Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. XX, вып. 1, 1976 г.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТИРИСТОРНЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ЧАСТОТЫ В ПРИВОДАХ С БЛОЧНЫМ ВЕКТОРНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ

Ю.П.ПАВЛОВ

При использовании тиристорных преобразователей частоты (ТПЧ) в системах блочного управления частотным приводом переменного тока преобразователь управляется от двухфазного сигнала переменного тока, модулированного по величине, частоте и фазе. Поэтому в качестве дополнительных требований ТПЧ должен: I) управлять не только амплитудой и частотой, но и фазой выходного напряжения $U_{вых}$; 2) управляться двухфазной системой сигналов переменного тока, несущей в себе информацию о величине и положении обобщенного вектора напряжения статора двигателя привода.

Принципиальными особенностями работы основных типов силовых схем ТПЧ обусловлено наличие в системах управления двух каналов: управления напряжением (КН) и регулирования частотой (КЧ) выходного напряжения преобразователя. Поэтому использование этих преобразователей частоты предполагает преобразование двухфазной системы сигналов переменного тока U_α^* и U_β^*, во-первых, в сигналы управления, задающие $U_{вых}$ и поступающие на вход канала напряжения ТПЧ, и, во-вторых, в сигналы управления, определяющие частоту и фазу $U_{вых}$ преобразователя и поступающие на вход канала регулирования частоты. Во втором случае (рис.I,а) канал регулирования частоты становится и каналом регулирования фазы $U_{вых}$ (КЧиФ) преобразователя частоты. Двухфазная система переменных напряжений поступает на БВМ (блок выделения модуля) и БД (блок деления). БВМ выделяет величину амплитуды $|U_s|$ переменных напряжений U_α^* и U_β^*, поступающую на вход канала управления напряжения преобразователя частоты. БД выделяет систему двухфазных синусоидальных напряжений U_α^{**} и U_β^{**} с единичной амплитудой, которые поступают на вход КЧиФ преобразователя.

Один из вариантов схемы БВМ приведен на рис.2,а. Блок выделения модуля построен на трех варисторах $В_I$-$В_3$; четырех диодах $Д_I$-$Д_4$ и двух операционных усилителях $У_I$ и $У_2$. Варисторы $В_I$ и $В_2$ обеспечивают возведение в квадрат величин U_α^* и U_β^*, усилитель $У_I$ инвертирует отрицательные полуволны квадратов напряжений U_α^* и U_β^*, а усилитель $У_2$ совместно с варистором $В_3$ в обратной связи обеспечивает операции суммирования и выделение модуля $|U_s|$. Принципиальная схема БД приведена на

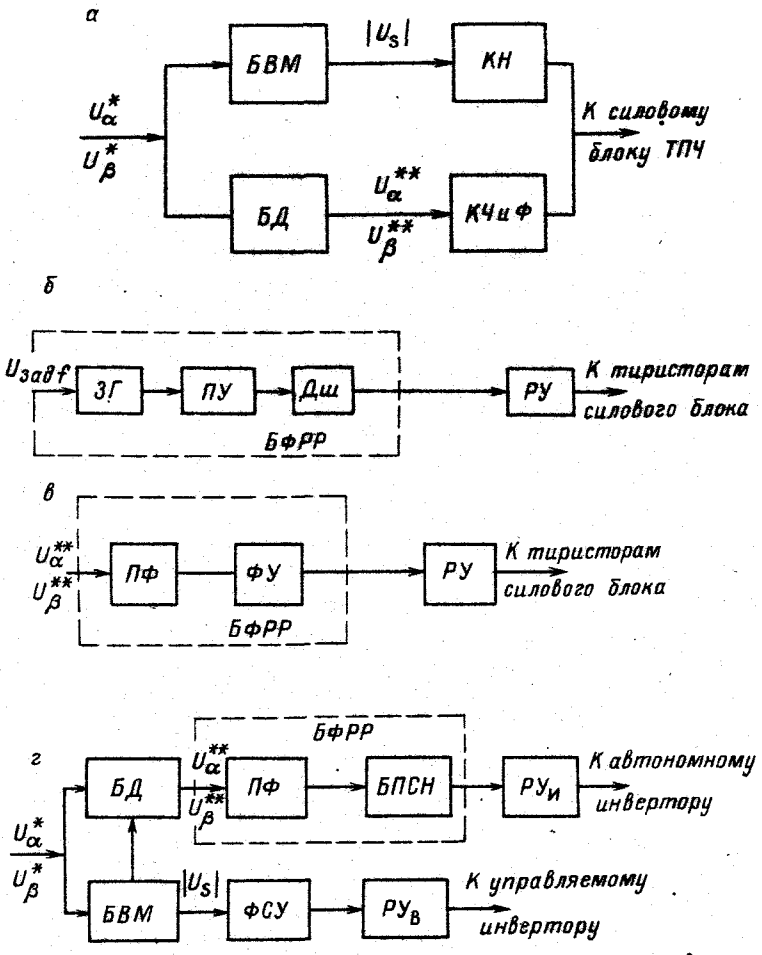


Рис.1. Функциональные схемы систем управления преобразователями частоты при блочном векторном регулировании

рис.2,б. Операция деления выполняется на операционных усилителях $У_1$ и $У_2$ и множительных устройствах $М_1$ и $М_2$ в цепях обратных связей усилителей. На входы множительных устройств поступает из БВМ амплитуда U_α и U_β.

Итак, в результате преобразования двухфазной системы напряжений U_α^* и U_β^* на входе канала управления напряжением ТПЧ появляется сигнал постоянного тока $|U_S|$, а на входе сигнала регулирования частоты и фазы ТПЧ – двухфазная система синусоидальных напряжений U_α^{**} и U_β^{**}. Следовательно, при использовании ТПЧ в системе векторного управления разработанные для преобразователей частоты устройства регулирования $U_{вых}$ в канале управления напряжением не требуют перестройки.

Принципиально по-новому должен быть построен канал регулирования частоты системы управления ТПЧ. Возможны два подхода к формированию ка-

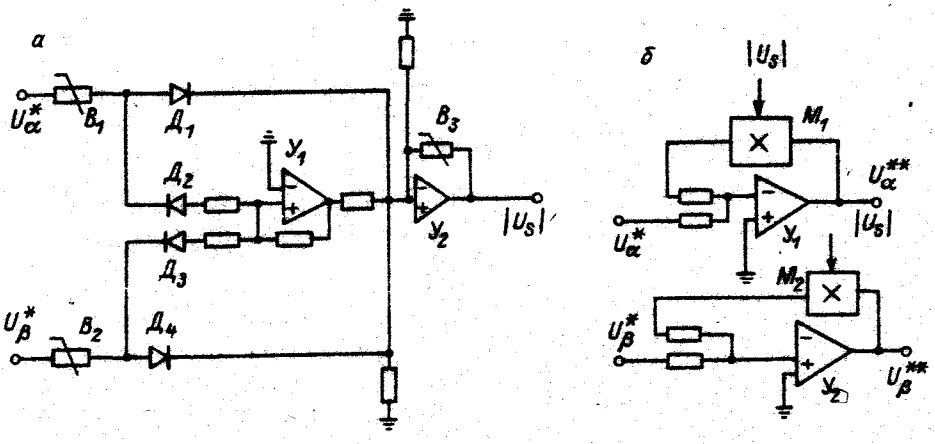


Рис.2. Принципиальная схема устройства выделения модуля $|U_s|$ и сигналов переменного тока U_α^{**}, U_β^{**}

нала управления частотой и фазой преобразователя частоты. Первый заключается в существенной переделке всего канала регулирования частоты ТПЧ. Второй основывается на введении в систему управления существующих типов ТПЧ дополнительного устройства, позволяющего использовать эти преобразователи без переделок системы управления в приводах с подчиненным векторным регулированием.

В первом случае система управления тиристорным преобразователем является органическим продолжением системы векторного подчиненного управления частотным приводом. При этом традиционная схема построения канала регулирования частоты основных типов преобразователей (см. рис.I,б) заменяется схемой, приведенной на рис.I,в. В схемах канал регулирования частоты (рис.I,б) и каналы регулирования частоты и фазы ТПЧ (рис.I,в) состоят из блока формирования режимов работы БФРР и распределительного устройства РУ, содержащего промежуточные усилители и сеточные трансформаторы тиристоров силового блока. Преобразователь частоты с формированием частоты и $U_{вых}$ (преобразователь со звеном постоянного тока) на разных тиристорных блоках имеет отдельные РУ каналов частоты и напряжения. В преобразователе с формированием $U_{вых}$ (ТПЧ непосредственного типа[x]) на одном и том же тиристорном блоке РУ – общее для обоих каналов. В схемах сигналы $U_{зад\,f}$ (рис.I,б) и U_α^{**}; U_β^{**} (рис.I,в) преобразуются БФРР в импульсы, соответствующие режимам работы силовых тиристоров, а сеточное устройство распределяет импульсы управления на тиристоры силового блока.

Во втором случае принципиальное построение сеточного устройства остается в ТПЧ в системе подчиненного регулирования тем же, что и в схеме

[x] Ю.П.Павлов. Тиристорный непосредственный преобразователь частоты с принудительной коммутацией. Изд. ЛДНТП, 1973.

на рис.I,б, но формирователь режимов работы существенно отличается от БФРР преобразователя частоты при управлении от сигнала постоянного тока. Блок преобразования канала регулирования частоты основных типов ТПЧ состоит из задающего генератора ЗГ, пересчетного устройства ПУ и дешифратора Дш (см. рис.I,в). Входным сигналом управления, определяющим уровень частоты выходного напряжения ТПЧ, является сигнал постоянного тока $U_{зад\,f}$. Блок преобразования канала регулирования частоты и фазы выходного напряжения ТПЧ содержит преобразователь фаз ПФ и формирующее устройство ФУ (см. рис.I,в). Преобразователь фаз преобразует U_α^{**} и U_β^{**} в систему трехфазных синусоидальных напряжений U_A^*, U_B^*, U_C^*. Формирующее устройство должно обеспечить формирование из системы трехфазных синусоидальных напряжений импульсов управления, соответствующих режимам работы силовых тиристоров.

Рассмотрим построение системы управления преобразователем в системе подчиненного векторного регулирования на примере ТПЧ со звеном постоянного тока (рис.I,г). На вход системы управления преобразователем из системы подчиненного регулирования поступают напряжения U_α^* и U_β^*. Амплитуду этих напряжений $|U_s|$ и значения сигналов $U_\alpha^{**}, U_\beta^{**}$ выделяют БВМ и БД. Напряжение $|U_s|$ поступает на вход фазосмещающего устройства ФСУ канала управления напряжения и определяет $U_{вых}$ ТПЧ.

На вход преобразователя фаз БФРР поступают двухфазная система синусоидальных напряжений с единичной амплитудой $U_\alpha^{**}, U_\beta^{**}$, которая преобразуется в трехфазную систему синусоидальных напряжений U_A^*, U_B^*, U_C^*. Эти напряжения определяют частоту и фазу выходного напряжения ТПЧ и поступают на вход блока преобразования синусоидальных напряжений БПСН. Этот блок формирует из напряжений U_A^*, U_B^* и U_C^* импульсы, соответствующие точкам перехода синусоидальных напряжений через нуль. Состоит БПСН из трех одинаковых каналов. Каждый канал преобразует фазное синусоидальное напряжение в импульсы управления. Выходные импульсы с БПСН поступают в распределительное устройство РУ, которое усиливает эти импульсы и подает на два смежных тиристора инвертора в соответствии с порядком коммутации фаз.

Рассмотрим вариант использования ТПЧ при управлении сигналами постоянного тока в системе векторного подчиненного регулирования без перестройки системы управления преобразователем. Для этого в систему частотного привода вводится дополнительное устройство (рис.3), позволяющее управлять по каналу регулирования частотной фазой выходного напряжения ТПЧ. Устройство содержит: векторный анализатор, состоящий из блока выделения модуля $БВМ_I$ и блока деления $БД_I$; преобразователь фаз ПФ; блок выделения модуля $БВМ_2$ и блок деления $БД_2$; два блока перемножения $БМ_I$ и $БМ_2$; ПИ-регулятор и сумматор $У_4$.

С выхода системы векторного управления двухфазная система напряжений U_α^* и U_β^*, задающая величину, частоту и фазу $U_{вых}$ ТПЧ, поступает на вход векторного анализатора. Построенный на операционных усилителях $У_I$, $У_2$ и трех варисторах $БВМ_I$ выделяет амплитуду $|U_s|$ напряжений U_α^* и U_β^*. Сигнал $|U_s|$ поступает на вход канала управления напряжением ТПЧ и опре-

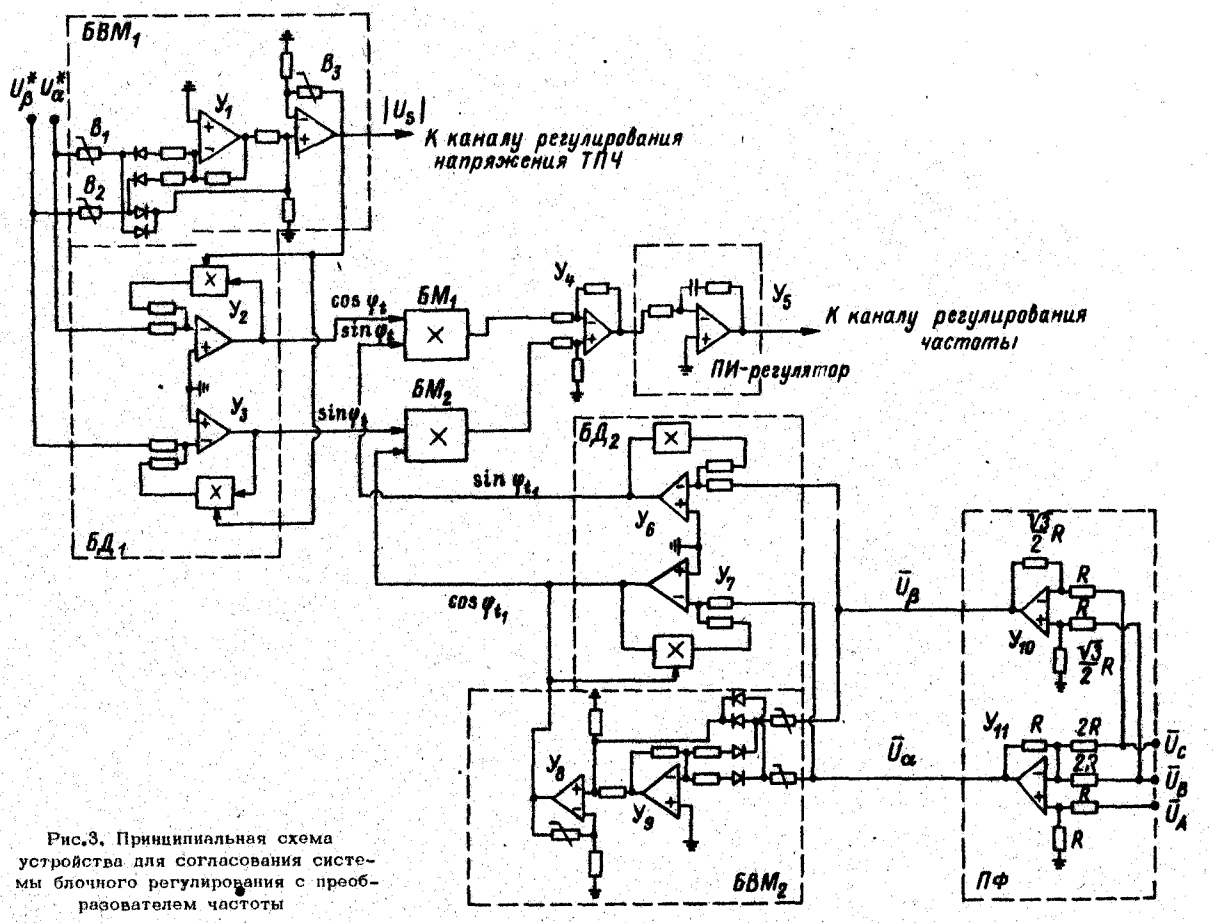


Рис.3. Принципиальная схема устройства для согласования системы блочного регулирования с преобразователем частоты

ляет $U_{вых}$ преобразователя. С выхода $БД_I$, построенного на операционных усилителях $У_I$ и $У_2$ и двух множителях в обратных связях, снимаются сигналы $\sin\varphi_t$ и $\cos\varphi_t$ с единичной амплитудой. Эти напряжения задают частоту и фазу выходного напряжения ТПЧ.

Преобразователь фаз ПФ преобразует выходные напряжения преобразователя $\bar{U}_A, \bar{U}_B, \bar{U}_C$ в двухфазную систему $\bar{U}_\alpha, \bar{U}_\beta$. Построен ПФ на двух операционных усилителях $У_{I0}$ и $У_{II}$. $БВМ_2$ и $БД_2$ вычисляют напряжения $\sin\varphi_{t_1}$ и $\cos\varphi_{t_2}$, определяющие текущие значения частоты и фазы напряжения ТПЧ. Блоки перемножения $БМ_I$ и $БМ_2$ перемножают заданные значения $\cos\varphi_t$, $\sin\varphi_t$ и текущие значения $\cos\varphi_{t_1}$, $\sin\varphi_{t_2}$. Сигналы с выходов блоков перемножения вычитаются на операционном усилителе $У_4$. Разность сигналов через ПИ-регулятор поступает на вход канала регулирования частоты ТПЧ.

Применение такого типа дополнительного устройства позволяет использовать разработанные ТПЧ с двухканальными системами управления в приводах с блочным векторным управлением.