

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Автоматизированный электропривод»

Л. В. Веппер, В. В. Логвин, В. В. Тодарев

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТИПОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК И КОМПЛЕКСОВ

ПОСОБИЕ

**по одноименному курсу
для студентов специальности 1-53 01 05
«Автоматизированные электроприводы»
дневной и заочной форм обучения**

Гомель 2016

УДК 658.5(075.8)
ББК 32.965я73
В30

*Рекомендовано научно-методическим советом
факультета автоматизированных и информационных систем
ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 10 от 25.05.2015 г.)*

Рецензент: канд. экон. наук, доц. каф. «Промышленная электроника» ГГТУ им. П. О. Сухого *В. А. Карпов*

Веппер, Л. В.
В30 Автоматизация типовых технологических установок и комплексов : пособие по одному курсу для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» днев. и заоч. форм обучения / Л. В. Веппер, В. В. Логвин, В. В. Тодарев. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – 22 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

Предназначено для практической подготовки по автоматизации типовых технологических установок и комплексов студентов дневной и заочной форм обучения. Рассматриваются вопросы практического изучения электрических схем современных металлорежущих станков.

Для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» дневной и заочной форм обучения.

УДК 658.5(075.8)
ББК 32.965я73

© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», 2016

Введение

Металлорежущие станки (МРС) предназначены для обработки металла путем снятия стружки. Они обеспечивают изготовление деталей требуемой формы с заданной точностью размеров и шероховатостью поверхности. Обработка может производиться с помощью одного или нескольких инструментов.

В зависимости от способа обработки существуют станки следующих основных групп: токарные, сверлильные, шлифовальные, фрезерные, строгальные.

По степени универсальности и в зависимости от характера производственного процесса различают станки универсальные, специализированные и специальные. Универсальные станки предназначены для обработки деталей широкой номенклатуры и могут выполнять ряд операций. Специализированные станки служат для обработки деталей сходных по конфигурации, но имеющих различные размеры. Специальные станки предназначены для обработки деталей одного типоразмера.

Выпускаются также многооперационные станки – обрабатывающие центры. Они обеспечивают выполнение большой номенклатуры технологических операций без перебазирования изделий (изменения установочного положения), а также автоматическую смену инструмента. На многооперационных станках могут осуществляться почти все процессы обработки резания. При одном закреплении сложных корпусных деталей производится обработка всех ее поверхностей, кроме базовой, на которой она закреплена.

Появился новый вид производственных систем называемых гибкими автоматизированными производствами (ГАП) – это группа МРС, оснащенных общей системой управления и транспортирования и обеспечивающая технологический цикл серийного выпуска деталей, их контроль и складирование.

Для придания детали требуемой формы и размеров в станках производят перемещение режущей кромки инструмента относительно заготовки. Такое перемещение может быть разделено на главное движение, за счет которого происходит резание металла, и на движение подачи, за счет которого снимают новый слой металла. Для наладочных операций, подвода и отвода инструмента, установки и закрепление заготовки станки имеют вспомогательные движения, которые не участвуют в процессе резания.

Практическая работа №1

«Автоматизация периодической поперечной подачи крестового суппорта»

Механизм поперечной подачи обеспечивает:

- а) автоматическую поперечную подачу с помощью электропривода;
- б) ручное перемещение крестового суппорта со столом;
- в) медленное, регулируемое по скорости перемещение крестового суппорта при правке круга осуществляется от отдельного двигателя (на схеме не показано);
- г) тонкую ручную поперечную подачу.

Автоматическая поперечная подача осуществляется в момент реверса стола за счёт подачи импульса с выхода конечного выключателя БВК.

Функциональная схема электропривода изображена на рис. 1.1, принципиальная – на рис. 1.2. Электропривод содержит (рис. 1.1) электродвигатель М1 поперечной подачи, который получает питание от вторичной обмотки трансформатора ТУ1. Подключение электродвигателя на время подачи осуществляется замыканием нулевой точки вторичной обмотки трансформатора, для чего служит

устройство, названное блоком пуска. В качестве силового элемента здесь применен тиристор, включение и выключение которого осуществляется схемой управления. Одновременно с выключением тиристора в блоке пуска происходит включение блока торможения, где в качестве силового элемента также применен тиристор. Последний замыкает накоротко вентильный мост и обмотки статора двигателя через последовательно включенные конденсаторы соединяются в одну точку. Торможение двигателя происходит за счёт гашения электромагнитной энергии. Задание требуемого перемещения стола осуществляется с помощью блока задания. В электроприводе станка применяется временное задание требуемой величины подачи. В лабораторной работе, кроме того, применяется числовое задание величины подачи, для чего созданы преобразователь «вал-цифра» и счётчик числа оборотов. Сравнение заданного числа оборотов и фактически отработанного двигателем происходит в блоке сравнения и при их равенстве подается команда на торможение двигателя.

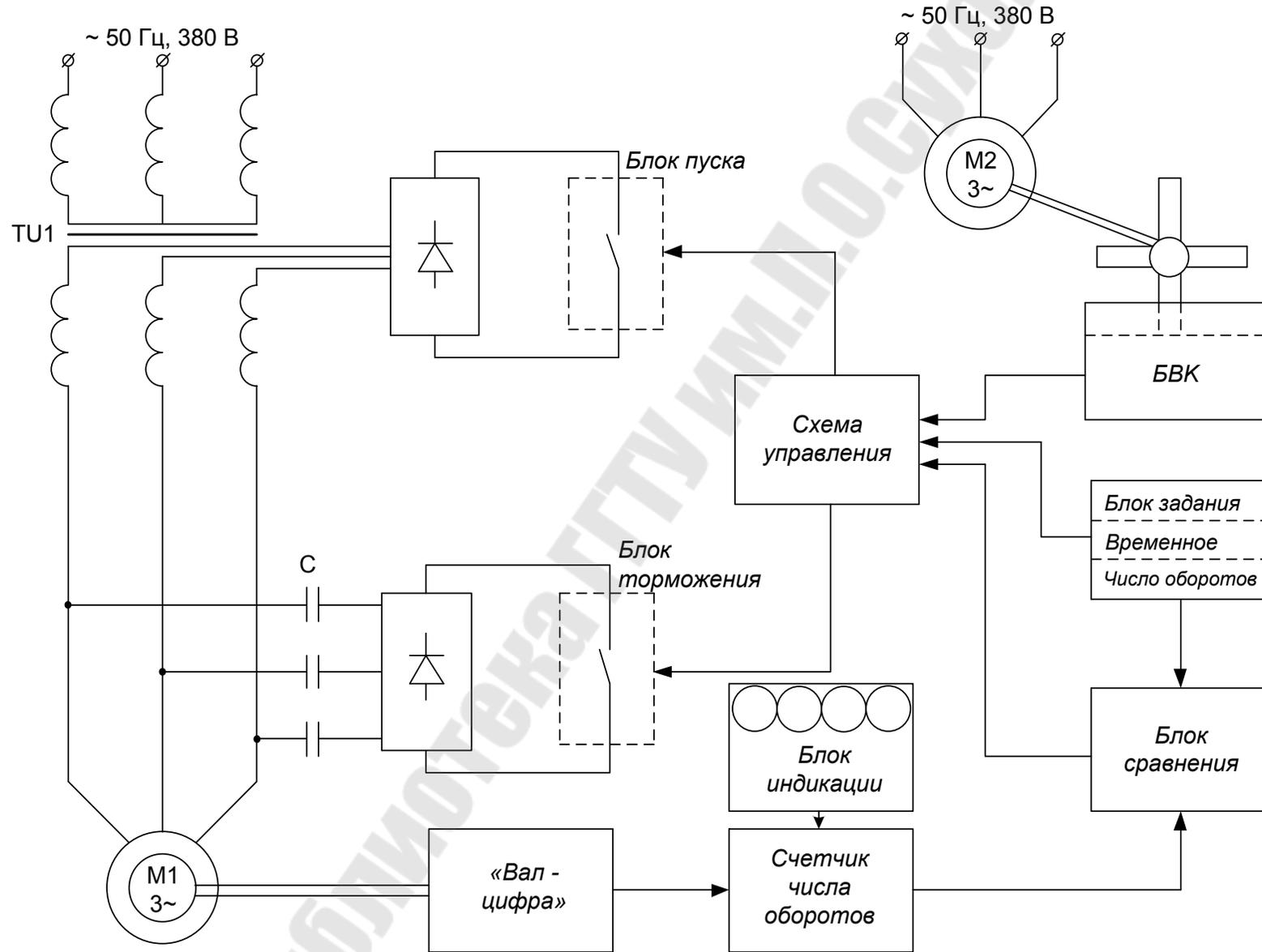


Рис. 1.1 Функциональная схема лабораторного стенда системы автоматической подачи плоско – шлифовального станка

Описание работы привода поперечной подачи:

Привод состоит (рис. 1.2) из асинхронного короткозамкнутого электродвигателя поперечной подачи $M1$, питающегося от трансформатора $TU1$, напряжение первичной обмотки которого соответствует линейному напряжению питающей сети, а также бесконтактной схемы управления, обеспечивающей включение двигателя $M1$ на время подачи и торможение его при окончании подачи.

В паузе между подачами рабочий тиристор $VS5$ закрыт и всё напряжение, снимаемое с трансформатора $TU1$ и выпрямленное мостом $UZ1$ прикладывается к этому тиристорному. Для защиты рабочего тиристора от чрезмерной скорости нарастания напряжения служит параллельно подключенная к нему цепочка, состоящая из последовательно соединенных конденсатора $C10$ и резисторов $R13$ и $R14$. Для гашения тиристора $VS5$ служит колебательный контур, управляемый гасящим тиристором $VS1$, состоящий из конденсатора $C6$ и индуктивности L .

Для обеспечения вращения двигателя $M1$ «вперед» служит контактор $KM1$, а назад – контактор $KM4$.

При включении рубильника SA и автомата $QF1$ всё напряжение прикладывается к рабочему тиристорному блока пуска. При автоматическом управлении команда на начало подачи поступает с бесконтактного выключателя БВК при прохождении диамагнитной пластины через его зазор в крайнем положении стола.

В лабораторной установке движение стола имитируется двигателем $M2$ (со встроенным редуктором), на валу которого имеется диск с лепестками. Прохождение лепестка через зазор БВК имитирует подход стола к крайнему положению и служит командой начала поперечной подачи.

Тумблер $S4$ должен быть замкнут, чтобы выход бесконтактного конечного выключателя БВК был подключен к схеме управления. При этом на резисторе $R20$ появляется импульс постоянного напряжения, длительность которого зависит от скорости движения стола.

Чтобы сформировать импульс необходимой длительности и величины, для включения тиристора $VS5$ служит двухкаскадный усилитель, состоящий из транзисторов $VT6$ и $VT7$. Выход этого усилителя подключен к управляющему электроду тиристора $VS5$. В

цепь базы транзистора $VT7$ включен отсекающий стабилитрон $VD15$, а в цепь эмиттера – развязывающий диод $VD12$ и дифференцирующий конденсатор $C11$. Транзистор $VT6$ является вторым каскадом усиления и его база подключена к коллектору транзистора $VT7$.

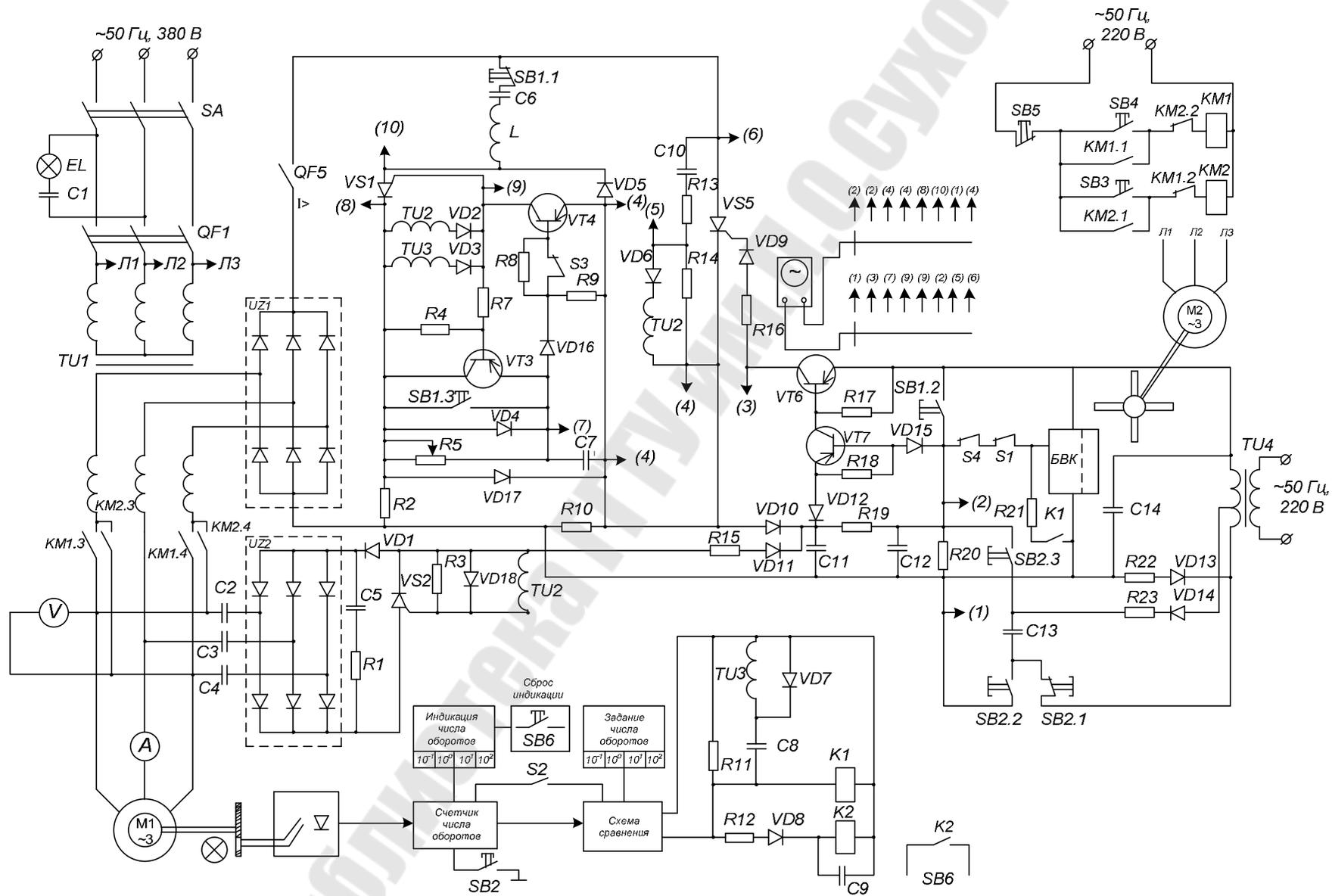


Рис. 1.2. Принципиальная схема

При появлении на резисторе $R20$ импульса любой длительности по базоэмиттерному переходу транзистора $VT7$ пройдет импульс тока, длительность которого определяется временем заряда конденсатора $C11$. При этом транзистор $VT7$ откроется и по базоэмиттерному переходу транзистора потечет ток. Транзистор $VT6$ пропускает импульс тока на управляющий электрод тиристора $VS5$. Тиристор $VS5$ открывается, при этом концы вторичных обмоток трансформатора, подключенные к мосту $UZ1$, окажутся соединенными и всё напряжение со вторичных обмоток трансформатора $TU1$ будет подано на электродвигатель $M1$. Начинается подача.

Во время подачи на резисторе $R10$ возникает падение напряжения, которое подается через резистора $R2$ на стабилитрон $VD17$. Стабилизированное напряжение поступает на элементы, определяющие время подачи. Параллельно стабилитрону $VD17$ подключена интегрирующая цепочка, состоящая из электрического конденсатора $C7$ и резистора $R5$ – регулятора величины поперечной подачи. Во время подачи конденсатор $C7$ заряжается. Время его заряда зависит от установки регулятора величины подачи $R5$.

Параллельно конденсатору $C7$ базоэмиттерным переходом подключен транзистор $VT4$. В цепь базы этого транзистора включен стабилитрон $VD16$, выполняющий роль лавинного диода. Коллектор транзистора $VT4$ подключен к управляющему электроду гасящего тиристора $VS1$. К коллекторной цепи транзистора $VT4$ через резистор $R7$ подключена база транзистора обратной проводимости $VT3$. Базоколлекторный переход транзистора $VT3$ подключен параллельно резистору $R4$.

Как только конденсатор $C7$ заряжается до напряжения пробоя стабилитрона $VD16$, последний откроется и по базоэмиттерной цепи транзистора $VT4$ потечет ток. Транзистор $VT4$ начинает открываться. При этом появится напряжение на базо-эмиттерном переходе транзистора $VT3$, который тоже начнет открываться, что приведет к уменьшению сопротивления цепи транзистора $VT4$, а, следовательно, к увеличению его базового тока и ещё большему открыванию. Это, в свою очередь, приведет к увеличению базо-эмиттерного тока тиристора $VT3$, а, следовательно, к ещё большему открыванию транзистора $VT4$, и так далее, до тех пор, пока транзистора $VT4$ откроется. В результате подается напряжение на управляющие переход гасящего тиристора $VS1$, который, открываясь, приводит в действие контур гашения $C6-L$. Параметры контура подобраны таким

образом, что процесс «заряд-разряд» носит колебательный характер. Предварительный заряд конденсатора происходит при подаче напряжения на схему с помощью автомата $QF5$. При этом на защитной цепочке тиристора $VS5$, содержащей $C10$, $R13$ и $R14$, протекает зарядный ток, часть которого протекает по обмотке трансформатора $TU2$. Во вторичных обмотках этого трансформатора индуцируется напряжение. Одна из этих обмоток подключена к управляющему электроду гасящего тиристора $VS1$, который при этом открывается. Происходит заряд конденсатора по цепи $UZ1(+)$ – $SB1.1$ – $C6$ – L – $VS1$ – $R2$ – $UZ2(-)$, по окончании которого тиристор $VS1$ запирается, а на верхней обкладке конденсатора имеется положительный заряд. После отпирания рабочего тиристора $VS5$ происходит перезаряд конденсатора по цепи $C6$ – $SB1$ – $VS5$ – $VD5$ – L , по окончании которого положительный заряд имеет место на его нижней пластинке. Конденсатор готов к выключению рабочего тиристора. Это происходит при подаче управляющего импульса на гасящий тиристор $VS1$. При замыкании $VS5$ вновь появляется напряжение на защитной цепочке $C10$ – $R13$ – $R14$ и трансформатор $TU2$ вырабатывает импульсы. Один из них поступает на управляющий электрод $VS1$, подтверждая тем самым его открытое состояние. Вторая из вторичных обмоток $TU2$ подключена к тиристорному торможению. $VS2$, отпирание которого приводит к торможению двигателя. Запирание тиристора $VS2$ происходит после падения тока до нуля. Схема приходит в исходное состояние.

Для осуществления бесперебойной работы привода в схеме предусмотрены блокировки, не разрешающие подачу управляющего импульса на управляющий переход тиристора $VS5$ во время его гашения и торможения двигателя $M1$, когда тиристор $VS2$ открыт.

Для осуществления указанной блокировки во время гашения тиристора $VS5$ служат цепочки, образованные диодами $D10$, $D11$ и резистором $R15$. При этом конденсатор $C11$ заряжается до напряжения, значительно превышающего напряжение на выходе бесконтактного выключателя БВК. Это напряжение прикладывается к диоду $VD12$ в обратном направлении и закрывает его, в результате чего транзистор $VT7$ надежно закрыт, а поэтому невозможно подача управляющего импульса на рабочий тиристор. Во время паузы конденсатор $C11$ разряжается по цепи $C11$ – $R19$ – $R20$ – $C11$.

Привод может работать в режиме ускоренного перемещения, для чего нужно нажать кнопку управления. При этом через замыкающий контакт $SB1.2$ подается напряжение на резистор $R20$, а

размыкающий контакт кнопки управления $SB1.2$ разрывает цепь контура гашения $C6 - L$, чтобы предотвратить разряд конденсатора $C6$ по цепям утечки, так как это при достаточно длительном ускоренном перемещении может принести к сбою в работе привода. Второй замыкающий контакт кнопки управления $SB1.3$ шунтирует резистор $R4$ для того, чтобы можно было осуществлять достаточно малые перемещения от кнопки независимо от установки регулятора подачи.

Привод может работать в режиме однократного перемещения, для чего служит конденсатор $C13$, который в обычном режиме заряжен по цепи $TU4 - D14 - R23 - C13 - SB2.1 - TU4$.

Для осуществления однократного перемещения отключается тумблер $S4$ и нажимается кнопка управления $SB2$ (замыкаются контакты $SB2.2$ и $SB2.3$). Конденсатор $C13$ оказывается подключенным на резистор $R20$. Схема работает аналогично описанному ранее с той разницей, что команда на начало подачи поступает не с БВК, а с конденсатора $C13$.

Для точного измерения числа оборотов двигателя при временном дозировании, а также для дискретного задания величины поперечной подачи, лабораторная установка снабжена рядом цифровых устройств. Преобразователь «вал-цифра» преобразует угловое перемещение ротора двигателя в последовательность импульсов. Для этой цепи на валу двигателя имеется диск с десятью отверстиями. При совпадении отверстия с электрической лампочкой луч света попадает на фотодиод и таким образом вырабатывается импульс, который, проходя через формирователь, подается на вход счетчика оборотов. Счетчик имеет четыре декады с ценой деления 10^{-1} , 10^0 , 10^1 , 10^2 оборотов. Выход каждой декады включен на индикаторную лампу, что позволяет визуально наблюдать измеренное число оборотов. Дискретное задание величины поперечной подачи осуществляется с помощью блока задания. Для получения этого режима необходимо отключить тумблер $S3$, отсоединив тем самым времязадающую цепочку $C7 - R5$ от базы транзистора $VT4$. Сопротивление $R8$ служит для создания малого потенциала на базе $VT4$, чтобы последний не вышел из строя. Аналогично счётчику блок задания имеет 4 декады с ценой деления 10^{-1} , 10^0 , 10^1 , 10^2 .

Информация о заданной величине перемещения (с блока задания) и фактически отработанной (с выхода счетчика) поступает на блок сравнения. При равенстве чисел импульсов, что свидетельствует об

отработке задания, на выходе блока сравнения появляется сигнал, который вызывает импульсы тока в первичной обмотке импульсного трансформатора *TU3*. Для получения короткого импульса последовательно с обмотки трансформатора *TU3* включён конденсатор *C8*. При работе системы в режиме периодических подач записанная информация о величине подачи в течение предыдущего цикла должна быть «стерта» до начала следующего цикла, т.е. до поступления команды от БВК на включение двигателя. Для этой цели служат реле *K1* и *K2*. При появлении сигнала на выходе схемы сравнения, свидетельствующего об обработке задания, включается реле *K1* и отключает выход БВК. Спустя некоторую выдержку времени (последнее обеспечивается цепочкой *R12 – C9*), которая выбирается достаточной для снятия показаний счетчика, срабатывает реле *K2*, замыкающий контакт которого включен параллельно кнопке *SB6*, служащей для ручного сброса показаний счётчика. Замыкающий контакт *K1* включает сопротивление *R21* на выход БВК, что приводит к разряду ёмкости в самом БВК и повышает надежность работы схемы.

На лабораторном стенде установлен осциллограф *C1–19Б*, при помощи которого можно наблюдать сигналы в различных точках схемы. Для удобства наблюдений наиболее характерные точки схемы подключены к переключателя *S1*, имеющему 8 положений. Диаграммы напряжений в соответствующих точках схемы приведены на рис. 1.3.

Перечень органов управления системой электропривода приведен в таблице 1.

Таблица 1.

Перечень органов управления системой периодической подачи:

Обозначения на рис.2	Наименование и назначение органа управления
1	2
S	Рубильник. Подача напряжения на схему
B1	Автомат. Максимальная токовая защита схемы.
S2	Переключатель счета числа оборотов «о выбегом – без выбега»
S3	Переключатель дозирования поперечной подачи: «временное – число оборотов»

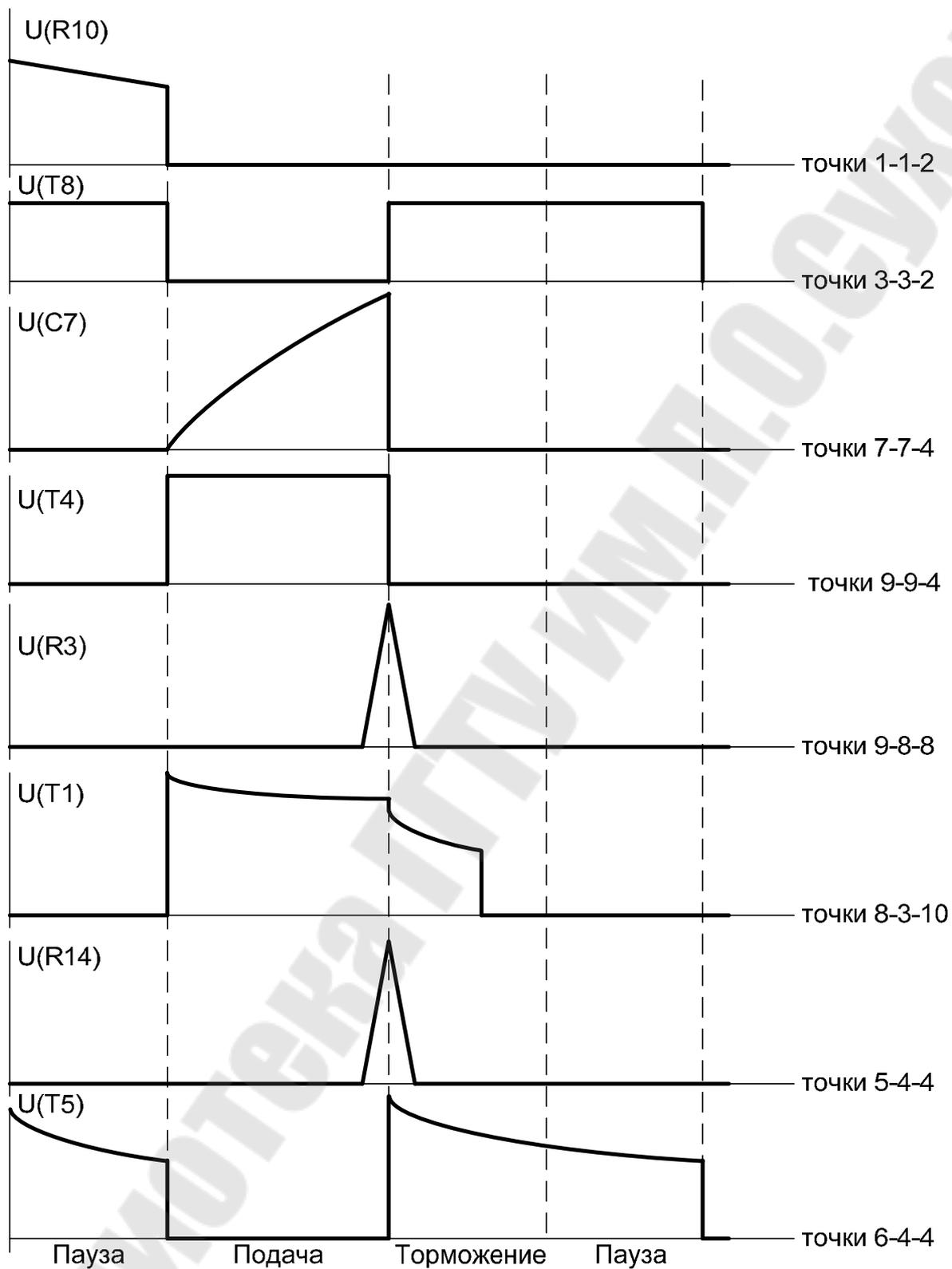


Рис. 1.3. Осциллограммы

Практическая работа №2

«Дистанционное управление столом продольно-строгального станка»

Производительность механизмов, их надёжность и долговечность непосредственно зависят от динамических качеств и надёжности системы электропривода. Максимальная производительность достижима только при условии использования предельно допустимых токов, моментов, усилий, ускорений и скоростей как в переходных, так и в установившихся процессах. Так возникает задача формирования оптимальных переходных процессов, обеспечивающих максимум производительности. Это особенно важно для электроприводов механизмов, работающих в режимах частых реверсов. Типичным представителем таких приводов является электропривод стола продольно-строгального станка.

Описание лабораторного стенда:

В современных крупных металлорежущих станках, учитывающих большие габариты, целесообразно сосредоточить управление станка в одном месте, а также ввести дистанционное задание технологических и размерных параметров.

В работе рассматривается один из вариантов дистанционного задания хода стола и формирования оптимального графика его перемещения. Оптимальному графику движения стола с учетом ограничения потерь в приводном двигателе соответствуют параболические изменения скорости во времени в период разгона в замедления. При осуществлении такого графика необходимо также учитывать ограничение ускорений величиной не более 2 м/с^2 . При этом точность прихода стола в точку изменения направления движения должна быть более $10 \div 20$ мм независимо от установленной скорости движения стола. На рис. 2.1. приведена схема устройства позиционно-следящей системы, выполненной полностью на бесконтактных элементах ограничения скорости обработки перемещения величиной заданной скорости рабочего или

обратного и принудительным заданием темпа замедления при подходе стола к точке изменения направления движения по закону , где

- напряжение, задающее скорость движения электропривода;
- K – коэффициент пропорциональности;
- a – расчетное ускорение;
- s – расстояние до точки изменения направления движения.

Задатчиком величины перемещения стола в системе является сельсинный управляющий элемент – СУЭ (например, СУЭ1 или СУЭ2). Он состоит из сельсина-датчика – СД и сельсина приемника – СП. Ротор СД через редуктор связан с двигателем стола, а ротор СП – с рукояткой переключателя задания длины хода стола. Напряжение однофазной обмотки СП, расположенной на роторе и работающей в трансформаторном режиме, определяется , где α – угол между роторами СП и СД, U_m – амплитуда напряжения однофазной обмотки СП. Отсюда следует, что величина и фаза напряжения однофазной обмотки СП зависит от угла рассогласования α , причем при $\alpha = 0$ и 180° напряжение , а при переходе угла α через 0° или 180° фаза напряжения обмотки СП изменяется на 180° .

Однофазная обмотка СП соединена с формирователем Ф и с фазовым дискриминатором ФД. Фазовый дискриминатор предназначен для определения момента перехода угла рассогласования роторов СП и СД через 0° , а тем самым для фиксирования прихода стола в точку изменения направления его движения. Напряжение на выходе ФД пропорционально СП и имеет знак, зависящий от его фазы. Если входной сигнал равен нулю, то в положительный полупериод опорного напряжения вентили проводят одинаковые токи, на обоих резисторах будут одинаковые напряжения, а, следовательно, выходное напряжение ФД будет равно нулю. Во второй полупериод оба вентили закрыты. При на выходе ФД появляется напряжение, величина и знак которого будет определяться разностью токов, проходящих по резисторам. То есть . Знак будет меняться при переходе напряжения СП через ноль.

Фазовый дискриминатор соединяется с триггером Шмидта ТШ, являющимся рельефным устройством с определённым порогом срабатывания. Плавно изменяющийся выходной сигнал дискриминатора подается на вход триггера и при соответствующей полярности на его выходе скачком появится выходное напряжение,

которое управляет состоянием статического триггера СТ. Статический триггер, в свою очередь, управляет ключами КТ1 или КТ2, которые разрешают снимать напряжение необходимого знака с формирователей $\Phi 1$ и $\Phi 2$.

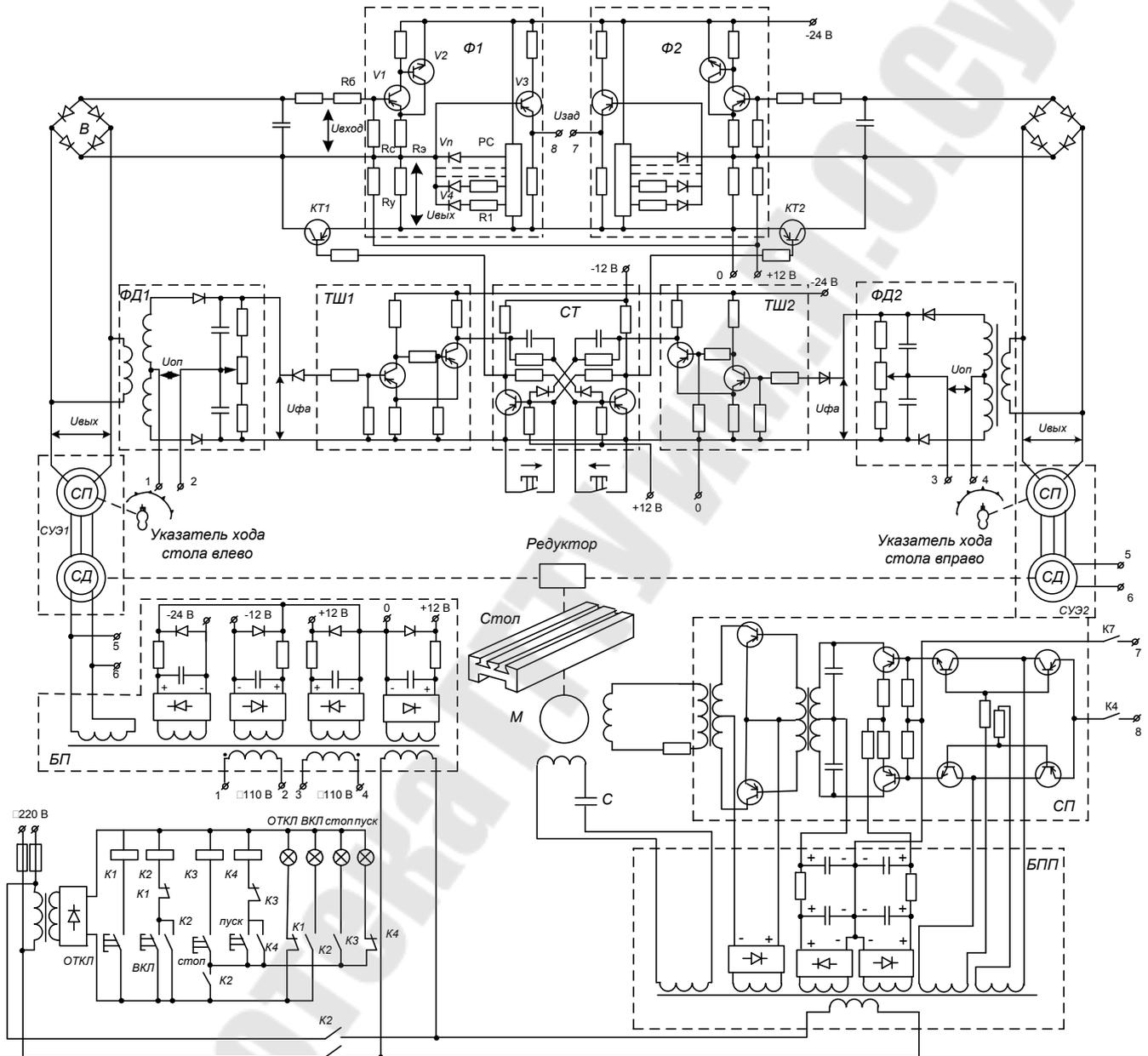


Рис 2.1. Схема устройства позиционно-следящей системы

В функцию формирователя Φ входят получение напряжения в зависимости от угла рассогласования α сельсинов по закону . Формирователь Φ представляет собой схему (см. рис. 2.1), состоящий из выпрямителя В, делителя R_b и R_c , усилителя (V1, V2),

нелинейного преобразователя РС и эмиттерного повторителя (V_5, R_B). Последовательно резистору R_3 включен дополнительный резистор R_y . Падение напряжения на R_3 приблизительно равно входному сигналу формирователя. Напряжение снимается с резистора R_y , равно $U = K_v \cdot U_3$, где $K_y = R_y / R_3$, т.е. приращение напряжения на R_y прямо пропорционально его величине сопротивления. Следовательно, подключая параллельно R_y дополнительное сопротивление, можно сформировать необходимую зависимость. В формирователе это осуществляется с помощью диода. При диод V_4 заперт и величина приращения определяется резистором R_y . Когда превысит напряжение, диод откроется и приращение будет определяться сопротивлением. При дальнейшем возрастании напряжения, если оно превысит, откроется диод $VD5b$ приращение будет определяться сопротивлением и т.д. На рис.2.2 приведены зависимости и, формируемые указанным способом. Таким образом, получается, как указывалось выше, необходимого вида кривая напряжения, снижаемого с эмиттерного повторителя V_3 . Знак этого напряжения зависит от того, какой из формирователей работает.

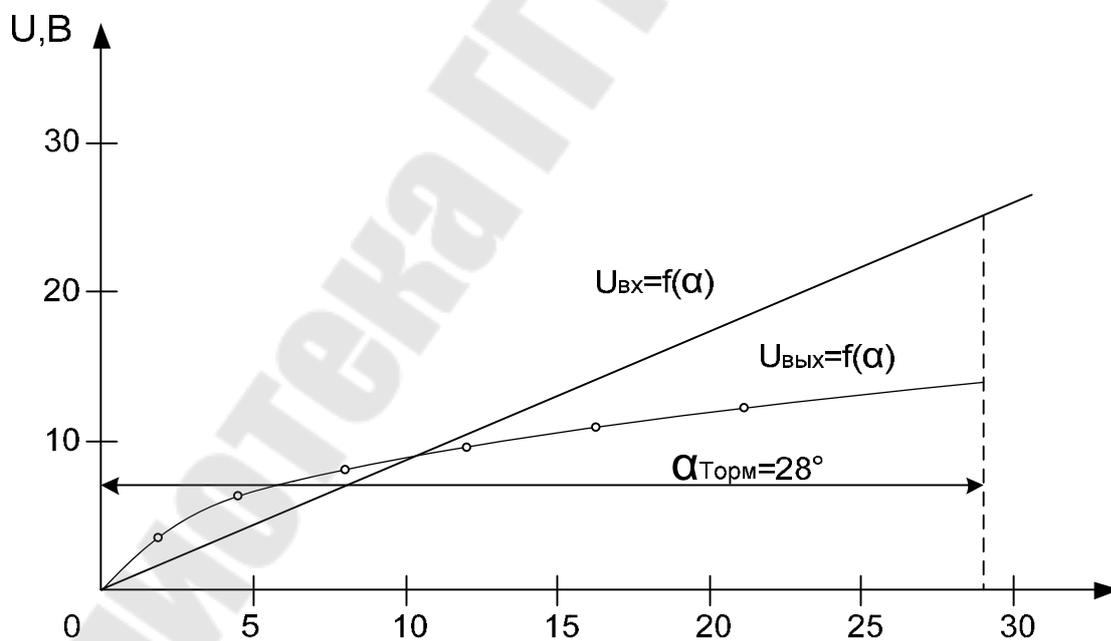


Рис. 2.2. Зависимости входного и выходного сигнала от α

Рассмотрим работу схемы за один цикл работы станка. Направление движения стола задается знаком напряжения, что определяется состоянием триггера СТ. Необходимое состояние триггера СТ задается нажатием соответствующих кнопок « \rightarrow » или « \leftarrow » (см. рис.2.1), расположенные на пульте управления. При этом на выходе формирователя Φ скачком появляется напряжения, величина которого определяет величину скорости движения стола. Происходит разгон привода стола и его движение в заданном направлении. Точки изменения направления при движении стола как влево, так и вправо определяются размерами обрабатываемой детали и задаются углом поворота сельсинов СП. При подходе к точке изменения направления, когда сельсину СД останется повернуться на 28° , чтобы угол рассогласования сельсинов СД и СП стал равным нулю, напряжение, а тем самым начнет уменьшаться. Это приводит к снижению величины и торможению электропривода. Такое замедление стола будет осуществляться при любой скорости его движения, что достигается за счет схемы управления и настройки сельсинов СП. В момент прихода в точку изменения движения угол рассогласования сельсинов СД и СП будет равен нулю, а фаза напряжения будет меняться на 180° . При этом изменяется полярность выходного напряжения фазового дискриминатора, что приведет к срабатыванию триггера Шмидта и, как вследствие, к перебросу статического триггера в другое состояние. Переключение триггера запирает один формирователь и открывает другой, на выходе которого появляется напряжение, знак которого противоположен предыдущему, а величина определяется углом рассогласования сельсинов СД и СП другого управляющего элемента СУЭ. Изменение знака приводит к движению стола в обратном направлении. При подходе к точке изменения направления движения схема управления работает аналогично. На рис.2.3 приведены эпюры напряжений элементов схемы дистанционного управления движения стола.

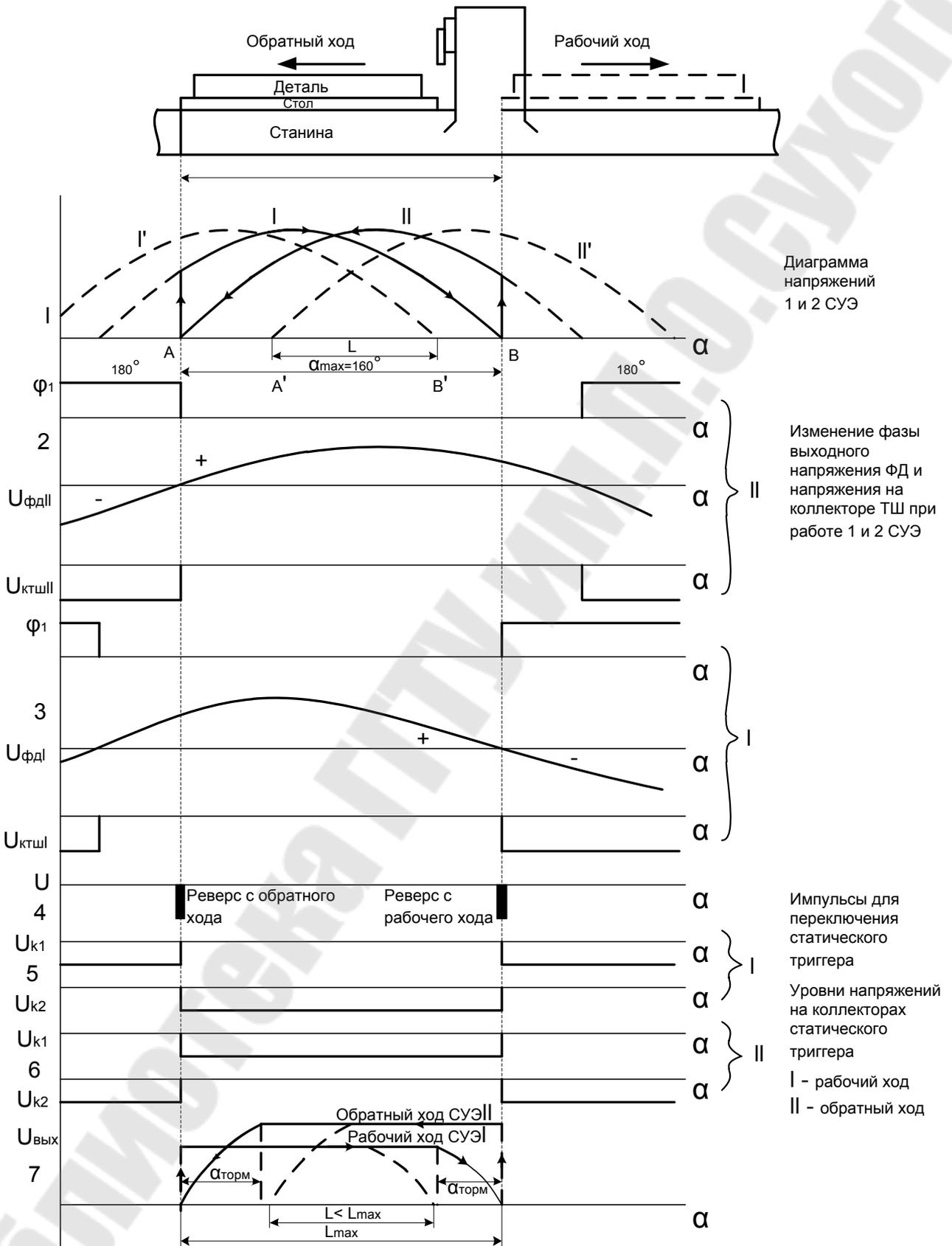


Рис. 2.3. Диаграмма выходного задающего напряжения БДУ

Литература:

1. Корытин А.М. и др. Автоматизация типовых технологических процессов и устройств. М.: Энергоатомиздат, 1988
2. Донской Н.В., Кириллов А.А. и др. Комплексные системы управления электроприводами тяжелых металлорежущих станков. М.: Энергия, 1980.
3. Сандлер А.С. Электропривод и автоматизация металлорежущих станков. М.: Высшая школа, 1972.
4. Соколов Н.Г., Елисеев В.А. Расчет по автоматизированному электроприводу металлорежущих станков. Высшая школа, 1970.
5. Чернов Е.А., Кузьмин В.П. Комплексные электроприводы станков с ЧПУ. Горький, 1989.
6. Зимин Е.Н., Кацевич В.Л. Электроприводы постоянного тока с вентильными преобразователями. М.: Энергоатомиздат, 1981.
7. Вершинин О.Е. Применение микропроцессоров для автоматизации технологических процессов. Л.: Энергоатомиздат, 1986.
8. Справочник по проектированию автоматических электроприводов и систем управления технологическими процессами / Под ред. Круповича В.И. / М.: Энергоиздат, 1982.
9. Справочник технолога-машиностроителя / Под ред. Малова А.Н. / т.1.2 М.: Машиностроение, 1972.
10. Справочник по автоматизированному электроприводу / Под ред. Елисеева В.А./ М.: Энергоатомиздат, 1983.
11. Комплексные тиристорные электроприводы. Справочник / Под ред. Перельмутера В.М. / М.: Энергоатомиздат, 1988.
12. Белов М.П., Новиков В.А. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов. М.: АCADEMIA, 2004.

Содержание:

Введение.....	3
Практическая работа №1	
«Автоматизация периодической поперечной подачи крестового суппорта».....	4
Практическая работа №2	
«Дистанционное управление столом продольно-строгального станка».....	15

Веппер Леонид Владимирович
Логвин Владимир Васильевич
Тодарев Валентин Васильевич

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ТИПОВЫХ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК
И КОМПЛЕКСОВ**

Пособие
по одноименному курсу
для студентов специальности 1-53 01 05
«Автоматизированные электроприводы»
дневной и заочной форм обучения

Подписано к размещению в электронную библиотеку
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного
учебно-методического документа 23.03.16.

Рег. № 52Е.
<http://www.gstu.by>