

TECHNOLOGICAL BASES OF PRODUCTION AND APPLICATION OF THE ELECTROACTIVATED SOLUTIONS IN CATTLE BREEDING

V.S. Korko

They are considered physical and chemical bases of the production of the electroactivated solutions, features of properties of received anolytes and the catholytes used in cattle breeding as alternative to purchased chemical reagents and biologically active substances. It is given classification of schemes, the review and the analysis of technological possibilities and results of researches of application of the electroactivated solutions in the processes of feeding, watering and animalcare.

УДК 631.365:620.085.1

А.Раджабов¹, Ш.М. Музафаров²

*Ташкентский государственный аграрный университет
Ташкентский институт ирригации и мелиорации*

АНАЛИЗ СХЕМ ГЕНЕРИРОВАНИЯ УНИПОЛЯРНЫХ ИМПУЛЬСОВ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРОВ

Аннотация Анализом переходных процессов двух схем питания разрядных технологических промежутков определено, что предельная частота следования импульсов зависит от параметров схемы питания и емкости разрядного промежутка. Выявлено, что при использовании стримерной формы коронного разряда можно повысить эффективность процесса электрогазоочистки за счет стабилизации разрядного тока и рассматривать технологический разрядный промежуток как элемент электрической цепи.

Ключевые слова: стримерная форма, электрогазоочистка, электрофильтры, схема генерирования

Повысить эффективность очистки газов от твердых и жидких аэрозольных частиц можно осуществит при использовании стримерной формы коронного разряда. Неотъемлемым условием создания этого вида разряда является применение униполярных импульсов высокого напряжения с крутым фронтом возрастания напряжения. При этом амплитуда напряжения должно превышать пробивной порог разрядного промежутка при питании постоянным напряжением [1,2]

Схема генерирования униполярных импульсов высокого напряжения для питания электрофильтров должна удовлетворять следующим условиям:

- обеспечивать стабильность частоты, формы и амплитуды импульсов напряжения;
- иметь минимальные габариты, простоту и надежность при минимальной стоимости;
- устранять переход в искровой и дуговой формы разрядов;
- удовлетворять требованиям электробезопасности, пожарной безопасности, производственной санитарии;
- не создавать радиопомех.

Генерирование униполярных импульсов высокого напряжения можно осуществить по схеме приведенной на рис.1, где генерируемые машинным генератором G периодические импульсы напряжения повышаются трансформатором T и выпрямляются выпрямителем, собранном по схеме умножения напряжения, без накопительного

конденсатора на выходе схемы (C1,V1,V2). К выходу схемы подключается технологический разрядный промежуток электрофилтра РП имеющий собственную емкость C2. Осциллограмма напряжения на выходе генератора приведена на рис.2, а осциллограмма напряжения на входе электрофилтра на рис.3.

Одно из преимуществ предлагаемого способа очистки газов с использованием стримерной формы коронного разряда над существующим способом очистки в электрических полях коронного разряда постоянного напряжения заключается в возможности рассматривания технологического разрядного промежутка как элемента питающей цепи.

Одним из параметров импульсного напряжения является частота следования импульсов, которая определяется процессами переноса объемных зарядов, образовавшимися под действием импульса напряжения, в разрядном промежутке. Очевидно, что для стабилизации разрядных процессов, в паузе между импульсами плотность объемных зарядов в разрядном промежутке должна быть уменьшена до величины, при которой не возникнут вторичные ионизационные процессы от воздействия повторного импульса.

После приложения импульса напряжения и стримерного пробоя в разрядном промежутке образуются объемные заряды плотностью σ (число объемных зарядов на единицу объема разрядного промежутка). Так как в объеме газа вследствие рекомбинации и переноса объемных зарядов уменьшается их плотность, то, соответственно, уменьшается плотность тока через разрядный промежуток:

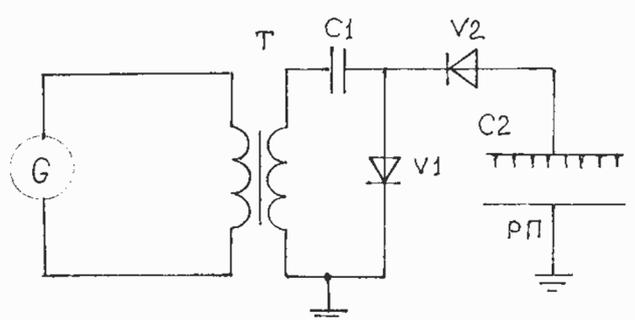


Рисунок 1 - Принципиальная схема питания электрофилтров униполярными импульсами высокого напряжения.

$$j = ebEg(t), \quad (1)$$

где e – элементарный заряд;

b - подвижность ионов;

E – напряженность электрического поля;

$g(t)$ – уменьшающаяся во времени плотность объемных зарядов.

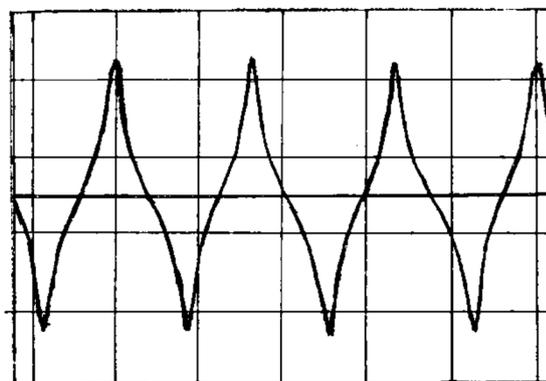


Рисунок 2 - Осциллограмма напряжения на выходе машинного генератора периодических импульсов напряжения

Таким образом, в разрядном промежутке плотность тока пропорциональна напряженности электрического поля, т.е. проводимость линейная. Изменение плотности зарядов будет определяться изменением плотности тока и характеризоваться параметрами источника питания.

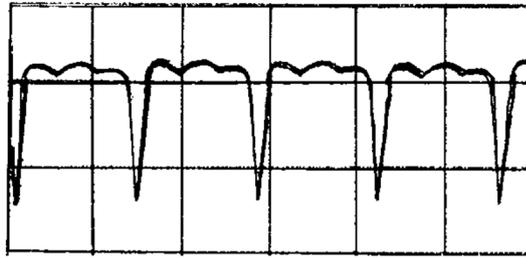


Рисунок 3 - Осциллограмма напряжения на входе электрофильтра.

Проанализируем переходный процесс в электрической цепи источника высоковольтных импульсов напряжения в паузе между импульсами. По схеме замещения (рис.4) имеем замкнутый контур последовательно включенных формирующей емкости C_1 , емкости разрядного промежутка C_2 , активного R_1 и индуктивного L сопротивлений вторичной обмотки повышающего трансформатора, прямого сопротивления диода R_2 .

Ввиду $C_1 > C_2$, примем допущение, что напряжение на конденсаторе C_1 U_{C1} равно амплитуде напряжения на выходе трансформатора U_a и остается постоянным в паузе между импульсами.

Для определения закона изменения напряжения и тока разрядного промежутка в паузе между импульсами составим характеристическое уравнение цепи в комплексной форме:

$$Z = R_1 + R_2 + j\omega L + 1/(j\omega C_1) + 1/(j\omega C_2). \quad (2)$$

Заменим сомножитель $j\omega$ на оператор P и полученное выражение $Z(p)$ приравняем нулю

$$Z(p) = R_1 + R_2 + pL + 1/(pC_1) + 1/(pC_2) = 0,$$

или

$$p^2(C_1 C_2 L) + pC_1 C_2 (R_1 + R_2) + C_1 + C_2 = 0. \quad (3)$$

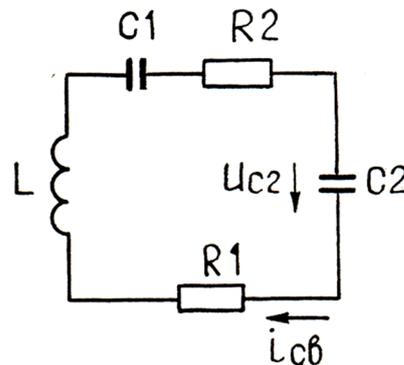


Рисунок 4 - Схема замещения источника импульсов высокого напряжения в паузе между импульсами:

Корни характеристического уравнения (1) определяются равенством:

$$p_{1,2} = \{-C_1 C_2 R \pm [(C_1 C_2 R)^2 - 4(C_1 C_2 L)(C_1 + C_2)]^{0,5}\} / (2C_1 C_2 L), \quad (4)$$

где $R = R_1 + R_2$.

Отсюда свободная составляющая напряжения на конденсаторе C_2 :

$$U_{C2_{св}} = (A_1 e^{p_1 t} + A_2 e^{p_2 t}) + U_a, \quad (5)$$

а ток в цепи

$$i_{св} = [Cd(U_{C2_{св}} - U_a)]/dt = C(A_1 p_1 e^{p_1 t} + A_2 p_2 e^{p_2 t}), \quad (6)$$

где $C = C_1 + C_2$.

Ввиду $C_1 > C_2$, примем допущение, что напряжение на конденсаторе C_1

U_{C1} равно амплитуде напряжения на выходе трансформатора U_a и остается постоянным в паузе между импульсами.

Начальные условия для расчетов:

$$U_{c2} = 2U_a, U_{c1} = U_a, i_a = i_0, t = 0,$$

где U_{c2} – амплитуда напряжения на разрядном промежутке емкостью C_2 ;

U_a – амплитуда напряжения на выходе повышающего трансформатора;

U_{c1} – напряжение на конденсаторе C_1 ;

i_a – амплитуда разрядного тока;

$i_{св.0}$ – начальный ток цепи;

t – время интегрирования.

С учетом принятых допущений и начальных условий получаем:

$$U_a = A_1 + A_2, \quad i_a = A_1 p_1 + A_2 p_2,$$

Отсюда

$$A_1 = (p_2 U_a - i_a) / (p_2 - p_1), \quad (7)$$

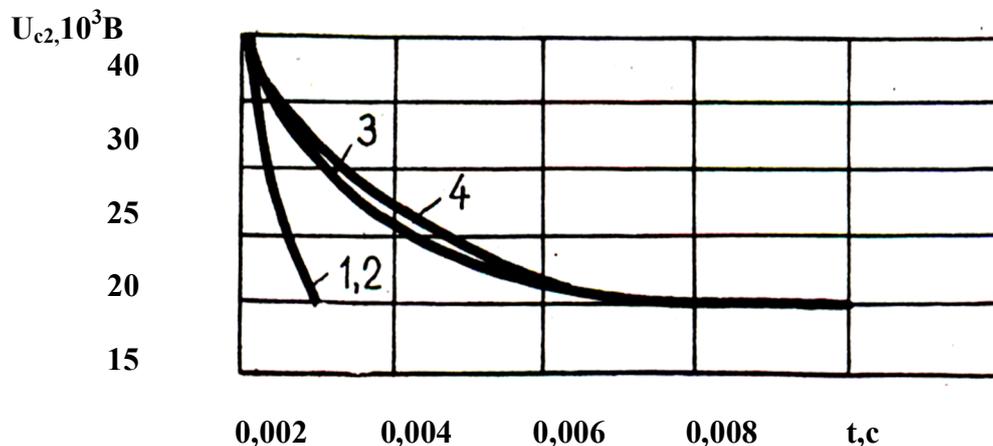
$$A_2 = (p_1 U_a - i_a) / (p_2 - p_1). \quad (8)$$

При этих значениях постоянных интегрирования законы изменения напряжения и тока разрядного промежутка в паузе между импульсами имеют вид:

$$U_{C2.св} = [1/(p_2 - p_1)] [(p_2 U_a - i_a) p_1 e^{p_1 t} - (p_1 U_a - i_a) p_2 e^{p_2 t}] + U_a, \quad (9)$$

$$i_{св} = [C/(p_2 - p_1)] [(p_2 U_a - i_a) p_1 e^{p_1 t} - (p_1 U_a - i_a) p_2 e^{p_2 t}]. \quad (10)$$

Задача решалась на ПК для следующих значений параметров цепи: $L=100$ Гн; $R_1 = 35 \times 10^3$ Ом; $R_2 = 2 \times 10^8$ Ом; $C_1 = 10^{-9}, 10^{-10}$ Ф; $C_2 = 10^{-11}, 10^{-12}$; $U_a = 2 \times 10^4$ В; $i_a = 10^{-4}$ А. Шаг интегрирования 0,001 с. По результатам расчетов построены графики изменения напряжения и тока разрядного промежутка в паузе между импульсами (рис.5).



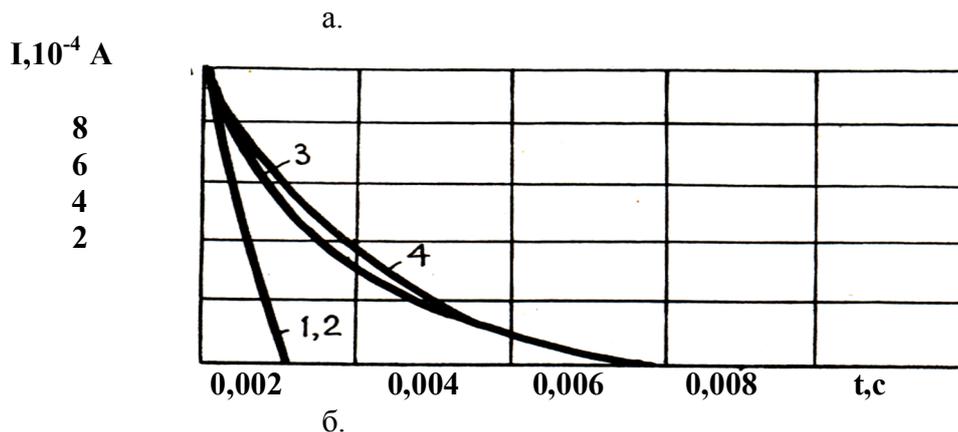


Рисунок 5 - Процесс изменения напряжения (а) и тока в контуре (б) разрядного промежутка в паузе между импульсами: 1 - $C_1 = 10^{-10} \Phi$, $C_2 = 10^{-12} \Phi$; 2 - $C_1 = 10^{-9} \Phi$, $C_2 = 10^{-12} \Phi$; 3 - $C_1 = 10^{-10} \Phi$, $C_2 = 10^{-11} \Phi$; 4 - $C_1 = 10^{-9} \Phi$, $C_2 = 10^{-11} \Phi$.

Анализ кривых указывает на одинаковый закон изменения $U_{C2,св}$ и $i_{св}$. Характер переходного процесса зависит от параметров цепи R_1 , R_2 , L , C_1 и C_2 , т.е. от вида корней характеристического уравнения. При этом определяющим является величина емкости разрядного промежутка C_2 . С увеличением емкости разрядного промежутка увеличивается время компенсации зарядов накопленных в нем. Таки, при емкости $C_2 = 10^{-11} \Phi$ время полной компенсации зарядов составляет 0,006 с, а при $C_2 = 10^{-12} \Phi$ - 0,001 с. Отсюда максимальная частота следования импульсов составляет соответственно 166 имп⁻¹ и 1000 имп⁻¹.

Частота следования импульсов может быть увеличена при уменьшением эквивалентного сопротивления источника питания. Для этого можно использовать схему с двухсторонним питанием (рис. 6). В схеме для создания постоянной составляющей импульсного напряжения используется повышающий трансформатор T_1 , с помощью которого повышается напряжение сети. Повышенное напряжение сети выпрямляется схемой с умножением напряжения (C_1 , V_1 и V_2) и подается на разрядный промежуток РП (C_2). Импульсное периодическое напряжение после повышения на трансформаторе T_2 , выпрямляется вентилем V_3 и накладывается на постоянную составляющую.

Как и для предыдущей схемы определим закон изменения напряжения и тока разрядного промежутка в паузе между импульсами. Для этого составим характеристическое уравнение цепи в комплексной форме согласно эквивалентной схемы (рис.8):

$$Z = R_1 + R_2 + j\omega L + 1/j\omega C_2. \tag{11}$$

Решение этого уравнения проведем аналогично предыдущей задаче. В результате получим следующие соотношения:

Корни характеристического уравнения (9) определяются равенством:

$$p_{1,2} = \{-C_2(R_1 + R_2) \pm [(C_2(R_1 + R_2))^2 - 4(C_2L)]^{0,5}\} / 2C_2L \tag{12}$$

Отсюда свободная составляющая напряжения разрядного промежутка:

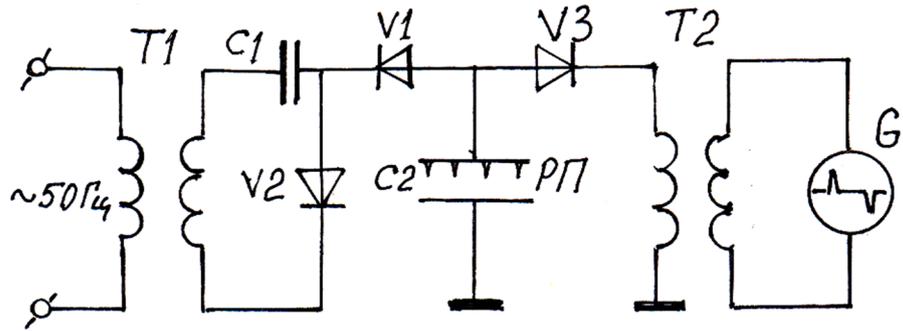


Рисунок 6 - Принципиальная схема генерирования униполярных импульсов высокого напряжения с двухсторонним питанием.

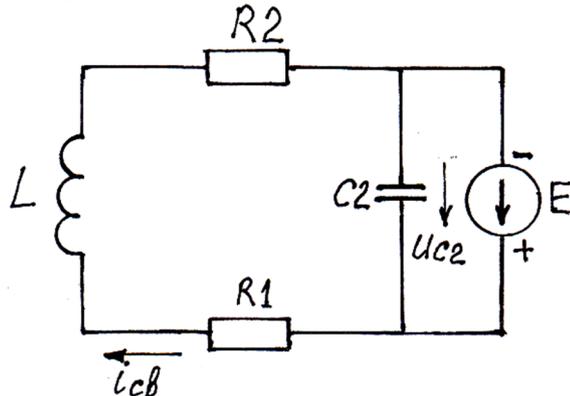


Рисунок 7 - Схема замещения источника импульсов высокого напряжения с двухсторонним питанием в паузе между импульсами.

Напряжение разрядного промежутка и ток цепи в паузе между импульсами будут изменяться по закону:

$$U_{C2} = \{1 / (p_2 - p_1) [(p_2 U_a - i_a) e^{p_1 t} - (p_1 U_a - i_a) e^{p_2 t}] + U_0, \quad (13)$$

$$i_{св} = C_2 / (p_2 - p_1) [(p_2 U_a - i_a) p_1 e^{p_1 t} - (p_1 U_a - i_a) p_2 e^{p_2 t}]. \quad (14)$$

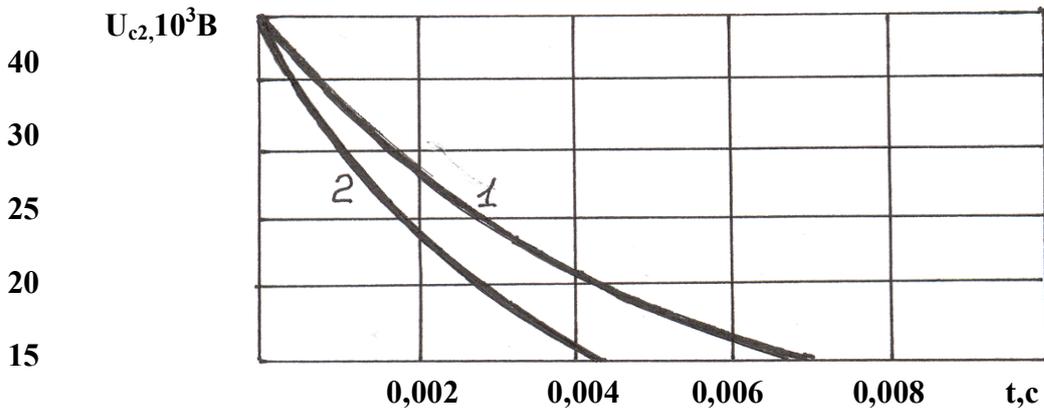


Рисунок 8 - Процесс изменения напряжения разрядного промежутка в паузе между импульсами для схемы выпрямления с умножением напряжения (1) и для схемы с двухсторонним питанием (2).

Для сравнения двух схем питания разрядных промежутков электрофильтров уравнения (9) и (13) решались на ПК для следующих значений параметров цепи: $L=100$ Гн; $R_1=35 \times 10^3$ Ом; $R_2=2 \times 10^6$ Ом; $C_1=10^{-8}$ Ф; $C_2=10^{-10}$ Ф. Шаг интегрирования $0,0001$ с. Ввиду одинакового характера изменения напряжения и тока расчеты производились только для напряжения. Результаты расчетов представлены в виде графика на рис. 8.

При одинаковых параметрах элементов цепи для схемы выпрямления с умножением напряжения максимальная частота, при которой обеспечивается стабильный процесс стримерной формы коронного разряда, не должна превышать 140 имп^{-1} , а для схемы с двухсторонним питанием - 232 имп^{-1} .

Схема с двухсторонним питанием дает возможность регулировать постоянную составляющую импульсного напряжения в необходимых пределах. Кроме этого при использовании двухполупериодной схемы выпрямления получать удвоенную частоту импульсов по отношению к частоте периодических импульсов напряжения. Недостатком этой схемы является необходимость двух изолированных источников высокого напряжения.

Результаты проведенного анализа адекватны результатам проведенной серией экспериментальных исследований по изучению характеристик стримерной формы коронного разряда.

Выводы

1. Частота импульсного напряжения определяется временем полной компенсации объемных зарядов промежутка, образовавшихся под действием импульса напряжения, параметрами элементов схемы питания и емкостью разрядного промежутка.

2. При питании униполярными импульсами высокого напряжения с перенапряжением технологические разрядные промежутки можно рассматривать как элемент электрической цепи.

3. Если при коронном разряде постоянного напряжения ток разряда представляет собой функцию дискретного случайного процесса, то при питании униполярными импульсами высокого напряжения токи разряда стабильные по частоте и амплитуде.

4. В схемах с двухсторонним питанием частота импульсов может быть увеличена по сравнению со схемами выпрямления с умножением напряжения. При этом, появляется возможность регулировать технологическими процессами осуществляемыми в электрических полях изменением постоянной составляющей импульсного напряжения.

Литература

1. Абдулла Ахмед Саид Моршед. Электрофильтр для очистки воздуха в цехах хлопкоочистительных заводов.: Дис. ...канд. тех. наук. –Т.,1999. 123 с.

2. Музафаров Ш.М., Абдулла Ахмед Саид Моршед. Анализ возможности стабилизации процессов униполярного коронного разряда.//Узбекский журнал Проблемы информатики и энергетика.-1999, № 2, С. 30-33.

ЭЛЕКТРОФИЛЬТРЛЕРДІҢ ҚОРЕКТЕНУІ ҮШІН ЖОҒАРҒЫ КЕРНЕУДІҢ БІР ПОЛЮСТЫ ИМПУЛЬСТЕРІНІҢ ШЫҒАРУ СЫЗБАЛАРЫН ТАЛДАУ

Раджабов А., Музафаров Ш.М.

Разрядтық технологиялық аралықтарды қоректендірудің екі сұлбасының өтпелі үрдістерін талдау арқылы импульстердің түзілу шекті жиілігі разрядтық аралықтың қоректендіру сұлбасы мен сымдылығының параметрлеріне тәуелді екендігі анықталды. Тәждік разрядтың стримерлік пішінін пайдаланғанда электр газ азарту үрдісінің тиімділігін разрядтық тоқты тұрақтандыру есебінен арттыруға және технологиялық разрядтық аралықты электр тізбегінің элементі ретінде қарастыруға болатындығы айғақталды.

THE ANALYSIS OF DIAGRAMS OF GENERATING OF UNIPOLAR IMPULSES OF THE HIGH PRESSURE FOR A FEED OF ELECTROFILTERS

A. Radzhabov, Sh.M. Muzafarov

By the analysis of transients of two power supply circuits of digit technological intervals it is certain, that limiting frequency of following of impulses depends on parameters of a power supply circuit and capacity of a digit interval. It is revealed, that at use стримерной forms коронного the category it is possible to raise efficiency of process of electrogas purification due to stabilization of a digit current and to consider a technological digit interval as an element of an electric circuit.

УДК 62-83:621.867.2

П.И. Сагитов¹, Д.Б.Акпанбетов², Б.К. Байбутанов¹, К.Н. Оразбаев²

*Алматинский университет энергетики и связи¹
Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева²*

ВЕКТОРНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВУХДВИГАТЕЛЬНЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ СИНХРОННОГО ВРАЩЕНИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы моделирования системы векторного управления двухдвигательным асинхронным электроприводом синхронного вращения. Анализируются переходные процессы двухдвигательного асинхронного электропривода с векторным управлением на модели, разработанной в программе Matlab.

Ключевые слова: двухдвигательный асинхронный электропривод, векторное управление, преобразователи частоты, вектор потокосцепления ротора.

В промышленных механизмах с двухдвигательным асинхронным электроприводом синхронного вращения, нагрузка на валах двигателей может меняться на одной и той же промышленной частоте сети, в результате чего необходима четкая зависимость между моментом нагрузки и скоростью вращения. Скорости начинают варьировать в зависимости от нагрузки, нарушая тем самым синхронность вращения двух двигателей. Для решения данной проблемы можно применить систему с векторным законом управления частотного преобразователя.

Векторный закон управления осуществляется по мгновенным значениям переменных. Реализуется принцип ориентации векторных переменных относительно друг друга в полярной или декартовой системе координат. На рисунке 1 показан принцип, который основан на определении направления и углового положения вектора потокосцепления ротора двигателя, при котором ортогональные оси d и q направляют так, что ось d совпадает с направлением вектора потокосцепления ротора. Вектор напряжения статора двигателя регулируют в осях d, q . Составляющая напряжения по оси d регулирует величину тока статора по оси d . Изменяя ток статора по оси d следует добиваться требуемого значения амплитуды вектора потокосцепления ротора. Ток статора по оси q , контролируемый напряжением по этой оси, определит момент развиваемый двигателем. Ориентация обеспечивает раздельное (независимое) управление моментом и потокосцеплением в динамических и статических режимах работы привода [1].