

Оптимальное по использованию дизеля по мощности положение характеристики генератора означает достижение минимума выражением (10). В изложенной методике параметром, влияющим на величину $\Delta A_{\text{ц}}$, является параметр b_1 в уравнении (2). Таким образом, задача указанной оптимизации состоит в нахождении такого $b_{1\text{опт}}$, при котором $\Delta A_{\text{ц}}$ имеет минимум. Решение этой задачи производится в следующей последовательности. 1. Рассчитывают и строят кривую (1) и проводят характеристики а и б генератора. 2. Находят коэффициенты уравнения (2) для характеристик а и б. 3. Находят коэффициенты полинома, аппроксимирующего скоростную характеристику дизеля. 4. Определяют токовую нагрузочную диаграмму тягового генератора за цикл работы на предельной характеристике. 5. Устанавливают значения коэффициента b_1 (т.е. положения характеристики в), для которых будет рассматриваться выражение (10). 6. При каждом значении b_1 решают уравнение (5) относительно ω для значений токов нагрузочной диаграммы, соответствующих перегрузке дизеля при данном b_1 . 7. Вычисляют выражение (6), находя величины напряжения генератора в рассматриваемых режимах. 8. Для каждого значения b_1 вычисляют (10), находя $\Delta A_{\text{ц}}$. 9. Строят кривую $\Delta A_{\text{ц}} = f(b_1)$ и находят по ней оптимальное значение коэффициента $b_{1\text{опт}}$.

Вычисления по пп. 6, 7, 8 целесообразно производить на ЭВМ.

Изложенная методика оптимизации внешней характеристики автономного тягового генератора может быть применена в своей основе и для оптимизации нелинейной характеристики генератора.

В.В. Кривцов, Н.Н. Михеев, Е.П. Раткевич

РЕВЕРСИВНЫЙ ТИРИСТОРНЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД ПОСТОЯННОГО ТОКА

В статье рассматривается тиристорный электропривод постоянного тока, обеспечивающий независимое реверсивное управление и регулирование скорости вращения нескольких электро-

двигателей малой и средней мощности [1]. Электропривод (рис. 1) состоит из двух преобразователей и N электродвигателей. Каждый из преобразователей представляет собой регулируемый (базовый) выпрямитель (Вп1, Вп2) и дополнительные управляемые вентили, включенные в виде N параллельных цепей. Выпрямители работают с фиксированным углом регу-

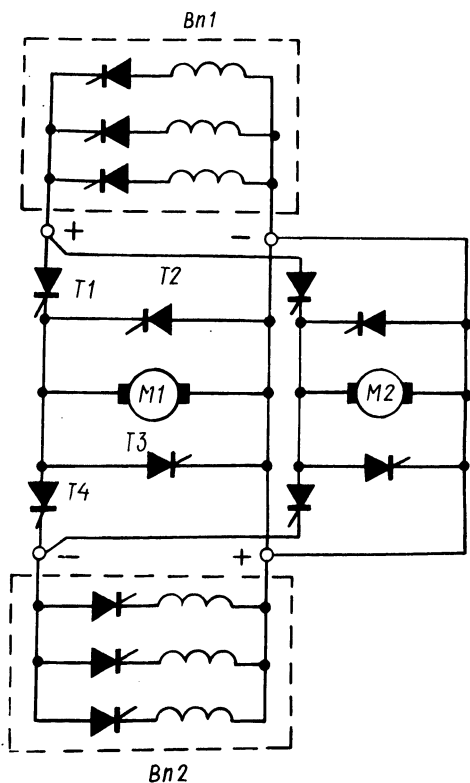


Рис. 1.

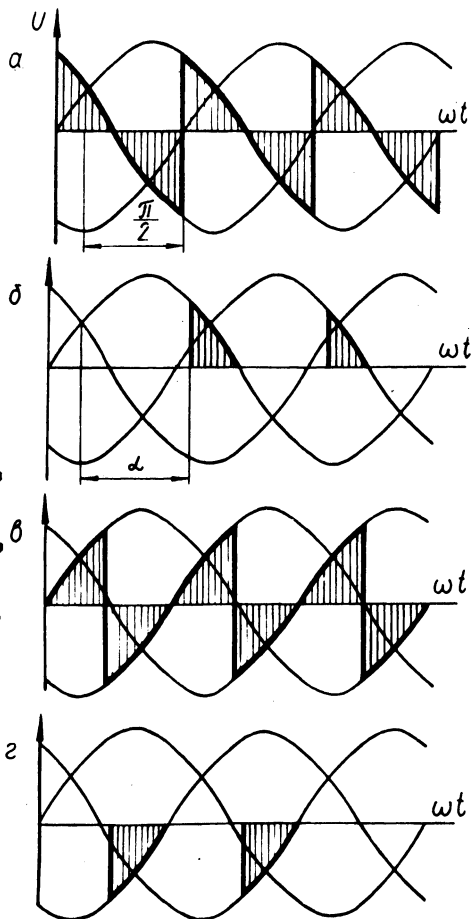


Рис. 2.

лирования, приблизительно равным 90 эл. град., что обеспечивает равенство положительных и отрицательных площадок кривых выпрямленного напряжения (рис. 2, а, в). Преобразователи включены встречно-параллельно на якорные обмотки двигателей, управление преобразователями раздельное.

Напряжение, прикладываемое к двигателю, зависит от угла регулирования отдельных вентилях Т1, Т4. Шунтирующие вентили Т2, Т3 срезают отрицательные площадки кривых выходного напряжения регулируемых выпрямителей Вп1, Вп2. Линейные диаграммы напряжений, приложенных к двигателю при вращении его "вперед" и "назад", приведены на рис. 2, б, г.

Реверсирование двигателя осуществляется за счет изменения углов регулирования отдельных и шунтирующих вентилях. Необходимый закон переключения отдельных и шунтирующих вентилях реализуется логическим переключающим устройством (ЛПУ), работающим в функции знака напряжения управления $U_y = U_3 - U_{oc}$ и сигнала наличия тока якоря или в функции знака сигнала управления и сигнала, синхронизирующего ЛПУ с кривыми выпрямленного напряжения базовых выпрямителей (U_3 - задающее напряжение, U_{oc} - напряжение обратной связи).

Выходные сигналы ЛПУ и генератора импульсов подаются на системы импульсно-фазового управления (СИФУ) отдельными и шунтирующими вентилями.

На рис. 3 приведена функциональная схема системы управления отдельными вентилями, построенная по асинхронному принципу [2], что обеспечивает симметрию выходных импульсов, астатизм по отношению к скорости, помехозащищенность и дает возможность реализовать систему управления на серийно выпускаемых функциональных и логических элементах.

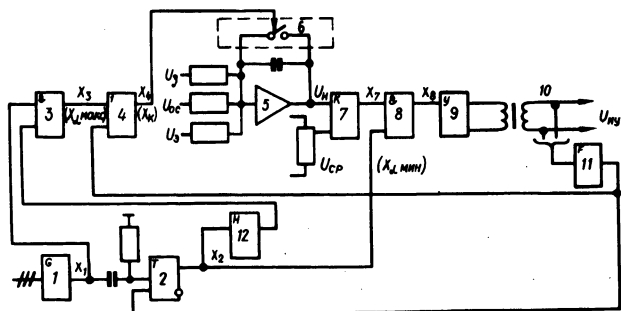


Рис. 3.

Система импульсно-фазового управления состоит из генератора импульсов 1, триггера 2, логических элементов "И" - 3, 8, логического элемента "ИЛИ" - 4, интегратора 5, ключа сброса интегратора 6, нуля-органа 7, усилителя импульсов 9, импульсного трансформатора 10, формирователя 11 и задержки времени 12.

На входы интегратора подаются напряжения задания U_3 , обратной связи $U_{o.c}$ и эталонное напряжение $U_э$, которое служит для создания выходного сигнала в установившемся режиме с интервалом

$$\lambda = \frac{2\pi}{m},$$

где λ - период выпрямленного напряжения; m - число импульсов схемы.

На входы нуля-органа 7 подаются напряжения с выхода интегратора $U_{и}$ и сравнения $U_{ср}$, которые связаны между собой соотношением

$$U_{и} = U_{ср} \frac{T_{и} \omega}{\lambda},$$

где $T_{и}$ - постоянная времени интегрирования; ω - круговая частота следования импульсов, $\omega = 2\pi m f$. Здесь f - частота сети.

Условие выдачи импульса

$$U_{и} = \frac{1}{T_{и} \omega} \int_{\alpha_1}^{\alpha_1 + \lambda + \Delta\alpha} (U_3 - U_{o.c} + U_э) d\omega t = U_{ср},$$

где α_1 - угол регулирования; $\Delta\alpha$ - приращение угла регулирования, вызванное изменением напряжения управления.

Тогда

$$\Delta\alpha = \frac{1}{U_э} \int_{\alpha_1}^{\alpha_1 + \lambda + \Delta\alpha} (U_3 - U_{o.c}) d\omega t.$$

Элементы схемы 1, 2, 3 обеспечивают ограничение максимального угла регулирования преобразователя, а элементы 1, 2, 8 - минимального. Элемент 11 формирует из импульса управления сигнал фиксированной длительности; задержка времени 12 служит для исключения ложного срабатывания элемента 3 при совпадении заднего фронта импульсов генератора 1 с передним фронтом выходных импульсов триггера 2.

Работа схемы иллюстрируется диаграммами, приведенными на рис. 4, где $U_б$ - напряжение регулируемого (базового) выпрямителя; $U_{дв}$ - напряжение, прикладываемое к двигателю; X - выходные сигналы элементов схемы.

Пусть в момент времени ωt_1 с генератора импульсов 1 поступит сигнал X_1 , переключающий триггер 2. Выходной сигнал триггера X_2 подается на элементы 3 и 8. Как только напряжение на выходе интегратора $U_{и}$ достигнет порогового

напряжения нуль-органа 7, на его выходе появится импульс X_7 , который через элементы 8, 9 и 10 поступит на управляющий электрод отдельного вентиля. Одновременно импульс X_{11} сбросит триггер и подаст команду $X_4(X_K)$ на кратковременное замыкание ключа 6; напряжение на выходе интегратора становится равным нулю и напряжение U_{CP} запирает нуль-орган. По окончании сигнала X_4 ключ 6 размыкается и опять начинается интегрирование сигнала. Импульс X_1 взводит триггер и процесс повторяется аналогично рассмотренному.

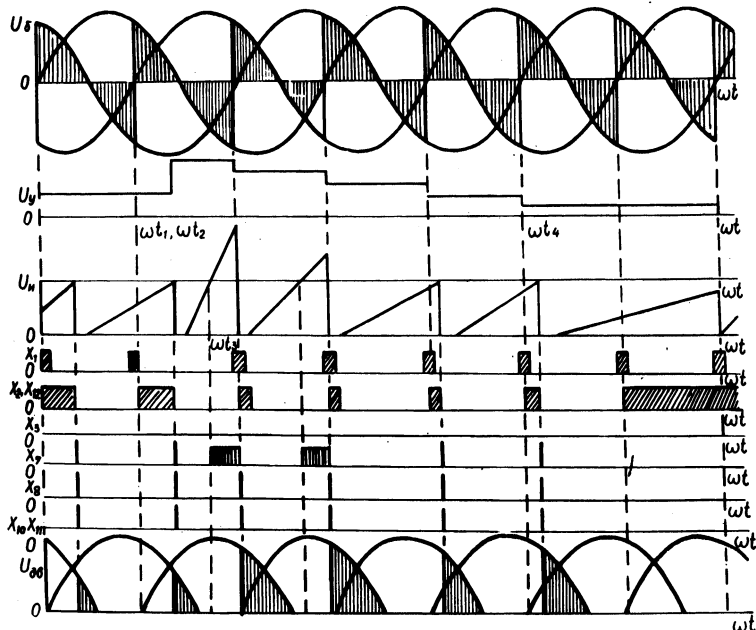


Рис. 4.

Если в момент времени ωt_2 произойдет увеличение напряжения управления, то это приведет к более быстрому увеличению напряжения U_n и в момент времени ωt_3 начнет генерировать импульсы нуль-органа. Однако импульс на управляющий электрод вентиля поступит только после следующего импульса X_1 , тем самым ограничивается минимальное значение угла регулирования.

Пусть в момент времени ωt_4 уменьшится результирующий входной сигнал интегратора. Очередной импульс X_1 взведет триггер и появятся сигналы X_2 и X_{12} . Следующий импульс X_1

пройдет через элементы 3 и 4 и кратковременно замкнет ключ 6, сбрасывая напряжение U_i . Пропуски зажигания вентилей будут до тех пор, пока напряжение интегратора U_i не станет равным $U_{ср}$ до появления очередного импульса X_1 , тем самым ограничивается максимальное значение угла регулирования.

Работа СИФУ описывается следующими уравнениями:

$$X_{\angle_{\max}} = X_1 S(A X_1; X_{10}) ;$$

$$X_{\angle_{\min}} = S(A X_1; X_{10}) ;$$

$$X_K = X_4 = X_{10} + X_{\angle_{\max}} ,$$

где $X_{\angle_{\max}}$ - сигнал на ограничение максимального угла регулирования; $X_{\angle_{\min}}$ - сигнал, разрешающий выдачу импульса управления (X_{10}) по условию ограничения минимального угла регулирования; S - оператор "Состояние"; A - оператор "После".

Рассматриваемый реверсивный электропривод рекомендуется применять в промышленных установках, где требуется независимое реверсирование и регулирование скоростей вращения или принудительное торможение нескольких электродвигателей малой мощности, а также для независимого управления электродвигателями нескольких промышленных установок, объединенных территориально.

Л и т е р а т у р а

1. Михеев Н.Н., Кривцов В.В., Раткевич Е.П. Вентильный многодвигательный электропривод. Авт.свид.№485534. - "Бюл.изобр.", 1975, № 35.
2. Системы управления тиристорными и ионными электроприводами. Сост. Л.П. Деткин. М., 1971.