивных моделей, а также моделей с тем же числом нелинейных элементов (ПЭ), но с внутренними ("анодными") или/и фильтрами ("катодными") реактивностями, в том числе при работе схем в новых режимах (о R -явлениях и др.), рекомендуются сравнительно эффективные для таких моделей и многолетне апробированные автором методы относительных, спектральных и коммутационных эквивалентов [2, 3] при одновременном использовании операторного метода Лапласа, обобщенной теоремы раз-



**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК**

Сборник докладов

Москва 1991

Государственный комитет СССР по науке и технике
Государственный комитет СССР по народному образованию
Московский Государственный Технический Университет им. К.Э. Баумана

Международная научно-техническая конференция "Актуальные проблемы фундаментальных наук"

СССР, Москва, 28 октября - 3 ноября

Сборник докладов Том 10

•Секция Электротехники

•Издательство МГТУ 1991

О НОВЫХ Р-ЯВЛЕНИЯХ В ВЕНТИЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОУСТРОЙСТВАХ

А.М. Репин
СССР, Москва, НИИ Радиостроения

Впервые сообщаются новые сведения о ранее мало- или совсем неизвестных явлениях, обнаруженных автором в вентильных преобразовательных электроустройствах (ЭП) различных типов, групп, классов. Они являются Р-явлениями по начальным буквам их свойств, эффектов, явлений - радиация (двоякая) частотной кратности пульсации и редуциция (сжимания в 4 раза) ее уровня. Полученный результат фундаментален и достигается без увеличения числа источников преобразуемых ЭДС и преобразовательных элементов (ПЭ), а также без индуктивного накопления и обмена ЭЭ, как это, например, обязательно при других известных способах.

Повышение частоты колебаний в линейных системах или цепях обеспечивают обычно резонансными способами. Явление резонанса в радио- и электротехнике достигается за счет накопления и обмена энергией в двух соединенных между собой разнотипных, линейных, реактивных элементах - индуктивном и емкостном. Благодаря определенным достоинствам резонансных устройств находят широкое практическое применение. Однако наличие инерционных и резких по тону реактивностей, свойственная им инерционность, необходимость индивидуального, порой уникального изготовления; явная зависимость параметров от нестабилизированных факторов, а также необходимость дополнительных преобразований ЭЭ в случае требуемого обеспечения нагрузок постоянным напряжением - существенные недостатки такого явления и реализуемых на его основе устройств.

В ЭП ЭЭ, главным функционально-исчисленным значением которых по родовой принадлежности - выпрямление переменных напряжений, в постоянном, требуемом частотном режиме ПЭ первоначальной составляющей или пульсации ΔU_0 знаменословного выходного напряжения U_0 при его среднем (по Зейлеру-Фурье) значении U_0 обеспечиваются путем соответствующего соединения ПЭ или ветвей с системой источников фазосдвинутых (ФС) переменных ЭДС [1..10]. Такие ЭДС (фазы, линейные, диагональные) формируют, в частности, на вентилях (В) электрических машин, трансформаторов, автотрансформаторов, сферических генераторов, параметрических систем и пр. [8..9], но в любом

80

случае число В⁺ ветвей должно быть не менее П⁺: $V_+^+ \geq P^+$, где знак "больше" относится, в частности, к источникам ЭДС типа, для которых $V_+^+ = 2P^+$ [6]. Одновременно числа тл. M_+ , N_+ фазных, линейных и диагональных ЭДС должны быть, соответственно, равны П⁺ в тл.-лучевых, В⁺-ветвильных кольцевых и других ПИ либо не менее П⁺/2 в определенных одностворчатых ПИ - L_0 -типа и пр. [6,8].

Таким образом, при традиционных предельных увеличениях П, осуществление, например, с целью улучшения одного из главных критериев ЭЭ - качества ее преобразования, достигается только введением дополнительных ПЭ и новых источников ФС ЭДС при одновременном изменении фазных единиц исходных ФС ЭДС. Последнее обеспечивает в частности, за счет новых ЭЭ ЭМА, автотрансформаторных устройств (АТУ) и пр., а допустимое, при данном П⁺, снижение уровня пульсации $K_n^+ = \Delta U_0^+ / U_0^+$, требуется, например, с целью улучшения качества выходного напряжения, обеспечивая с помощью дополнительных звонковых фильтров, фазорегулирующих (ФР), фазотрассовальных (ФТ) и подобных устройств.

Возможно удвоение П⁺ и снижение K_n^+ в 4 раза: $K_n^+ = \Delta U_0^+ / U_0^+ = K_n^+ / 4$, $P = 2P^+ \geq V_+^+ = V_+^+$, где знак равенства действителен только для K_n^+ -источников [8], для остальных схем - знак "больше". Данное положительное свойство существования и обеспечивается без увеличения числа ПЭ в чисел тл. M_+ , N_+ источников ФС ЭДС, а также без изменения фазных единиц и звонковых фильтров, ФР, ФТ и пр.

Сообщаются условия практической реализации этих возможностей. Доказываются, что явления редуциция частотной кратности пульсации и редуциция ее уровня, обнаруженные автором ранее в обычных тл.-лучевых и М-фазных одностворчатых обречивательных ПИ [1..3], наблюдаются также в десятках других базовых схем различных типов, групп, классов [4..7]. Прочие в новых базовых схемах ПИ и, прежде всего, в авторских автором [5..10], механизмы возникновения Р-явлений принципиально иной, что по существу и дает основание признать возможность таких явлений, фундаментальность научной и практической значимости.

Излагается физическая сущность электромагнитных процессов и демонстрируются формы переменных (токов, напряжений) при возникновении Р-явлений в различных ПИ: лучевых, ортогональных, мостовых, створчатых, кольцевых интегрированных, а также в схемах, поддающихся разложению (реконструкция) на "элементарные" подсистемы (диагональных) и адекватности [2,3,7].

Показываются, что новые многоэлементные структуры могут работать в коммутационных режимах К-го порядка (типа РсР_к, ВкЕ_кК_к)

81

[2,4], в пределах существования каждого К-го из них возможны состояния с Р_к-явлениями - редуциционные или Р_кК-режимом.

Приводятся расчетные на ЭМ номограммы "определенных" параметров схемных элементов, соответствующие ранее не описанным для таких ПИ состояниям перехода из одних режимов в другие. По аналогии с [1..4] последние именуют критическими и обозначаются как режимы типа РсР_кК_к.

Для Р_кК- и Р_кК-режимов дается эмпирическое, рекуррентное, трансцендентное уравнение, членом легко разрешимое на любых современных ЭМ. Построение по режимам на ЭМ режиме портреты схем обеспечивают однозначность, простоту и удобство практической оценки типа режима, в котором при данных параметрах работают реальные или могут оказаться проектируемые ПИ.

На впервые полученных на ЭМ наивысших внешних характеристиках (ВХ), изменяющихся в предельно возможном диапазоне нагрузок - от холостого хода до короткого замыкания, иллюстрируется их универсальность, существенная информационная емкость и эффективность по сравнению с экспериментальными ВХ или каждый раз рассчитываемыми на ЭМ при конкретных параметрах нагрузки. Показывается, что при данном К = $\Gamma \cdot K_k$ в реальных моделях ПИ зависимости значений $U_{0кк}$ ($\Gamma_{0кк}$), $U_{0кк}$ ($\Gamma_{0кк}$) напряжения и тока нагрузки, соответствующих критическим и редуциционным режимам, линейны от П⁺П. При этом установлена прямая связь: $K_k = \{P^+ - [(1)P^+ + 3]/2\} / 2$.

Также для пользователей дается параметрические номограммы коэффициента пульсации K_n^+ выходного напряжения ряда В⁺-ветвильных кольцевых ПИ, в том числе совершенно не исследованных в литературе - двухфазных [5,7]. Демонстрируется плодотворное изменение K_n^+ при работе схем в различных режимах, в том числе при учете противо-ЭДС E_0 в цепи нагрузки и/или выходящего для низковольтных ПИ параметре - напряжении смещения вентилей $E_{см}$, $V_{см} \in \Gamma, P^+$, отражающего явление низкого учета их импер-вольтовых характеристик [1..4,7]. На номограммах выделяются области минимумов K_n^+ с $\Gamma_{0кк} = K_{0кк}$, наглядно подтверждающие эффективность проявления редуциционных состояний.

Для целей математического анализа безразмерных моделей, а также моделей с тем же числом нелинейных элементов (ПЭ), но с внутренними ("анодными") или фильтрами ("катодными") реактивностями, в том числе при работе схем в новых режимах (о Р-явлениях и пр.), рекомендуются сравнительно эффективные для таких моделей и многократно апробированные автором методы отсчитывания, операторных и коммутационных эквивалентов [2,3] при одновременном использовании операторного метода Лапласа, обобщенной теоремы раз-

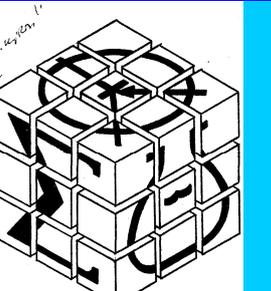
82

ложения [11], интегрального способа [12].

Литература

1. Репин А.М. Исследование схем тл.-фазного выпрямления. - Прирент 19 3987-67. М.: ВНИИЭИ, 1967. - 13с.
2. Репин А.М. Исследование параметрических состояний тл.-фазных выпрямителей малой мощности: Авторф. дис. ... канд. техн. наук. - М., 1971. - 22 с.
3. Репин А.М. Анализ, особенности работы и методика инженерного расчета низковольтных выпрямителей/В кн.: Стабилизаторы напряжений и милливольтовые напряжения. - М.: Энергия, 1974. - с. 41..66.
4. Репин А.М. Критические состояния ветвильных преобразователей/ Изв. АН СССР. Энергетика и трансп. - 1980. - # 4, - с. 71..94.
5. А.с. 1072218 СССР. МКИ Н02М7/12. Система алгоритмизации Репина А.М./А.М.Репин. - Заявл. 21.05.82; Опубл. в Б.И., 1984, # 5.
6. А.с. 1356153 СССР. МКИ Н02М7/12. Источники электроавтоматизации А.М.Репина/А.М.Репин. - Заявл. 20.04.83; Опубл. в Б.И., 1987, #44.
7. Репин А.М. Новые базовые теоретические решения в классификации ветвильных преобразователей энергии/ Вопр. радиолэктрон. Сер. Общ. вопр. радиолэктрон. - 1985. - Вып. 6, - с. 65..82.
8. Regin A.M. Economical high-voltage electrical energy converters/Power Engineering(USA)-1988; №77.68.
9. А.с. 1677476 СССР. МКИ Н01Г27/28. Электромагнитный аллорит Репина А.М./А.М.Репин. - Заявл. 31.05.86; Опубл. в Б.И., 1990, # 48.
10. Репин А.М. Современные принципы построения и систематизация источников электропитания/ Вопр. радиолэктрон. Сер. Общ. вопр. радиолэктрон. - 1989. - Вып. 11, - с. 99..120.
11. Репин А.М. Формула разложения и ее применение в анализе линейных систем/ Изв. АН СССР. Энергетика и трансп. - 1973. - # 5, - с. 157..164.
12. Репин А.М. Параметрические состояния многоветвильных схем с емкостным фильтром/ Вопр. радиолэктрон. Сер. Общ. вопр. - 1977. - Вып. 9, - с. 122..138.

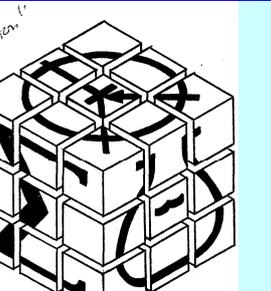
234.91



**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК**

Сборник докладов

Москва 1991



**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК**

Сборник докладов

Москва 1991

О НОВЫХ Р-ЯВЛЕНИЯХ В ВЕНТИЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

А. М. Репин

СССР, Москва, НИИ Радиостроения

Впервые сообщаются новые сведения о ранее мало- или совсем неизвестных явлениях, обнаруженных автором в вентильных преобразователях электроэнергии (ВЭ) различных типов, групп, классов. Они названы Р-явлениями по начальным буквам главных их свойств, эффектов, явлений - редупликации (удвоения) частотной кратности пульсации и редукции (снижения в 4 раза) ее уровня. Полезный результат фундаментален и достигается без увеличения числа источников преобразуемых ЭДС и преобразовательных элементов (ПЭ), а также без инерционного накопления и обмена ЭЭ, как это, например, обязательно при других известных способах.

Повышение частоты колебаний в линейных системах или цепях обеспечивают обычно резонансным способом. Явление резонанса в радио- и электротехнике достигается за счет накопления и обмена энергии в двух соединенных между собой разнотипных, линейных, реактивных элементах - индуктивного и емкостного. Благодаря определенным достоинствам резонансные устройства находят широкое практическое применение. Однако наличие энергоемких и разных по типу реактивностей, свойственная им инерционность, необходимость индивидуального, порой уникального изготовления, явная зависимость параметров от дестабилизирующих факторов, а также необходимость дополнительных преобразований ЭЭ в случае требуемого обеспечения нагрузки постоянным напряжением - существенные недостатки такого явления и реализуемых на его основе устройств.

В ВЭ ЭЭ, главное функциональное назначения которых по родовому признаку - выпрямления переменных напряжений в постоянные, требуют частотную кратность П' переменной составляющей или пульса $\Delta U'_0$ знаменосительного выходного напряжения U'_0 при его среднем (по Зилгеру-Фурье) значении U'_0 обеспечивают путем соответствующего соединения ПЭ или вентилях с системой источников фазосдвинутых (ФС) переменных ЭДС [1...10]. Такие ЭДС (фазные, линейные, диагональные) формируют, в частности, на вентилях обмотках (ВО) электромагнитных аппаратов (ЭМА) - электрических машин, трансформаторов, автотрансформаторов, сфазированных генераторов, параметрических систем и пр. [8,9], но в любом

80

случае число В' вентилях должно быть не менее П': $V'_2 > P'$, где знак "больше" относится, в частности, к мостовым схемам L_0 -типа, для которых $V'_2 = 2P'$ [8]. Одновременно числа m , M_d , M_d фазных, линейных и диагональных ЭДС должны быть, соответственно, равны П' в m -лучевых, В'-вентильных кольцевых и других ВЭ либо не менее П'/2 в определенных одномотовых ВЭ - L_0 -типа и пр. [6,8].

Таким образом, при традиционных представлениях увеличение П, осуществяемое, например, с целью улучшения одного из главных критериев ЭЭ - качества ее преобразования, достигается только введением дополнительных ПЭ и новых источников ФС ЭДС при одновременном изменении фазовых сдвигов исходных ФС ЭДС. Последнее обеспечивает в частности, за счет новых ВО ЭМА, введения фазосдвигающих устройств (ФСУ) и пр., а дополнительное, при данном П', снижения уровня пульсации $K'_n = \Delta U'_0 / U'_0$, требующееся, например, с целью улучшения качества выходного напряжения, обеспечивается с помощью дополнительно вводимых фильтров, фильтрокомпенсирующих (ФКУ), фильтроподавляющих (ФПУ) и подобных устройств.

Возможно удвоение П' и снижение K'_n в 4 раза: $K'_n = \Delta U'_0 / U'_0 = K'_n / 4$, $P = 2P' > V'_2 = V'_2$, где знак равенства действителен только для L_0 -мостов [8], для остальных схем - знак "больше". Данные положительные эффекты существенны и обеспечиваются без увеличения числа В' ПЭ и чисел m , M_d , M_d источников ФС ЭДС, а также без изменения фазовых сдвигов и введения фильтров, ФСУ, ФКУ и пр.

Сообщаются условия практической реализации этих возможностей. Доказывается, что явления редупликации частотной кратности пульсации и редукции ее уровня, обнаруженные автором ранее в обычных m -лучевых и М-фазных одномотовых безреактивных ВЭ [1...3], наблюдаются также в десятках других базовых схем различных типов, групп, классов [4...7]. Причем в новых базовых схемах ВЭ и, прежде всего, в изобретенных автором [5...10], механизм возникновения Р-явлений принципиально иной, что по существу и дает основание признать новизну таких явлений, фундаментальность научной и практической значимости.

Излагается физическая сущность электромагнитных процессов и демонстрируются формы переменных (токов, напряжений) при возникновении Р-явлений в различных ВЭ: лучевых, ортогональных, мостовых секторных, кольцевых интегрированных, а также в схемах, подпадающих разделению (реконфигурации) на "элементарные" подсхемы (диакоптических) и адакоптических [2,3,7].

Показывается, что новые многовентильные структура могут работать в коммутационных режимах К-го порядка (типа $P \in P_K, V_k \in K_K$)

81

[2,4], в пределах существования каждого К-го из них возможны состояния с P_K -явлениями - редукционные или $P_{R,K}$ -режимы.

Приводятся рассчитанные на ЭВМ номограммы "определяющих" параметров схемных элементов, соответствующие ранее не описанным для таких ВЭ состояниям перехода из одних режимов в другие. По аналогии с [1...4] последние именуется критическими и обозначаются как режимы типа $P \in R_{R,K}$.

Для $P_{R,K}$ - и $R_{R,K}$ -режимов даны замкнутые, рекуррентные, трансцендентные уравнения, численно легко разрешимые на любых современных ЭВМ. Построение по решениям на ЭВМ режимные портреты схем обеспечивают однозначность, простоту и удобство практической оценки типа режима, в котором при данных параметрах работают реальные или могут оказаться проектируемые ВЭ.

На впервые полученных на ЭВМ нелинейных внешних характеристиках (ВХ), изменяющихся в предельно возможном диапазоне нагрузок - от холостого хода до короткого замыкания, иллюстрируется их универсальность, существенная информационная емкость и эффективность по сравнению с экспериментальными ВХ или каждый раз рассчитываемыми на ЭВМ при конкретных параметрах нагрузки. Показывается, что при данном $K = I, K_x$ в резистивных моделях ВЭ зависимости значений $U_{орк} (I_{орк})$, $U_{орк} (I_{орк})$ напряжения и тока нагрузки, соответствующих критическим и редукционным режимам, линейны от П' П. При этом установлена простая связь: $K_x = \{ P' - [(-1)^{P'} + 3] / 2 \} / 2$.

Также для пользователей даны параметрические номограммы коэффициента пульсации K'_n выходного напряжения ряда В'-вентильных кольцевых ВЭ, в том числе совершенно не исследованных в литературе - двухфазных [5,7]. Демонстрируется плодотворное изменение K'_n при работе схем в различных режимах, в том числе при учета противо-ЭДС E_0 в цепи нагрузки и/или важного для низковольтных ВЭ параметра - напряжения смещения вентилях $E_{см}$, $U_{см} \in I, P'$, отражающего влияние нижнего участка их ампер-вольтных характеристик [1...4,7]. На номограммах выделяются области минимумов $K_{р,т,к} = K_{р,т,к}$, наглядно подтверждающие эффективность проявления редукционных состояний.

Для целей математического анализа безреактивных моделей, а также моделей с тем же числом нелинейных элементов (ПЭ), но с внутренними ("анодными") или/и фильтровыми ("катодными") реактивностями, в том числе при работе схем в новых режимах (с Р-явлениями и пр.), рекомендуются сравнительно эффективные для таких моделей и многолетне апробированные автором методы относительных, операторных и коммутационных эквивалентов [2,3] при одновременном использовании операторного метода Лапласа, обобщенной теоремы раз-

82

ложения [11], интерметодического способа [12].

Литература

1. Репин А.М. Исследование схем m -фазного выпрямления. - Препринт № 3787-67. М.: ВНИИМАШ, 1967, - 19с.
2. Репин А.М. Исследование параметрических состояний m -фазных выпрямителей малой мощности: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. - М., 1971, - 22 с.
3. Репин А.М. Анализ, особенности работы и методика инженерного расчета низковольтных выпрямителей/В кн.: Стабилизаторы низких и милливольтных напряжений. - М.: Энергия, 1974, - с. 41...96.
4. Репин А.М. Критические состояния вентильных преобразователей// Изв. АН СССР. Энергетика и трансп. - 1980. - № 4, - с.71...94.
5. А.с. 1072218 СССР, МКИ Н02М7/12. Система электропитания Репина А.М./А.М.Репин. - Заявл. 21.05.82; Опубл. в Б.И., 1984, № 5.
6. А.с. 1356153 СССР, МКИ Н02М7/12. Источники электрооборудования А.М.Репина/А.М.Репин. - Заявл. 20.04.83; Опубл. в Б.И., 1987, №44.
7. Репин А.М. Новые базовые технические решения и классификация вентильных преобразователей энергии// Вопр. радиоэлектрон. Сер. Общ. вопр. радиоэлектрон. - 1985. - Вып. 6, - с. 65...82.
8. Repin A.M. Economical high-voltage electrical energy converters// Power Engineering (USA), 1988; N 2; p.77.88.
9. А.с. 1617476 СССР, МКИ Н01F27/28. Электромагнитный аппарат Репина А.М./А.М.Репин. - Заявл. 31.05.88; Опубл. в Б.И., 1990, № 48.
10. Репин А.М. Современные принципы построения и систематизация источников электропитания// Вопр. радиоэлектрон. Сер. Общ.вопр. радиоэлектрон. - 1989. - Вып. II, - с.99...120.
11. Репин А.М. Формула разложения и ее применение в анализе линейных систем// Изв. АН СССР. Энергетика и трансп. - 1973. - № 5, - с.157...164.
12. Репин А.М. Параметрические состояния многовентильных схем с емкостным фильтром// Вопр. радиоэлектрон. Сер. Общ.техн. - 1977. - Вып. 9, - с.122...138.

234.94

79

О НОВЫХ Р-ЯВЛЕНИЯХ В ВЕНТИЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

А.М. Репин
СССР, Москва, НИИ Радиостроения

Впервые сообщаются новые сведения о ранее мало- или совсем неизвестных явлениях, обнаруженных автором в вентильных преобразователях электроэнергии (ВП ЭЭ) различных типов, групп, классов. Они названы Р-явлениями по начальным буквам главных их свойств, эффектов, явлений – редупликации (удвоения) частотной кратности пульсации и редукции (снижения в 4 раза) её уровня. **Полезный результат фундаментален** и достигается без увеличения числа источников преобразуемых ЭДС и преобразовательных элементов (ПЭ), а также без инерционного накопления и обмена ЭЭ, как это, напротив, обязательно при других известных способах.

Повышение частоты колебаний в линейных системах или цепях обеспечивается обычно резонансным способом. Явление резонанса в радио- и электротехнике достигается за счет накопления и обмена энергии в двух соединенных между собой разнотипных, линейных, реактивных элементах – индуктивном и емкостном. Благодаря определенным достоинствам резонансные устройства находят широкое практическое применение. Однако наличие энергоемких и разных по типу реактивностей, свойственная им инерционность, необходимость индивидуального, порой уникального изготовления, явная зависимость параметров от дестабилизирующих факторов, а также необходимость дополнительных преобразований ЭЭ в случае требуемого обеспечения нагрузок постоянным напряжением – существенные недостатки такого явления и реализуемых на его основе устройств.

В ВП ЭЭ, главное функциональное назначение которых по родовому признаку – выпрямление переменных напряжений в постоянное, требуется частота кратность P' переменной составляющей или пульсации ΔU_0 знаменосостоянного выходного напряжения U_0' при его среднем (по Силверу-Фурье) значении U_0 обеспечивается путем соответствующего соединения ПЭ или вентилях с системных источников фазосдвинутых ЭДС переменных ЭДС [1..10]. Такие ЭДС (фазные, линейные, диагональные) формирует, в частности, на вентильных обмотках (ЭО) электромагнитных аппаратов (ЭМА) – электрических машин, трансформаторов, автотрансформаторов, сферосинхронных генераторов, параметрических систем и пр. [8,9], но в любом

80

случае число V_2 вентилях должно быть не менее P' : $V_2' \geq P'$, где знак "больше" относится, в частности, к мостовым схемам L_0 -типа, для которых $V_2' = 2P'$ [8]. Одновременно числа m , M_1 , M_2 фазных, линейных и диагональных ЭДС должны быть, соответственно, равны P' в m -лучевых, V -вентильных кольцевых и других ПЭ либо не менее $P'/2$ в определенных односторонних ПЭ - L_0 -типа и пр. [6,8].

Таким образом, при традиционных представлениях увеличение P' , осуществимое, например, с целью улучшения одного из главных критериев ЭЭ – качества ее преобразования, достигается только введением дополнительных ПЭ и новых источников ЭС ЭДС при одновременном изменении фазовых сдвигов исходных ЭС ЭДС. Последнее обеспечивается в частности, за счет новых ЭС ЭМА, введения фазосдвигающих устройств (ФСУ) и пр., а дополнительно, при данном P' , снижение уровня пульсации $K_0' = \Delta U_0' / U_0'$, требующаяся, например, с целью улучшения качества выходного напряжения, обеспечивается с помощью дополнительно вводимых фильтров, фильтрокомпонентных (ФКУ), фильтроподделочных (ФПУ) и подобных устройств.

Возможно удвоение P' и снижение K_0' в 4 раза: $K_0' = \Delta U_0' / U_0' = K_0' / 4$, $P = 2P' \geq V_2 = V_2'$, где знак равенства действителен только для L_0 -мостов [8], для остальных схем – знак "больше". Данные положительные эффекты существенны и обеспечиваются без увеличения числа V_2 ПЭ и чисел m , M_1 , M_2 источников ЭС ЭДС, а также без изменения фазовых сдвигов и введения фильтров, ФСУ, ФКУ и пр.

Сообщаются условия практической реализации этих возможностей. Доказывается, что явления редупликации частотной кратности пульсации и редукции её уровня, обнаруженные автором ранее в обычных m -лучевых и M -фазных односторонних безреактивных ПЭ [1..3], наблюдаются также в десятках других базовых схем различных типов, групп, классов [4..7]. Причем в новых базовых схемах ПЭ и, прежде всего, в изобретенных автором [5..10], механизмы возникновения Р-явлений принципиально иной, что по существу и дает основание признать возможность таких явлений, фундаментальность научной и практической значимости.

Излагается физическая сущность электромагнитных процессов и демонстрируются формы переменных (тонов, напряжений) при возникновении Р-явлений в различных ПЭ: лучевых, ортогональных, мостовых секторных, кольцевых интегрированных, а также в схемах, поддающихся разделению (реконфигурации) на "элементарные" подсхемы (диакоптические) и адаптоклеточные [2,3,7].

Показывается, что новые многовентильные структуры могут работать в коммутационных режимах K -го порядка (типа $P \subset P_K, \forall K \in \{K_0\}$

81

[2,4], в пределах существования каждого K -го из них возможны состояния с P_K -явлениями – редукционные или $P_{K,K}$ -режимами.

Приводятся рассчитанные на ЭМ номограммы "определяющих" параметров схемных элементов, соответствующие ранее не описанным для таких ПЭ состояниям перехода из одних режимов в другие. По аналогии с [1..4] последние именуют критическими и обозначаются как режимы типа $P \subset P_{K,K}$.

Для $P_{K,K}$ – и $P_{K,K}$ -режимов дается эмпирические, рекуррентные, трансцендентные уравнения, численно легко разрешимые на любых современных ЭМ. Построения по решениям на ЭМ режимные портреты схем обеспечивают однозначность, простоту и удобство практической оценки типа режима, в котором при данных параметрах работают реальные или могут быть спроектированы ПЭ.

Наконец, полученные на ЭМ наглядные внешние характеристики (ВХ), изменяющиеся в предельно возможном диапазоне нагрузок – от холостого хода до короткого замыкания, иллюстрируют их универсальность, существенную информационную емкость и эффективность по сравнению с экспериментальными ВХ или каждый раз рассчитываемыми на ЭМ при конкретных параметрах нагрузки. Показывается, что при данном $K = \bar{K}, K_0$ в различных моделях ПЭ зависимости значений $U_{0,K,K}$ ($I_{0,K,K}$), $U_{0,K,K}$ ($I_{0,K,K}$) напряжения и тока нагрузки, соответствующих критическим и редукционным режимам, линейны от $P \wedge P$. При этом установлена простая связь: $K_0 = \{P' - [(1-P') + 3]/2\}$.

Также для пользователей даны параметрические номограммы коэффициента пульсации K_0' выходного напряжения ряда V_2 -вентильных кольцевых ПЭ, в том числе совершенно не исследованных в литературе – двухфазных [5,7]. Демонстрируется плодотворное изменение K_0' при работе схем в различных режимах, в том числе при учете архаичного ЭС E_0 в цепи нагрузки и/или важного для низковольтных ПЭ параметра – напряжения смещения вентилях $E_{см}$, $U_{см} \in \bar{P}, \bar{P}$, отражающего влияние нижнего участка их импедансной характеристики [1..4,7]. На номограммах выделяются области минимумов K_0' $K_{0,K,K} = K_{0,K,K}$, наглядно подтверждающие эффективность явления редукционных состояний.

Для целей магнетического анализа безреактивных моделей, а также моделей с тем же числом нелинейных элементов (ПЭ), но с индуктивными ("аномными") или/и фильтрами ("этомными") реактивностями, в том числе при работе схем в новых режимах (о Р-явлениях и пр.), рекомендуются сравнительно эффективные для таких моделей и многократно апробированные автором методы относительных, операторных и коммутационных эквивалентов [2,3] при одновременном использовании операторного метода Лапласа, обобщенной теоремы раз-

82

ложения [11], интегрально-дифференциального способа [12].

Литература

1. Репин А.М. Исследование схем m -фазного выпрямления. – Препринт № 3787-87. М.: ВНИИЭМ, 1967. – 19с.
2. Репин А.М. Исследование параметрических состояний m -фазных выпрямителей малой мощности: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 1971. – 22 с.
3. Репин А.М. Анализ, особенности работы и методика инженерного расчета низковольтных выпрямителей/В кн.: Стабилизаторы напряжений и маломощные выпрямители. – М.: Энергия, 1974. – с. 41–66.
4. Репин А.М. Критические состояния вентильных преобразователей/Изв. АН СССР. Энергетика и трансп. – 1980. – № 4, – с. 71–94.
5. А.с. 1072218 СССР. МКИ Н02М7/12. Система электропитания Репина А.М./А.М.Репин. – Заявл. 21.05.82; Опубл. в Б.И., 1984, № 5.
6. А.с. 1356153 СССР. МКИ Н02М7/12. Источники электрооборудования А.М.Репина/А.М.Репин. – Заявл. 20.04.83; Опубл. в Б.И., 1987, №44.
7. Репин А.М. Новые базовые техникоэкономические решения в классификации вентильных преобразователей энергии/Вопр. радиоэлектрон. Сер. Общ. вопр. радиоэлектрон. – 1985. – Вып. 6, – с. 85–82.
8. Репин А.М. *Economical high-voltage electrical-energy converters//Power Engineering(USA), 1988; №2, p.71-88.*
9. А.с. 1617476 СССР. МКИ Н01F27/28. Электромагнитный аппарат Репина А.М./А.М.Репин. – Заявл. 31.05.86; Опубл. в Б.И., 1990, № 48.
10. Репин А.М. Современные принципы построения и систематизация источников электропитания/Вопр. радиоэлектрон. Сер. Общ. вопр. радиоэлектрон. – 1969. – Вып. II, – с. 99–120.
11. Репин А.М. Формула разложения и ее применение в анализе линейных систем/Изв. АН СССР. Энергетика и трансп. – 1973. – № 5, – с. 157–164.
12. Репин А.М. Параметрические состояния многовентильных схем с емкостным фильтром/Вопр. радиоэлектрон. Сер. Общ. вопр. радиоэлектрон. – 1977. – Вып. 9, – с. 122–136.

23431

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК**

Сборник докладов

Москва 1991

Аннотация. Впервые сообщаются новые сведения о ранее мало известных или совсем неизвестных явлениях. Обнаружены автором в вентильных преобразователях электроэнергии (ВП ЭЭ) различных типов, групп, классов. Названы Р-явлениями по начальным буквам главных их свойств, эффектов, явлений – редупликации (удвоения) частотной кратности пульсации и редукции (снижения в 4 раза) её уровня. **Полезный результат фундаментален** и достигается без увеличения числа источников преобразуемых ЭДС и преобразовательных элементов (ПЭ), а также без инерционного накопления и обмена ЭЭ, как это, напротив, обязательно при других известных способах.

О НОВЫХ Р-ЯВЛЕНИЯХ В ВЕНТИЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

А. М. Репин

СССР. Москва. НИИ Радиостроения

Впервые сообщаются новые сведения о ранее мало- или совсем неизвестных явлениях, обнаруженных автором в вентильных преобразователях электроэнергии (ВЭЗ) различных типов, групп, классов. Они названы Р-явлениями по начальным буквам главных их свойств, эффектов, явлений - редупликации (удвоения) частотной кратности пульсации и редуциции (снижения в 4 раза) ее уровня. Полезный результат фундаментален и достигается без увеличения числа источников преобразуемых ЭДС и преобразовательных элементов (ПЭ), а также без инерционного накопления и обмена ЭЭ, как это, напротив, обязательно при других известных способах.

Повышение частоты колебаний в линейных системах или цепях обеспечивает обычно резонансным способом. Явление резонанса в радио- и электротехнике достигается за счет накопления и обмена энергии в двух соединенных между собой разнотипных, линейных, реактивных элементах - индуктивного и емкостного. Благодаря определенным достоинствам резонансные устройства находят широкое практическое применение. Однако наличие энергоемких и разных по типу реактивностей, свойственная им инерционность, необходимость индивидуального, порой уникального изготовления, явная зависимость параметров от дестабилизирующих факторов, а также необходимость дополнительных преобразований ЭЭ в случае требуемого обеспечения нагрузки постоянным напряжением - существенные недостатки такого явления и реализуемых на его основе устройств.

В ВЭЗ, главное функциональное назначение которых по родовому признаку - выпрямление переменных напряжений в постоянное, требуемую частотную кратность Π' переменной составляющей или пульсации $\Delta U'_0$ знакопостоянного выходного напряжения U'_0 при его среднем (по Эйлеру-Фурье) значении U'_0 обеспечивают путем соответствующего соединения ПЭ или вентилях с системой источников фазосдвинутых (ФС) переменных ЭДС [1..10]. Такие ЭДС (фазные, линейные, диагональные) формируют, в частности, на вентильных обмотках (ВО) электромагнитных аппаратов (ЭМА) - электрических машин, трансформаторов, автотрансформаторов, сфазированных генераторов, параметрических систем и пр. [8,9], но в любом

случае число V'_2 вентилях должно быть не менее Π' : $V'_2 \geq \Pi'$, где знак "больше" относится, в частности, к мостовым схемам L_C -типа, для которых $V'_2 = 2\Pi'$ [8]. Одновременно числа m , M_A , M_D фазных, линейных и диагональных ЭДС должны быть, соответственно, равны Π' в m -лучевых, V' -вентильных кольцевых и других ВЭ либо не менее $\Pi'/2$ в определенных одномостовых ВЭ - L_C -типа и пр. [6,8].

Таким образом, при традиционных представлениях увеличение Π' , осуществляемое, например, с целью улучшения одного из главных критериев ЭЭ - качества ее преобразования, достигается только введением дополнительных ПЭ и новых источников ФС ЭДС при одновременном изменении фазовых сдвигов исходных ФС ЭДС. Последнее обеспечивает в частности, за счет новых ВО ЭМА, введения фазосдвигающих устройств (ФСУ) и пр., а дополнительное, при данном Π' , снижение уровня пульсации $K'_\Pi = \Delta U'_0 / U'_0$, требуемое, например, с целью улучшения качества выходного напряжения, обеспечивается с помощью дополнительно вводимых фильтров, фильтрокомпенсирующих (ФКУ), фильтроподавляющих (ФПУ) и подобных устройств.

Возможно удвоение Π' и снижение K'_Π в 4 раза: $K'_\Pi = \Delta U'_0 / U'_0 = K'_\Pi / 4$, $\Pi = 2\Pi' \geq V'_2 = V'_2$, где знак равенства действителен только для L_C -мостов [8], для остальных схем - знак "больше". Данные положительные эффекты существенны и обеспечиваются без увеличения числа V'_2 ПЭ и чисел m , M_A , M_D источников ФС ЭДС, а также без изменения фазовых сдвигов и введения фильтров, ФСУ, ФКУ и пр.

Сообщаются условия практической реализации этих возможностей. Доказывается, что явления редупликации частотной кратности пульсации и редуциции ее уровня, обнаруженные автором ранее в обычных m -лучевых и M -фазных одномостовых безреактивных ВЭ [1..3], наблюдаются также в десятках других базовых схем различных типов, групп, классов [4..7]. Причем в новых базовых схемах ВЭ и, прежде всего, в изобретенных автором [5..10], механизм возникновения Р-явлений принципиально иной, что по существу и дает основание признать новизну таких явлений, фундаментальность научной и практической значимости.

Излагается физическая сущность электромагнитных процессов и демонстрируются формы переменных (токов, напряжений) при возникновении Р-явлений в различных ВЭ: лучевых, ортогональных, мостовых секторных, кольцевых интегрированных, а также в схемах, поддающихся разделению (реконфигурации) на "элементарные" подсхемы (диаконтактных) и адьяконтактных [2,3,7].

Показывается, что новые многовентильные структуры могут работать в коммутационных режимах k -го порядка (типа $P \in P_k, \forall k \in \{1, k\}$)

[2, 4], в пределах существования каждого k -го из них возможны состояния с R_k -явлениями - редуционные или R_{rk} -режимы.

Приводятся рассчитанные на ЭВМ номограммы "определяющих" параметров скамьих элементов, соответствующие ранее не описанным для таких ВП состояниям перехода из одних режимов в другие. По аналогии с [1...4] последние именуются критическими и обозначаются как режимы типа $РСР_{крk}$.

Для R_{rk} - и $R_{крk}$ -режимов даны замкнутые, рекуррентные, трансцендентные уравнения, численно легко разрешимые на любых современных ЭВМ. Построение по решениям на ЭВМ режимные портреты схем обеспечивают однозначность, простоту и удобство практической оценки типа режима, в котором при данных параметрах работает реальное или могут оказаться проектируемые ВП.

На впервые полученных на ЭВМ нелинейных внешних характеристиках (V_X), изменяющихся в предельно возможном диапазоне нагрузок - от холостого хода до короткого замыкания, иллюстрируется их универсальность, существенная информационная емкость и эффективность по сравнению с экспериментальными V_X или каждый раз рассчитываемыми на ЭВМ при конкретных параметрах нагрузки. Показывается, что при данном $K = \bar{I}, K_X$ в резистивных моделях ВП зависимости значений $U_{окрк}(I_{окрк}), U_{орк}(I_{орк})$ напряжения и тока нагрузки, соответствующих критическим и редуционным режимам, линейны от $\Pi' \wedge \Pi$. При этом установлена простая связь: $K_X = \{ \Pi' - [(-1)^{\Pi'} + 3]/2 \} / 2$.

Также для пользователей даны параметрические номограммы коэффициента пульсации K'_Π выходного напряжения ряда V' -вентильных кольцевых ВП, в том числе совершенно не исследованных в литературе - двухфазных [5, 7]. Демонстрируется пилообразное изменение K'_Π при работе схем в различных режимах, в том числе при учете противо-ЭДС E_0 в цепи нагрузки и/или важного для низковольтных ВП параметра - напряжения смещения вентилей $E_{см}, \forall \mu \in \bar{I}, \Pi'$, отражающего влияние нижнего участка их ампер-вольтных характеристик [1...4, 7]. На номограммах выделяются области минимумов $K'_{\Pi \text{ min } k} = K_{rpkr}$ наглядно подтверждающие эффективность проявления редуционных состояний.

Для целей математического анализа безреактивных моделей, а также моделей с тем же числом нелинейных элементов (Π_3), но с внутренними ("анодными") или/и фильтровыми ("катодными") реактивностями, в том числе при работе схем в новых режимах (с R -явлениями и пр.), рекомендуются сравнительно эффективные для таких моделей и многолетне апробированные автором методы относительных, операторных и коммутационных эквивалентов [2, 3] при одновременном использовании операторного метода Лапласа, обобщенной теоремы раз-

ложения [11], интерметодического способа [12].

Литература

1. Репин А.М. Исследование схем m -фазного выпрямления. - Препринт № 3787-67. М.: ВНИИЭМАШ, 1967, - 19с.
2. Репин А.М. Исследование параметрических состояний m -фазных выпрямителей малой мощности: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. - М., 1977, - 22 с.
3. Репин А.М. Анализ, особенности работы и методика инженерного расчета низковольтных выпрямителей/В кн.: Стабилизаторы низких и милливольтовых напряжений. - М.: Энергия, 1974, - с. 41...98.
4. Репин А.М. Критические состояния вентильных преобразователей// Изв. АН СССР. Энергетика и трансп. - 1980. - № 4, - с.71...94.
5. А.с. 1072218 СССР, МКИ Н02Ж7/12. Система электропитания Репина А.М./А.М.Репин. - Заявл. 21.05.82; Опубл. в Б.И., 1984, № 5.
6. А.с. 1356153 СССР, МКИ Н02Ж7/12. Источник электроснабжения А.М.Репина/А.М.Репин. - Заявл. 20.04.83; Опубл. в Б.И., 1987, №44.
7. Репин А.М. Новые базовые технические решения и классификация вентильных преобразователей энергии// Вопр. радиоэлектрон. Сер. Общ. вопр. радиоэлектрон. - 1985. - Вып. 6, - с. 65...82.
8. Repin A.M. Economical high-voltage electrical-energy converters// Power Engineering(USA)-1988, N 2, p.77..88.
9. А.с. 1617476 СССР, МКИ Н01Г27/28. Электромагнитный аппарат Репина А.М./А.М.Репин. - Заявл. 31.05.88; Опубл. в Б.И., 1990, № 48.
10. Репин А.М. Современные принципы построения и систематизация источников электропитания// Вопр. радиоэлектрон. Сер. Общ. вопр. радиоэлектрон. - 1989. - Вып. II, - с.99...120.
11. Репин А.М. Формула разложения и ее применение в анализе линейных систем// Изв. АН СССР. Энергетика и трансп. - 1973. - № 5, - с.157...164.
12. Репин А.М. Параметрические состояния многовентильных схем с емкостным фильтром// Вопр. радиоэлектрон. Сер. Общ.техн. - 1977. - Вып. 9, - с.122...138.

Из: РАДИОЭЛЕКТРОНИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА и ЭНЕРГЕТИКА /Двенадцатая Междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов: Тез. докл. В 3-х т. - М.: МЭИ, Изд-во ЗАО «Знак». 2006. Т. 2, с. 66, 67. (512 с.). (28.4.2006)*.

И.В. Гаврилов, А.Н. Угорелов, студенты; рук. Г.С. Мыцык, д. т. н., проф. (МЭИ (ТУ))

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ **НОВОГО СПОСОБА (?)** **УДВОЕНИЯ ПУЛЬСНОСТИ ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ** **В ТРАДИЦИОННЫХ СХЕМАХ ВЫПРЯМЛЕНИЯ**

Традиционный **бесфильтровый (?)** путь (?) решения задачи улучшения качества выпрямленного напряжения заключается в повышении его пульсности (?) за счет увеличения тем или иным способом (эквивалентной) фазности питающего выпрямитель напряжения ($m_{1Э}$). Для идеального выпрямителя постоянная составляющая выпрямленного напряжения U_{d0} через амплитудное его значение U_m при этом имеет вид

$$U_{d0} = U_m \frac{m_{1Э}}{\pi} \sin \frac{\pi}{m_{1Э}}$$
 Такой путь **синтеза (?)** выпрямителей **требует (?)** использования **фазоумножающих трансформаторов [1]** и хорошо описывается в рамках разработанной (?) в последнее (?) время **концепции (?)** многоканального (?) преобразования [2]. с. 66

На сегодня это, по сути, **безальтернативный (?)** способ **построения** малоискажающих (?) выпрямителей (пассивного типа) для всей шкалы мощностей, начиная с десятков Вт. **В** настоящем **докладе** применительно к традиционным схемам выпрямления малой мощности (для шкалы до единиц Вт) **излагается** другой, **более простой путь (?)** **удвоения пульсности** выпрямленного напряжения, **не** требующий использования фазоумножающих трансформаторов. Такое решение было **найденно** в результате исследования влияния на процессы преобразования фазных **активных** сопротивлений r_j питающей сети (j – фазовый индекс). Суть его заключается в том, при (одновременном и одинаковом) увеличении относительных фазных сопротивлений $r^*_j = r_j/R$ (где R – **активное** сопротивление на выходе выпрямителя) в выходном напряжении **между основными пульсами появляются дополнительные пульсы «выпучивания»**, описанные в первом приближении, например, в [2]. На основе имитационного компьютерного моделирования (ИКМ) **нами (?)** **установлено**, что при $m_{1Э} > 2$ для каждой схемы выпрямления **существует свое** значение параметра r^*_j , при котором **параметры (?)** основного и дополнительного пульсов **по амплитуде и по длительности оказываются одинаковыми**, и, следовательно, этот режим характеризуется **удвоенной** пульсностью напряжения относительно традиционного режима, когда параметр $r^*_j = 0$. Наряду с этим **полезным эффектом**, режим **удвоения пульсности** характеризуется значительным понижением выпрямленного напряжения из-за падения напряжения на **резисторах r_j** . **Показано**, что по этой причине **практически значимым решением** следует считать **только (?)** трехфазную мостовую схему выпрямления, которая обеспечивает $U_{d0} = 0,9886 U_m$ (?), имея при этом значение предельно достижимого КПД (без учета падения напряжения на диодах моста), равное **47 % (?)**. Такое **простейшее решение 12-пульсного** выпрямителя целесообразно использовать, **например, в качестве безынерционного датчика трехфазного напряжения в системах автоматической его стабилизации**. В этом случае практически отпадает необходимость в установке на выходе выпрямителя емкостного фильтра, что обеспечивает улучшение динамических свойств системы стабилизации. **Низкое значение КПД здесь решающего значения не имеет**. Приводятся **временные диаграммы рабочих (?)** процессов, полученные на основе ИКМ.

Литература

1. Размадзе Ш.М. Преобразовательные схемы и системы. – М.: Высш. шк. 1957 (?).
2. О новой возможности улучшения технических показателей трехфазных трансформаторно-выпрямительных устройств с улучшенной электромагнитной совместимостью /С.Ф. **Коняхин**, В.В. **Михеев**, Г.С. **Мыцык**, В.А. **Цишевский** /Науч.-технич. журнал «Электрическое питание». Ассоциация разработчиков, изготовителей и потребителей средств электропитания. «**Электропитание**» – науч.-технич. Сб. Вып 5 – СПб.: Совместный выпуск. 2005. С. 45-57.

© **Репин А.М. 1967. 1971. 1986. 1991. 2005. 28.4.2006. 13.2.2007. 14.9.14.**